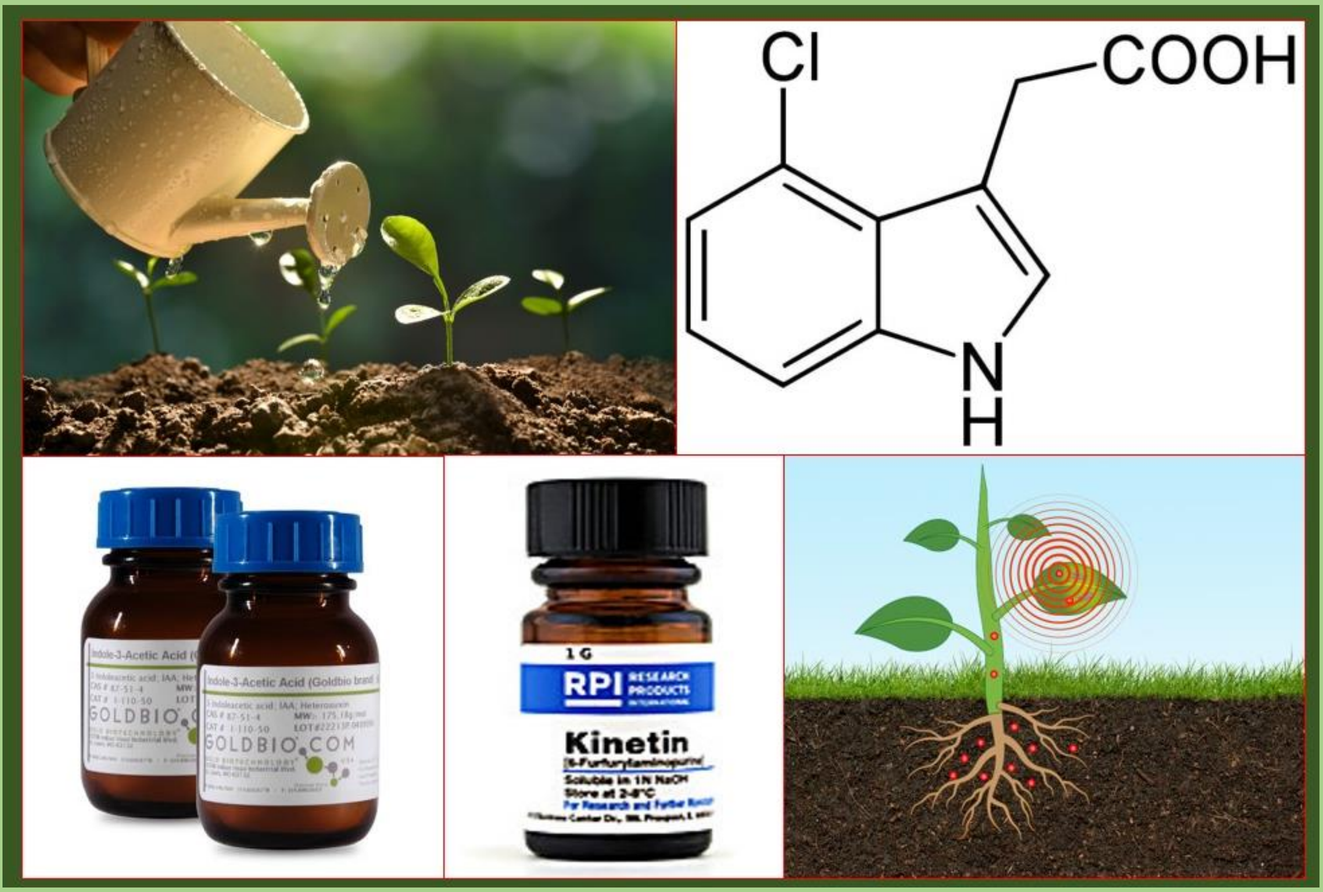
ការគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ដំណាំ

PLANT GROWTH REGULATOR



សួ វណ្ណា:

ជំនាញវិទ្យាសាស្ត្រដំណាំ ដេប៉ាតឺម៉ង់កៀ្សត្រសាស្ត្រ

វិទ្យាស្ថានបច្ចេកវិទ្យាកំពង់ស្ពឺ

ឈ្មោះសៀវភៅ

ការគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ដំណាំ ; Plant Growth Regulator

ឆ្នាំបោះពុម្ព

២០២១

ឈ្មោះអ្នករៀបរៀង

សួ វណ្ណៈ ; Mr. SOUR VANNAK

គណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យ

១.	លោកបណ្ឌិត ហុង គីមជាង	ប្រធាន
២.	លោក សាន់ សាវុឌ្ឍ	អនុប្រធាន
៣.	លោក នួន ឌីណា	សមាជិក
៤.	លោក ប៉ែន រត្តនា	សមាជិក

អនុញ្ញាតបោះពុម្ពដោយ

១. លោកបណ្ឌិត ហុង គីមជាង នាយកវិទ្យាស្ថានបច្ចេកវិទ្យាកំពង់ស្ពឺ

រក្សាសិទ្ធិ

វិទ្យាស្ថានបច្ចេកវិទ្យាកំពង់ស្ពឺ

បោះពុម្ពឆ្នាំ ២០២១

បុព្វកថា

ដំណើរអភិវឌ្ឍនៃព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជានៅក្នុងយុគសម័យទំនើបនេះ ជាមេរៀនដ៏ជោគជ័យបំផុតមួយ ដែលចាប់ឫសគល់ចេញពីការបញ្ចប់របបប្រល័យពូជសាសន៍ ការបញ្ចប់សង្គ្រាម ការផ្សះផ្សារជាតិ ការកសាងមូលដ្ឋានរឹងមាំនៃសន្តិភាពនិងស្ថេរភាព និងការអភិវឌ្ឍសេដ្ឋកិច្ច។ នៅក្រោយពេលដែលសន្តិភាពត្រូវបានកើតឡើងដោយបរិបូរណ៍នៅឆ្នាំ១៩៩៨ កម្ពុជាទទួលកំណើនសេដ្ឋកិច្ចខ្ពស់ គឺប្រមាណ៨% ក្នុងមួយឆ្នាំ។ លើសពីនេះទៀត អត្រានៃភាពក្រីក្រត្រូវបានកាត់បន្ថយពីប្រមាណ៥៣% នៅឆ្នាំ២០០៤ មកនៅទាបជាង១០% នៅឆ្នាំ២០១៩។ ដំណើរនៃការអភិវឌ្ឍជាតិជាសកម្មភាពដែលបន្តទៅមុខជាប់ជានិច្ច ហើយគោលនយោបាយថ្មីៗដែលមានលក្ខណៈអន្តរវិស័យគ្រប់ដណ្ដប់ ក៏កំពុងលេចរូបរាងឡើងដើម្បីតម្រង់ទិសកម្ពុជាឆ្ពោះទៅកាន់ ប្រទេសមានប្រាក់ចំណូលមធ្យមកម្រិតខ្ពស់នៅឆ្នាំ២០៣០ និងឈានឡើងជាប្រទេសមានប្រាក់ចំណូលខ្ពស់ នៅឆ្នាំ២០៥០។ ការប្រែប្រួលឆាប់រហ័សនៃនិម្មាបនកម្មពិភពលោកនិងតំបន់ រួមទាំងទំនាក់ទំនងភូមិសាស្ត្រនយោបាយបានផ្ដល់កាលានុវត្តភាពសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍឧស្សាហកម្មនៅកម្ពុជា ដែលត្រូវបានរាជរដ្ឋាភិបាលចាត់ទុកជាមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃកំណើនសេដ្ឋកិច្ចកម្ពុជា។ រាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជាបាន និងកំពុងបន្តពង្រឹង និងអភិវឌ្ឍវិស័យអប់រំឆ្ពោះទៅរកការស្រាវជ្រាវ និងនវានុវត្តន៍ដើម្បីពង្រឹងសមត្ថភាព និងជំនាញរបស់ធនធានមនុស្សនៅកម្ពុជាឱ្យស្របទៅនឹងបរិបទថ្មីនៃការអភិវឌ្ឍ ជាពិសេសការពង្រឹងសហគ្រិនភាពក្នុងការរៀបចំម៉ូដែលធុរកិច្ចថ្មីៗ។ ដើម្បីចាប់យកកាលានុវត្តភាពពីបដិវត្តន៍ឧស្សាហកម្មទី៤ និងសេដ្ឋកិច្ចឌីជីថលដែលកំពុងផុសផុលឡើង ប្រព័ន្ធអេកូឡូស៊ីដែលបង្កលក្ខណៈអំណោយផលដល់ការបង្កើតថ្មី នវានុវត្តន៍ការស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍន៍ត្រូវតែមានការកែលម្អ។

បណ្ដាប្រទេសនៅទ្វីបអាស៊ីកំពុងនាំមុខក្នុងការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍដោយមានភាគហ៊ុនប្រមាណ៤៤% នៃការវិនិយោគទាំងមូលរបស់ពិភពលោក។ ប្រទេសចិនកំពុងបន្តកសាងហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធនៃការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ ក៏ដូចជាសមត្ថភាពមនុស្ស។ ផ្ទុយទៅវិញ ប្រទេសនៅទ្វីបអាមេរិកខាងត្បូង និងអាហ្វ្រិក កំពុងស្ថិតនៅឆ្ងាយពីការវិនិយោគនេះ ហើយជាលទ្ធផល ប្រទេសទាំងនោះក៏ពុំមានកំណើនសេដ្ឋកិច្ចគួរឱ្យកត់សម្គាល់ដែរ។ ទុនវិនិយោគសរុបលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍរបស់ប្រទេសនៅទ្វីបអាមេរិកខាងត្បូ និងអាហ្វ្រិកមានប្រមាណ៥%នៃការវិនិយោគទាំងមូលរបស់ពិភពលោកក្នុងពេលដែលតំបន់ទាំង២នេះមានប្រជាជនប្រមាណ២០%នៃប្រជាជនពិភពលោក។ ប្រទេសចំនួន៦ដែលមានលំដាប់ខ្ពស់ជាងគេនៅក្នុងការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍ រួមមានសហរដ្ឋអាមេរិក ចិន ជប៉ុន អាល្លឺម៉ង់ ឥណ្ឌា និងកូរ៉េខាងត្បូង ដែលស្មើនឹងប្រមាណ ៧០% នៃទុនវិនិយោគសរុបរបស់ពិភពលោក។

តើចំណេះដឹង ផលិតផល និងសេវាកម្មថ្មីទាំងនេះកើតឡើងពីអ្វី? ហើយកើតឡើងដោយរបៀបណា? ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជាកំពុងតែកសាងមូលដ្ឋានសម្រាប់ការត្រៀមខ្លួនទទួល និងប្រកួតប្រជែងក្នុងយុគសម័យបដិវត្តឧស្សាហកម្មទី៤ នៅក្នុងសេដ្ឋកិច្ចដែលផ្អែកលើពុទ្ធិ ហើយដែលប្រការនេះចាំបាច់តម្រូវឱ្យពលរដ្ឋកម្ពុជាត្រូវក្លាយខ្លួនជាពលរដ្ឋឌីជីថល ពលរដ្ឋសកល និងពលរដ្ឋដែលប្រកបដោយការទទួលខុសត្រូវ ដែលមានសមត្ថភាពក្នុងការផលិត ចែកចាយ និងប្រើប្រាស់ពុទ្ធិដើម្បីទទួលមនុញ្ញផល និងរួមចំណែកក្នុងកំណើន។ ធនាគារពិភពលោកបានធ្វើការកត់សម្គាល់តាំងពីឆ្នាំ២០០២នូវបម្លាស់ប្ដូរនៃមូលដ្ឋានសេដ្ឋកិច្ច ពីសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើកម្លាំងពលកម្ម និងធនធានអតិកម្ម (Labour and Resource Based Economy) ទៅកាន់សេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើពុទ្ធិ (Knowledge Based-Economy) ដែលក្នុងន័យនេះ ពុទ្ធិគឺជាគន្លឹះនៃការអភិវឌ្ឍ។ អាស្រ័យហេតុនេះ នៅលើគន្លងដែលកម្ពុជាកំពុងធ្វើដំណើរឆ្ពោះទៅកាន់សេដ្ឋកិច្ចឌីជីថល សង្គមកម្ពុជាត្រូវតែមានសមត្ថភាពក្នុងការផលិត

ជ្រើសរើស បន្សាំ បង្កើតមុខរបរ និងប្រើប្រាស់ពុទ្ធិ ដើម្បីរក្សានិរន្តរភាពនៃកំណើន និងកែលម្អជីវភាពរស់នៅ។ សមត្ថភាពទាំងនេះ អាចកើតឡើងនៅពេលពលរដ្ឋកម្ពុជាមានឱកាសក្នុងការទទួលបានបទពិសោធន៍ពីការស្រាវជ្រាវ ការបណ្ដុះគំនិតច្នៃប្រឌិត និងការស្វែងរកនវានុវត្តន៍។

កំណែទម្រង់វិស័យអប់រំ គឺជាការត្រួសត្រាយមាគ៌ាសម្រាប់ដំណើរឆ្ពោះទៅកាន់សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិ និងប្រជាពលរដ្ឋប្រកបដោយភាពរស់រវើក។ តាមរយៈមូលដ្ឋានអប់រំ សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិនឹងប្រមូលផ្ដុំ បង្កើត និងចែករំលែក ទៅកាន់សមាជិកក្នុងសង្គមនូវសម្បទាអប់រំ ពិសេសគឺពុទ្ធិសម្បទា ក្នុងបុព្វហេតុនៃមនុស្សជាតិ និងឧត្តមប្រយោជន៍នៃប្រទេស។ សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិ គឺពុំគ្រាន់តែជាសង្គមដែលសម្បូរព័ត៌មានប៉ុណ្ណោះទេ តែជាសង្គមដែលប្រជាពលរដ្ឋអាចធ្វើបរិវត្តកម្មពីព័ត៌មានទៅជាមូលធនប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព។ ការរីកចម្រើនទៅមុខជាលំដាប់នៃបច្ចេកវិទ្យានិងតំណភ្ជាប់ បានពង្រីកព្រំដែននៃការចូលទៅកាន់ និងការទទួលបានព័ត៌មានជាសកល ហើយដែលក្នុងន័យនេះ ការអប់រំនឹងបន្តវិវត្តទៅមុខនិងមានការផ្លាស់ប្ដូរ។ សង្គមមួយដែលមានអំណាន និងរបាប់ជាបុរេលក្ខខណ្ឌនៃជីវភាពប្រចាំថ្ងៃនៃប្រជាពលរដ្ឋ ពេលនោះបំណិននៃអំណាន និពន្ធ និងការគណនាលេខនព្វន្ត គឺជាចលករនៃការរៀនរបស់សិស្ស។ ជាតុដ៏ចម្បងមួយដែលស្ថិតនៅក្នុងការកសាងសង្គមដែលប្រកបដោយពុទ្ធិគឺសៀវភៅសិក្សាហើយការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សាជាប្រចាំ គឺជានវានុវត្តន៍នៃវិស័យអប់រំដែលនាំទៅរកការសិក្សាពេញមួយជីវិត ការអភិវឌ្ឍសម្បទាអប់រំ និងការចែករំលែកចំណេះដឹង។ មូលដ្ឋានអប់រំ ជាពិសេសគឺគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សាត្រូវមានតួនាទីដែលប្រកបដោយការឆ្លើយតបចំពោះតម្រូវការខាងលើនេះ។ សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងបុគ្គលិកអប់រំត្រូវបន្តសិក្សាជាប់ជានិច្ច តាមរយៈការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ហើយដែលសៀវភៅសិក្សាទាំងនេះនឹងក្លាយជា ស្ពាននៃទំនាក់ទំនងរវាងនវានុវត្តន៍នៃបច្ចេកវិទ្យា និងការរៀន និងបង្រៀននៅក្នុងថ្នាក់រៀន។

សង្គមដែលប្រកបពុទ្ធិ ក៏ជាសង្គមដែលបណ្ដុះឱ្យមានរចនាសម្ព័ន្ធទន់នៃសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើពុទ្ធិដែរ។ ឧទាហរណ៍ជាក់ស្ដែងនៃបែបផែននេះរួមមាន Silicon Valley នៃសហរដ្ឋអាមេរិក សួនឧស្សាហកម្មវិស្វកម្មអាកាសយានយន្តនិងយានយន្តនៅទីក្រុង Munich ប្រទេសអាល្លឺម៉ង់ តំបន់ជីវបច្ចេកវិទ្យានៅក្រុង Hyderabad ប្រទេសឥណ្ឌា តំបន់ផលិតគ្រឿងអេឡិចត្រូនិកនិងសារគមនាគមន៍ ឌីជីថលនៅទីក្រុង Seoul ប្រទេសកូរ៉េខាងត្បូង ក៏ដូចជាសួនឧស្សាហកម្មថាមពល និងឥន្ធនគីមីសាស្ត្រនៃប្រទេសប្រេស៊ីល ហើយក៏នៅមានទីក្រុងនៃប្រទេសជាច្រើនទៀតនៅលើពិភពលោក។ លក្ខណៈសម្បត្តិនៃទីក្រុងទាំងនេះគឺការប្រើប្រាស់និន្នាការនៃការអភិវឌ្ឍដែលជំរុញ និងតម្រង់ទិសដោយចំណេះ ដឹង ហើយដែលចំណេះដឹងទាំងនោះកើតចេញជាដំបូងពីការវិនិយោគទៅលើគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា ស្ថាប័នស្រាវជ្រាវ មជ្ឈមណ្ឌលឧត្តមភាពនៃជំនាញជាន់ខ្ពស់ ការប្រកួតប្រជែងដោយគុណាធិបតេយ្យ និងជាពិសេសគឺការបណ្ដុះវប្បធម៌អំណាននិងនិពន្ធសៀវភៅ។ ល្បឿននៃការ រីកចម្រើនផ្នែកពុទ្ធិ និងបច្ចេកវិទ្យាកំពុងមានសន្ទុះលឿនជាងអ្វីដែលសិស្ស និងនិស្សិតអាចទទួលបានពីគ្រូនៅគ្រឹះស្ថានសិក្សា ដែលធ្វើឱ្យគោលដៅនៃការអប់រំនៅពេលបច្ចុប្បន្ននេះ មានការប្រឈមខ្លាំងជាងពេលណាទាំងអស់។ ឧទាហរណ៍ ក្នុងមួយឆ្នាំមានសៀវភៅជាង២,២លានចំណងជើង ត្រូវបានសរសេរនិងបោះពុម្ព ដែលក្នុងនោះប្រទេសចិនមាន ៤៤០ពាន់ ចំណែកឯសហរដ្ឋអាមេរិកមាន ៣០៥ពាន់ និងប្រទេសរុស្ស៊ីមាន ១២០ពាន់ចំណងជើង។

ខណៈពេលដែលបច្ចេកវិទ្យាកំពុងរីកចម្រើនជារៀងរាល់ថ្ងៃ មធ្យោបាយសម្រាប់អំណានក៏មានច្រើនជម្រើសសម្រាប់សិស្ស-និស្សិត និងសាធារណៈជន រួមមានការអានសៀវភៅ ការអានលើឧបករណ៍ អេឡិចត្រូនិក ការអានដោយប្រើទូរសព្ទឆ្លាត និងការអានលើកុំព្យូទ័រ ដែលសុទ្ធសឹងជាមធ្យោបាយសំខាន់ៗដែលនាំអ្នកអានទាំងឡាយឱ្យសម្រេចគោលបំណងអានរបស់ខ្លួន។ ម្យ៉ាងវិញទៀត អំណានដោយប្រើមធ្យោបាយបច្ចេកវិទ្យា

ទំនើប ចំណាយពេលតិច ងាយស្រួលអាន និងជួយដល់បរិស្ថានមួយកម្រិតទៀត។ នាពេលបច្ចុប្បន្ន សិស្ស-និស្សិត និងសាធារណៈជនកម្ពុជាដែលស្រឡាញ់អំណានកំពុងតែប្រើប្រាស់មធ្យោបាយអំណានទាំងនេះ។ បើយើងក្រឡេកមើលទៅប្រទេសជឿនលឿន ទោះបីជាបច្ចេកវិទ្យារីកចម្រើនខ្លាំងយ៉ាងណា អំណានតាមរយៈសៀវភៅនៅតែមានសន្ទុះដដែល។ ម្យ៉ាងវិញទៀត បច្ចេកវិទ្យាអានបែបទំនើបតាមរយៈឧបករណ៍ទំនើប អាស្រ័យលើលទ្ធភាពនៃធនធានអប់រំឌីជីថល និងមាតិកាឌីជីថលគ្រប់គ្រាន់ដែលបានផលិត និងបង្ហោះចែកចាយសម្រាប់អំណាន។

ក្នុងបរិបទកម្ពុជា ជាពិសេសក្នុងបរិការណ៍នៃការផ្ទុះរីករាលដាលនៃជំងឺកូវីដ-១៩ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានជំរុញឱ្យមានបរិវត្តកម្មឌីជីថលនៅក្នុងអេកូស៊ីស្តែមនៃការអប់រំ ជាពិសេសការអប់រំ តាមប្រព័ន្ធអេឡិចត្រូនិក និងការអប់រំពីចម្ងាយដើម្បីលើកកម្ពស់អំណាន តាមរយៈការផលិតមាតិកា ឌីជីថល ដែលមានភាពចម្រុះ ការកសាងសមត្ថភាពផ្នែកតំណភ្ជាប់និងវេទិកាឌីជីថល ការពង្រីកវិសាលភាពនៃមជ្ឈមណ្ឌលទិន្នន័យ និងការលើកកម្ពស់គុណភាពនៃការផលិតធនធានអប់រំឌីជីថល គួបផ្សំ ជាមួយការចែកសន្លឹកកិច្ចការឱ្យសិស្សយកទៅរៀននៅផ្ទះ និងការចុះទៅជួបជាមួយសិស្សជាបណ្តុំនៅតាមសហគមន៍។ ក្នុងន័យលើកកម្ពស់អំណាន និងភាពសម្បូរបែបនៃធនធានសៀវភៅសិក្សា ឱ្យកាន់តែមានប្រសិទ្ធភាពនិងភាពសក្តិសិទ្ធិ និងផ្តល់ឱកាសអំណានកាន់តែច្រើនថែមទៀត ដល់សិស្សានុសិស្ស និស្សិត និងសាធារណៈជន ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាលើកទឹកចិត្តនូវចំណុចមួយចំនួនដូចខាងក្រោម៖

1. សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងបុគ្គលិកអប់រំ សូមបន្តនិងបង្កើនការបោះពុម្ពស្នាដៃបន្ថែមទៀត ដើម្បីធ្វើឱ្យធនធានសម្រាប់អំណានកាន់តែសម្បូរបែប ជាពិសេសធនធានអំណានជាខេមរភាសា
2. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា សូមផ្តល់លទ្ធភាពគ្រប់បែបយ៉ាង ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់ និង និស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សាអាចចូលរួមអាន និងសិក្សាស្រាវជ្រាវតាមគ្រប់លទ្ធភាពជាមួយធនធានអំណាន ជាពិសេសការរៀបចំឱ្យមានពេលវេលាសម្រាប់សហសិក្សា និងអំណានក្នុងបណ្ណាល័យ
3. សាស្ត្រាចារ្យតាមមុខវិជ្ជា និងអ្នកស្រាវជ្រាវតាមជំនាញឬវិស័យ ត្រូវរៀបចំដំណើរការរៀន បង្រៀន និងស្រាវជ្រាវដែលមានដាក់បញ្ចូលកិច្ចការស្វ័យសិក្សា សហសិក្សា ឬការស្រាវជ្រាវបណ្ណាល័យដែលតម្រូវឱ្យនិស្សិត ត្រូវអាននិងស្រាវជ្រាវជាមួយធនធានអំណាន
4. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងមជ្ឈមណ្ឌលស្រាវជ្រាវ ត្រូវខិតខំឱ្យអស់លទ្ធភាពក្នុងការបង្កើតបណ្ណាល័យ មជ្ឈមណ្ឌលរក្សាឯកសារ ឬមជ្ឈមណ្ឌលអប់រំឌីជីថល ជាដើម ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់ និងនិស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សា អាចទទួលបាន និងស្វែងរកប្រភពសម្រាប់អំណាន កាន់តែសម្បូរបែប និងមានភាពបត់បែន ឆ្លើយតបតាមតម្រូវការអ្នកអាន
5. និស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សា ត្រូវខិតខំនិងចំណាយពេលអាន និងចាត់ទុកវប្បធម៌ និងអកប្បកិរិយាអំណានជាផ្នែកមួយ នៃពេលវេលានិងភាពស៊ីវិល័យនៃជីវិតប្រចាំថ្ងៃ
6. បងប្អូនជនរួមជាតិ ដែលជាមាតាបិតា ឬអ្នកអាណាព្យាបាល សូមជួយជំរុញនិងបង្កលក្ខណៈកាន់តែច្រើនថែមទៀត ជាពិសេសការលៃលកចំណាយនៅក្នុងគ្រួសារសម្រាប់ការទិញសម្ភារៈសិក្សា សៀវភៅ អាន និងឧបករណ៍សម្រាប់អំណានដល់កូនៗ ដែលចាត់ទុកជាការវិនិយោគមួយដ៏សំខាន់ សម្រាប់បង្កើនចំណេះដឹង និងអនាគតរបស់ពួកគេ។

ដោយមានការគាំទ្រពីក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ នៅឆ្នាំ២០២០ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានបង្កើតមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ដែលហៅកាត់ថា "មូលនិធិ ស.គ.ន" និងហៅជាភាសាអង់គ្លេស

ថា The Research Creativity and Innovation Fund ដែលហៅកាត់ជាភាសាអង់គ្លេសថា "RCI- Fund"។ គោលដៅចម្បងនៃមូលនិធិនេះ គឺរួមចំណែកលើកកម្ពស់វប្បធម៌នៃការស្រាវជ្រាវ បំផុសគំនិតច្នៃប្រឌិត និងជំរុញការធ្វើនវានុវត្ត ដើម្បីជាប្រយោជន៍ដល់វិស័យអប់រំ យុវជន និងកីឡា ដែលឆ្លើយតបទៅនឹងទីផ្សារពលកម្ម និងសាកលភាវូបនីយកម្ម។ មូលនិធិ ស.គ.ន បានសម្រេចកំណត់ប្រធានបទ ជាអាទិភាពសម្រាប់ការគាំទ្រដោយមូលនិធិចំនួន៣ រួមមាន ឌីជីថលនីយកម្មសម្រាប់បដិវត្តឧស្សាហកម្ម៤.០ (Digitalization for IR.4.0) ការស្រាវជ្រាវអនុវត្តលើវិស័យកសិកម្ម (Applied Agricultural Research) និងការស្រាវជ្រាវគរុកោសល្យ សតវត្សទី២១ (21st Century Pedagogy Research)។

ដោយមានការធ្វើអាទិភាពវូបនីយកម្មទៅលើទិសដៅនៃការប្រើប្រាស់ថវិកាមូលនិធិ សម្រាប់ឆ្នាំ២០២០ ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ និងក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានផ្តល់ការគាំទ្រដល់ការ **រៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សា(Text book) ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា**។ គោលបំណងនៃការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា គឺដើម្បីបង្កើនបរិមាណ លើកកម្ពស់គុណភាព និងពង្រីកសមធម៌នៃធនធានសិក្សាជាខេមរភាសា ជូនដល់និស្សិតដែលកំពុងបន្តការសិក្សា និងត្រៀមខ្លួនធ្វើការស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ លើសពីនេះទៀតការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា មានគោលដៅដូចខាងក្រោម ៖

- ឆ្លើយតបជាបន្ទាន់ចំពោះការខ្វះខាតធនធានសិក្សា ដែលជាតម្រូវការសិក្សារបស់និស្សិត នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា
- លើកកម្ពស់ទំនើបភាវូបនីយកម្ម និងឧត្តមានុវត្តន៍នៃការរៀននិងបង្រៀន និងការស្រាវជ្រាវនៅលើមុខវិជ្ជាកម្មវិធីសិក្សា ឬមុខជំនាញជាក់លាក់
- បង្កើនភាពស៊ីជម្រៅក្នុងការកសាងវិជ្ជាជីវៈនិងបទពិសោធន៍សម្រាប់បានៈសាស្ត្រាចារ្យ និងអ្នកស្រាវជ្រាវ
- រួមចំណែកដល់ការកសាងភាពជាសហគមន៍វិជ្ជាជីវៈ ការចែករំលែកបទពិសោធន៍ និងវប្បធម៌នៃការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។

ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានវាយតម្លៃខ្ពស់ចំពោះការបោះជំហានប្រកបដោយមនសិការវិជ្ជាជីវៈនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងបុគ្គលិកអប់រំទាំងអស់ ក្នុងការរៀបចំ រៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ដើម្បីបង្កើនបរិមាណ លើកកម្ពស់គុណភាព និងពង្រឹងសមធម៌នៃធនធានសិក្សាជាខេមរភាសា ជូននិស្សិតដែលកំពុងបន្តការសិក្សា និងត្រៀមខ្លួនធ្វើការស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ សៀវភៅសិក្សាជាផ្នែកមួយនៃការទទួលស្គាល់គុណភាពអប់រំនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងជាធនធានសិក្សាដែលជាមូលដ្ឋានមួយដ៏សំខាន់ ក្នុងការគាំទ្រដល់ការបង្រៀន និងរៀន ហើយត្រូវមានបរិមាណគ្រប់គ្រាន់ ឆ្លើយតបទៅនឹងកម្មវិធីអប់រំ និងតម្រូវការសិក្សាស្រាវជ្រាវ។ ជាគោលការណ៍ គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សាទាំងអស់ ត្រូវមានសៀវភៅសិក្សាដែលប្រើជាគោលសម្រាប់មុខវិជ្ជានីមួយៗ។ ចំនួនសៀវភៅសិក្សាដែលគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ការស្រាវជ្រាវ និងការសិក្សារបស់និស្សិត ត្រូវមានយ៉ាងតិចមួយចំណងជើងក្នុងមួយមុខវិជ្ជា ហើយត្រូវតម្កល់យ៉ាងតិច២ច្បាប់ នៅក្នុងបណ្ណាល័យ ឬអាចរកបានតាមប្រព័ន្ធអេឡិចត្រូនិក។ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា លើកទឹកចិត្តបន្ថែមទៀតជូនដល់គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សារដ្ឋ និងឯកជនដែលបានស្នើសុំថវិកាមូលនិធិរួច សូមចូលរួមបន្ថែមទៀតដើម្បីបង្កើនចំនួនចំណងជើងសៀវភៅ។ ចំណែកគ្រឹះស្ថានឧត្តម-សិក្សារដ្ឋនិងឯកជនដែលពុំទាន់បានដាក់ពាក្យស្នើសុំ សូមចូលរួម ដើម្បីជាគុណប្រយោជន៍ដល់តម្រូវការដ៏ទទូច និងថ្លៃថ្លានៃនិស្សិតកម្ពុជាក្នុងការសិក្សា និងស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។

សេចក្ដីបញ្ជាក់
នៃមូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍

សៀវភៅសិក្សានេះជាលទ្ធផលនៃការស្នើសុំអនុវត្តថវិកាមូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ក្នុងគម្រោង**រៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។** សៀវភៅសិក្សានេះ ត្រូវបានរៀបរៀង និពន្ធ ឬកែលម្អដោយមានការធានាអះអាងថាជាស្នាដៃរបស់អ្នកនិពន្ធផ្ទាល់ និងបានឆ្លងកាត់ត្រួតពិនិត្យ ផ្ដល់យោបល់ និងវាយតម្លៃដោយក្រុមប្រឹក្សាអប់រំ ក្រុមប្រឹក្សាស្រាវជ្រាវ ឬក្រុមប្រឹក្សាដែលមានតម្លៃស្មើនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងតាមរយៈកិច្ចសន្យាដែលបានធ្វើឡើង និងដែលបានតម្កល់ទុកនៅមូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍។ រាល់ខ្លឹមសារ ការបកស្រាយ និងរូបភាព គឺជាជំហរនិងទស្សនៈផ្ទាល់របស់អ្នកនិពន្ធ ហើយពុំឆ្លុះបញ្ចាំង ឬជាតំណាងដល់មូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍នៃក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា ឡើយ។

អារម្ភកថា

ភាវៈរស់ទាំងអស់រួមផ្សំទៅដោយកោសិកាដែលជាសមាសធាតុតូចបំផុតរបស់រាងកាយ។ ក្នុងកោសិកានីមួយៗមានសកម្មភាព និងប្រតិកម្មគីមីជាច្រើនកើតឡើងមិនឈប់ឈរ ដើម្បីជួយធ្វើឱ្យរាងកាយរបស់ភាវៈរស់អាចរស់នៅ និងសម្របខ្លួនទៅក្នុងបរិយាកាស។ រុក្ខជាតិមានប្រតិកម្មគីមីជាច្រើនដូចជា ប្រតិកម្មការធ្វើរស្មីសំយោគ ប្រតិកម្មដំណកដង្ហើម ប្រតិកម្មបំបែកជាតុសារជាតុផ្សេងៗជាដើម។ ដោយសកម្មភាពទាំងនោះត្រូវបានជំរុញដោយអង់ស៊ីម រួមទាំងពពួកអរម៉ូនរុក្ខជាតិផងដែរ។ អរម៉ូនរុក្ខជាតិជាសារជាតុដែលជំរុញ និងគ្រប់គ្រងដំណើរការមេតាប៉ូលីសក្នុងកោសិការុក្ខជាតិមិនថាបង្កើន ឬបន្ថយប្រតិកម្មទាំងនោះ។ ដោយសារវាជាអ្នកគ្រប់គ្រងប្រតិកម្មទាំងនោះនេះហើយ ដែលធ្វើ ឱ្យវាមានតួនាទីសំខាន់ក្នុងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ រួមទាំងការសម្របខ្លួនរបស់រុក្ខជាតិទៅនឹងបរិស្ថានផងដែរ។

ក្នុងសៀវភៅនេះដែរ អ្នករៀបរៀងបានខិតខំរៀបរៀងឯកសារដែលមានប្រភពគួរជឿជាក់ និងច្បាស់លាស់ មិនថាជាឯកសារដែលមានបោះពុម្ពក្នុងប្រទេស ក្រៅប្រទេស អត្ថបទស្រាវជ្រាវផ្សេងៗ ដើម្បីជាមូលដ្ឋានចំណេះដឹងសម្រាប់និស្សិត ដែលអាចធ្វើឱ្យនិស្សិតបានទទួលចំណេះដឹងយ៉ាងពិតប្រាកដ។

អ្នករៀបរៀងសូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅចំពោះ**មូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ នៃក្រសួងអប់រំយុវជន និងកីឡា** ដែលមានគោលគំនិតយ៉ាងខ្ពង់ខ្ពស់ក្នុងការបង្កើតសកម្មភាពការបង្កើតសៀវភៅសិក្សានេះ ហើយក៏សូមអរគុណដល់**ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ**ដែលបានផ្តល់ជំនួយផ្នែកថវិកាក្នុងការរៀបរៀង និងនិពន្ធសៀវភៅនេះប្រកបដោយភាពជោគជ័យ។

សួ វណ្ណៈ

មាតិកា

មេរៀន	ទំព័រ
មេរៀនទី ១ សេចក្ដីផ្ដើមនៃសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់រុក្ខជាតិ	1
ទម្រង់របស់រុក្ខជាតិមានផ្កា	1
ការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ	11
កត្តាដែលមានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ	15
សំណួរប្រចាំមេរៀន	23
មេរៀនទី ២ សារធាតុអុកស៊ីន	24
ប្រវត្តិការរកឃើញនៃអុកស៊ីន	24
អុកស៊ីនធម្មជាតិ	25
អុកស៊ីនសំយោគ	27
តួនាទី និងឥទ្ធិពលនៃអុកស៊ីនលើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ	29
គោលការណ៍ការធ្វើការ និងការបម្លាស់ទីរបស់អុកស៊ីនក្នុងរុក្ខជាតិ	34
អុកស៊ីនសំយោគសំខាន់ៗ និងការប្រើប្រាស់ក្នុងវិស័យកសិកម្ម	34
សំណួរប្រចាំមេរៀន	35
មេរៀនទី ៣ ជីបឺរេលលីន	36
ប្រវត្តិការប្រទះឃើញសារធាតុជីបឺរេលលីន	36
ការសំយោគសារធាតុជីបឺរេលលីន	37
ការពិសោធទាក់ទងនឹងសារធាតុជីបឺរេលលីន	38
ឥទ្ធិពលនៃជីបឺរេលលីនលើសរីរវិទ្យារបស់រុក្ខជាតិ	38
សំណួរប្រចាំមេរៀន	41
មេរៀនទី ៤ ស៊ីតូគីនីន	42
ប្រវត្តិការរកឃើញសារធាតុស៊ីតូគីនីន	42
ការសំយោគស៊ីតូគីនីន	43
ស៊ីតូគីនីនដែលប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិ	43
ការពិសោធទាក់ទងនឹងស៊ីតូគីនីន	44
ឥទ្ធិពលនៃស៊ីតូគីនីនលើសរីរវិទ្យារបស់រុក្ខជាតិ	44
ការប្រើស៊ីតូគីនីនក្នុងវិស័យកសិកម្ម	46
សំណួរប្រចាំមេរៀន	47
មេរៀនទី ៥ អេធីលីន	48
ប្រវត្តិការរកឃើញអេទីឡែន	48
ការសំយោគអេទីឡែន	49
គុណសម្បត្តិរបស់អេទីឡែន	50
ឥទ្ធិពលនៃអេទីឡែនលើសរីរវិទ្យារបស់រុក្ខជាតិ	52

មេរៀន	ទំព័រ
ការនាំយកអេទីឡែនមកប្រើប្រាស់	54
សំណួរប្រចាំមេរៀន	54
មេរៀនទី ៦ សារធាតុរាំងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ	55
អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក	55
ប្រវត្តិការរកឃើញអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក	55
ការសំយោគអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក	56
ការពិសោធទាក់ទងនឹងសារធាតុអ៊ែបស៊ីស៊ីក	58
ឥទ្ធិពលនៃសារធាតុអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក	58
សំណួរប្រចាំមេរៀន	60
មេរៀនទី ៧ សារធាតុរាំងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ	61
ក្រុមសារធាតុរាំងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ	61
ការប្រើសារធាតុរាំងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ	63
សំណួរប្រចាំមេរៀន	65
មេរៀនទី ៨ ប្រាស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីត	66
ប្រវត្តិការរកឃើញសារធាតុប្រាស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីត	66
ការពិសោធសារធាតុប្រាស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីត	67
ឥទ្ធិពលនៃសារធាតុប្រាស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតលើសរីរវិទ្យារបស់រុក្ខជាតិ	68
សំណួរប្រចាំមេរៀន	69
មេរៀនទី ៩ ចាស្មូនេត	70
ប្រវត្តិការរកឃើញសារធាតុចាស្មូនេត	70
ការសំយោគ និងតួនាទីរបស់អាស៊ីតចាស្មូនិក	70
សំណួរប្រចាំមេរៀន	71
មេរៀនទី ១០ សាលិសាយលេត	72
ប្រវត្តិការរកឃើញសារធាតុសាលិសាយលេត	72
ការសំយោគ និងការបម្លាស់ទីរបស់អាស៊ីតសាលិសាយលិក	72
ឥទ្ធិពលរបស់សាលិសាយលេតលើសរីរវិទ្យារបស់រុក្ខជាតិ	73
សំណួរប្រចាំមេរៀន	74
មេរៀនទី ១១ សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិក្នុងវិស័យកសិកម្ម	75
ការប្រើប្រាស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិសម្រាប់ការផលិតឈើលម្អ	76
ការប្រើប្រាស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិក្នុងការងារបណ្តុះជាលិការុក្ខជាតិ	78
កត្តាដែលមានឥទ្ធិពលលើប្រសិទ្ធភាពអរម៉ូនរុក្ខជាតិ	79
សំណួរប្រចាំមេរៀន	85

មេរៀន	ទំព័រ
ឯកសារយោង	86
ពាក្យបច្ចេកទេស	88

មាតិកាប្រតិបត្តិការ

ប្រតិបត្តិការ	ទំព័រ
ប្រតិបត្តិការទី ១ ទម្រង់សារជាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់រុក្ខជាតិ	110
ប្រតិបត្តិការទី ២ សារជាតុបន្ថែមប្រសិទ្ធភាព	114
ប្រតិបត្តិការទី ៣ ការគណនា និងត្រៀមសារជាតុ	117
ប្រតិបត្តិការទី ៤ ការពិសោធសារជាតុអុកស៊ីន	123
ប្រតិបត្តិការទី ៥ ឥទ្ធិពលនៃអុកស៊ីនលើការកើតឫសនៃមែកផ្សាំ	125
ប្រតិបត្តិការទី ៦ ការជំរុញឱ្យកើតអង់ស៊ីមអាល់ហ្វាអាមីលេស	127
ប្រតិបត្តិការទី ៧ ការលូតលាស់ផ្នែកខាងរបស់រុក្ខជាតិ	129
ប្រតិបត្តិការទី ៨ ការពង្រីកទំហំរបស់ស្លឹកកូទីលេដុន	131
ប្រតិបត្តិការទី ៩ ការពន្លូតខ្លួនរបស់ដើមរុក្ខជាតិ	132
ប្រតិបត្តិការទី ១០ ការទុំរបស់ផ្លែឈើ	134
ប្រតិបត្តិការទី ១១ សារជាតុកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃក្រុមអុកស៊ីន	136
សារជាតុគីមីដែលប្រើក្នុងប្រតិបត្តិការ	139
ពាក្យបច្ចេកទេស	140

មាតិការូបភាព

រូបភាព	ទំព័រ
រូបភាព ១.១ ទម្រង់រូបផ្គុំរបស់កោសិការុក្ខជាតិ	2
រូបភាព ១.២ ទម្រង់រូបផ្គុំរបស់ដើមរុក្ខជាតិ	7
រូបភាព ១.៣ វដ្តជីវិតរបស់រុក្ខជាតិបែបងាយ	12
រូបទី ២.១ ការពិសោធរបស់ Charles Darwin	24
រូបភាព ២.១ ការពិសោធរបស់ Frits Went	25
រូបភាព ២.៣ Indol-3-acetic acid (IAA)	26
រូបភាព ២.៤ អុកស៊ីនសំយោគប្រភេទផ្សេងៗ	28
រូបភាព ២.៥ កំហាប់នៃអុកស៊ីនលើការលូតលាស់ផ្នែកឫស ពន្លក និងមែក	29
រូបភាព ២.៦ បាតុភូត apical dominance ដែលកើតក្នុងរុក្ខជាតិ	30
រូបភាព ២.៧ ឥទ្ធិពលនៃអុកស៊ីនលើការពង្រីកទំហំរបស់កោសិកា	32
រូបភាព ២.៨ ឥទ្ធិពលនៃអុកស៊ីនលើកម្លាំងទំនាញរបស់រុក្ខជាតិ	33
រូបភាព ២.៩ ឥទ្ធិពលនៃអុកស៊ីនដែលមានប្រតិកម្មលើទំនាញផែនដីនៃឫសរុក្ខជាតិ	33
រូបភាព ៣.១ រូបផ្គុំរបស់សារធាតុជីបឺរេលលីន និង GA_3	36
រូបភាព ៣.២ ក្រាហ្វិកនៃ Mevalonic acid via for the biosynthesis of gibberellins, cytokinins និង abscisic acid	37
រូបភាព ៣.៣ តួនាទីរបស់ជីបឺរេលលីនក្នុងការដុះរបស់គ្រាប់ពូជ	40
រូបភាព ៤.១ ទម្រង់របស់សារធាតុស៊ីតូគីនីន និង zeatin	42
រូបភាព ៥.១ ទម្រង់រូបផ្គុំរបស់អេធីលីន	48
រូបភាព ៦.១ ទម្រង់របស់អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក	55
រូបភាព ៦.២ ការសំយោគសារធាតុអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក (abscisic acid, ABA)	57
រូបភាព ៨.១ ទម្រង់របស់សារធាតុប្រាសស៊ីណូឡាយ	66
រូបភាព ៩.១ ការសំយោគអាស៊ីតចាស្មូនិក	71
រូបភាព ប្រ.៤.១ បង្ហាញពីការវាស់មុំស្លឹកកូទីលេដុងក្នុង Raphanus petiole curvature test	124

វិទ្យាស្ថានបច្ចេកវិទ្យាកំពង់ស្ពឺ

ដេប៉ាតឺម៉ង់ក្សេត្រសាស្ត្រ

ជំនាញវិទ្យាសាស្ត្រដំណាំ

មុខវិជ្ជា៖ ការគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ដំណាំ ៣(២-១-០)

កម្រិត៖ បរិញ្ញាបត្រ

ពិពណ៌នាមុខវិជ្ជា

សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ដំណាំក្រុមផ្សេងៗ ដូចជា អរម៉ូនអុកស៊ីន ស៊ីតូគីនីន ជីបឺរេលលីន សារធាតុបន្ថយការលូតលាស់ សារធាតុបញ្ឆោតការលូតលាស់ ឧស្ម័នអេទីឡែន និងសារធាតុបញ្ចេញឧស្ម័នអេទីឡែន ទាំងប្រភេទចម្រាញ់ចេញពីធម្មជាតិនិងផលិតដោយការសំយោគ ការផ្លាស់ប្តូរទីតាំង គោលការណ៍ធ្វើការឥទ្ធិពលរបស់សារធាតុទាំងនេះលើសរីរវិទ្យារបស់រុក្ខជាតិ ការនាំសារធាតុមកប្រើប្រយោជន៍នៃការដាំដុះ និងអាចគណនាកំហាប់របស់សារធាតុដើម្បីនាំសារធាតុនោះទៅប្រើប្រាស់បានយ៉ាងត្រឹមត្រូវ។

និក្ខេបបទមុខវិជ្ជា

គ្រប់ភាវៈរស់ទាំងអស់រស់នៅបានដោយសារវិធីសាស្ត្រផ្នែកគីមីដែលមានក្នុងរាងកាយ ឬអាចហៅថាវិធីមេតាប៉ូលីស (metabolism) ដែលប្រៀបដូចជារោងចក្រមួយដែលដំណើរការគ្មានឈប់ឈរ។ ក្នុងនោះរុក្ខជាតិក៏មានរោងចក្ររបស់ខ្លួនដែរ ដោយក្នុងកម្មវិធីមេតាប៉ូលីសរបស់រុក្ខជាតិត្រូវបានគ្រប់គ្រងដោយអង់ស៊ីមមួយចំនួន ដែលយើងអាចហៅថាអរម៉ូនរុក្ខជាតិ ឬសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ។ អរម៉ូនរុក្ខជាតិទាំងនោះជួយគ្រប់គ្រងដំណើរការមេតាប៉ូលីស មិនឲ្យវាធ្វើការធ្ងន់ពេកដើម្បីសម្របសម្រួលលើតុល្យភាពក្នុងកោសិកាមិនឲ្យខុសប្រក្រតី។ ក្នុងសៀវភៅនេះ និស្សិតនឹងបានសិក្សាអំពីអរម៉ូន ឬសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិសំខាន់ៗដូចជា អុកស៊ីន ស៊ីតូគីនិន ជីបឺរេលីន ។ល។ ដោយសិក្សាពីទម្រង់រូបធាតុ ការធ្វើការ ការសំយោគសារធាតុទាំងនោះ ព្រមទាំងវិធីសាស្ត្រការប្រើប្រាស់ដើម្បីបង្កើនផលការផលិតផ្នែកកសិកម្ម។

មេរៀនទី ១
សេចក្តីផ្តើមសារធាតុការគ្រប់គ្រងការលូតលាស់រុក្ខជាតិ

រុក្ខជាតិជាភាវៈរស់ដែលអាចបម្លែងសារធាតុអសរីរាង្គ (inorganic compound) ឱ្យក្លាយទៅជាសារធាតុសរីរាង្គ (organic compound) ដោយប្រើថាមពលពីពន្លឺព្រះអាទិត្យ ដោយរុក្ខជាតិជាអាហារសម្រាប់ភាវៈរស់ដទៃមិនថា សត្វ មនុស្ស ឬពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយផ្សេងៗនោះទេ។ ក្នុងការបម្លែងសារធាតុអសរីរាង្គទាំងនោះ ត្រូវឆ្លងកាត់វិធីសាស្ត្រ និងប្រតិកម្មគីមីជាច្រើន ដោយកត្តាដែលជួយជំរុញឱ្យមានប្រតិកម្មគឺពពួកអង់ស៊ីម (enzyme) ផ្សេងៗ។ អរម៉ូនរុក្ខជាតិ ឬសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិជាកត្តាចាំបាច់ក្នុងការជំរុញឱ្យកើតប្រតិកម្មគីមីទាំងនោះផងដែរ។ មុននឹងសិក្សាអំពីសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ យើងគួរយល់ដឹងពីមូលដ្ឋានរបស់រុក្ខជាតិជាមុនសិន ដើម្បីឱ្យយល់កាន់តែច្បាស់អំពីសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូត-លាស់របស់រុក្ខជាតិ។

១.១ ទម្រង់របស់រុក្ខជាតិមានផ្កា

រុក្ខជាតិក៏មានលក្ខណៈដូចគ្នាជាមួយភាវៈរស់ដទៃទៀតដែរដែលរួមផ្សំទៅដោយកោសិកាតូចៗ ហើយក្លាយជាសរីរៈដែលមានតួនាទីជាក់លាក់។ សរីរៈទាំងនោះរួមផ្តុំគ្នាកើតជារាងកាយ ឬដើមរុក្ខជាតិ។ ដើមរបស់រុក្ខជាតិថ្នាក់ខ្ពស់ រួមផ្សំទៅដោយឫស មែក ស្លឹក បំពង់នាំ ហើយរុក្ខជាតិដែលមានការវិវឌ្ឍខ្ពស់បំផុតគឺត្រូវមានផ្កា និងផ្លែដើម្បីបន្តពូជទៅរុក្ខជាតិជំនាន់ក្រោយ។

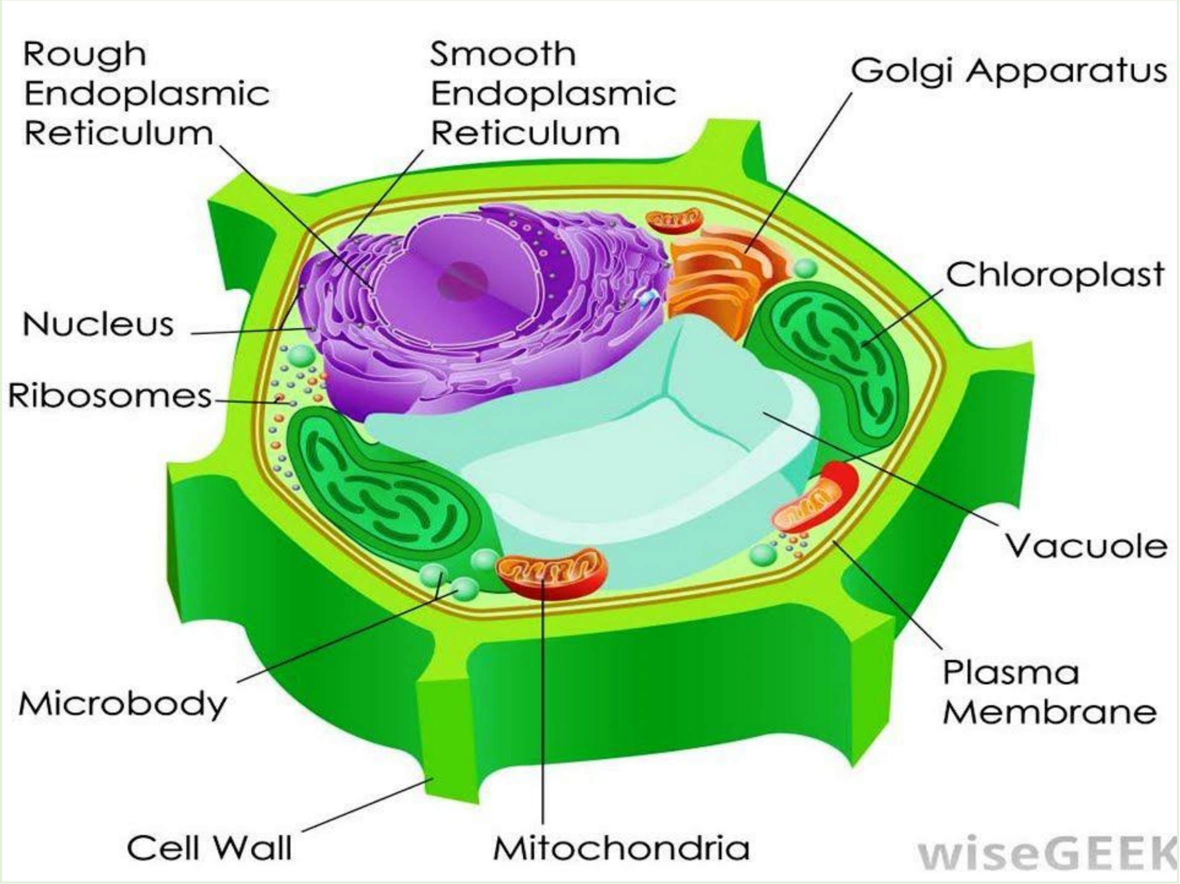
១.១.១ កោសិកា និងជាលិការុក្ខជាតិ

ទម្រង់របស់កោសិការុក្ខជាតិរួមផ្សំទៅដោយផ្នែកសំខាន់ៗ ៣ គឺ ភ្នាសគ្រោង (cell wall) ភ្នាសកោសិកា (cell membrane) និងប្រូតូប្លាស (protoplasm)។

ភ្នាសគ្រោង (The cell wall) ជាទម្រង់ដែលមានក្នុងរុក្ខជាតិគ្រប់ប្រភេទ ដែលធ្វើឱ្យវាមានលក្ខណៈខុសគ្នាពីកោសិការបស់សត្វ។ ភ្នាសគ្រោងមានតួនាទីគោលក្នុងការរុំព័ទ្ធផ្នែករបស់ប្រូតូប្លាស។ ក្រៅពីនេះវាធ្វើឱ្យកោសិកាមានរូបរាងច្បាស់លាស់ ដែលធ្វើឱ្យកោសិកាអាចរក្សានូវរូបរាងបានយូរ ទោះបីជាកោសិកានោះគ្មានជីវិតក៏ដោយ។ ភ្នាសគ្រោងជាអ្នកប្រមូលធាតុផ្សំទាំងអស់របស់កោសិកាឱ្យនៅកន្លែងតែមួយដែលគេហៅថា ប្រូតូប្លាស (protoplast)។ ភ្នាសគ្រោងរួមផ្សំទៅដោយសារធាតុសែលុយឡូស (cellulose) ដែលជាប្រភេទសែលុយឡូសបែបសរសៃ (fibrils) ដែលធ្វើឱ្យភ្នាសគ្រោងមានលក្ខណៈរឹងមាំខ្លាំង ហើយវាកាន់តែរឹងមាំឡើងទៀតសម្រាប់ភ្នាសគ្រោងរបស់រុក្ខជាតិដែលមានអាយុច្រើនដែលមានផ្សំបន្ថែមនៃសារធាតុលីកនីន (lignin) ស៊ូប៊ឺរិន (suberin) គុយទិន (cutin) និងវែក ឬក្រមួន (wax)។

ភ្នាសកោសិកា (plasma membranes) ជាផ្នែកខាងក្រៅបំផុតរបស់ប្រូតូប្លាសគឺភ្នាសកោសិកា ដែលកើតឡើងពីពពួកសារធាតុផូស្វ័រលីពិត (phospholipid) និងប្រូតេអ៊ីន (protein)។ ភ្នាសកោសិការួមផ្សំទៅដោយស្រទាប់ផូស្វ័រលីពិតពីរជាន់រួមជាមួយការពង្រាយខ្លួនរបស់ប្រូតេអ៊ីន។ ប្រូតេអ៊ីនខ្លះនៅឆ្លុះស្រទាប់ផូស្វ័រ-លីពិតដែលគេហៅថា integral proteins ។ ចំណែកប្រូតេអ៊ីនខ្លះនៅចន្លោះរវាងស្រទាប់លើ និងស្រទាប់ក្រោមរបស់ផូស្វ័រលីពិតហៅថា peripheral proteins។ ក្នុងភ្នាសកោសិកាខ្លះ មានសារធាតុពួកកាបូអ៊ីដ្រាត

(carbohydrate) នៅជាប់ជាមួយផូស្វ័រលីពិត និងប្រូតេអ៊ីន។ កាបូអ៊ីដ្រាតដែលនៅជាប់ជាមួយប្រូតេអ៊ីនគេហៅថា glycoproteins ។ ចំណែកកាបូអ៊ីដ្រាតដែលនៅជាប់ជាមួយផូស្វ័រលីពិតគេហៅថា glycolipids។ ពពួកកាបូអ៊ីដ្រាតភាគច្រើនមានខ្សែម៉ូលេគុលខ្លី គឺមានចាប់ពី ៥ ទៅ ៧ ម៉ូលេគុលនៃម៉ូលេគុលម៉ូណូសាការីត (monosaccharide)។ អ្នកខ្លះបានអធិប្បាយភ្នាសកោសិកានេះថា ប្រូតេអ៊ីនជាដុំភ្នំទឹកកកអណ្តែតកណ្តាលមហាសមុទ្រផូស្វ័រលីពិត។ ភ្នាសកោសិកាស្រទាប់ទីពីរនេះមានតួនាទីជារនាំងការពារការហូរចូលនៃសារធាតុផ្សេងៗ វាអនុញ្ញាតឱ្យសារធាតុមួយចំនួនប៉ុណ្ណោះអាចឆ្លងកាត់វាបាន។



រូបភាព ១.១ ទម្រង់រូបផ្តុំរបស់កោសិការុក្ខជាតិ

(ប្រភព៖ https://www.pinterest.com/pin/9710955425649605/)

ប្រូតូប្លាស (protoplasm) ជាវត្ថុរាវថ្លាមានភាពស្អិតដូចចាហួយ និងមានធាតុកោសិកាប្រភេទផ្សេងៗនៅខាងក្នុងវត្ថុរាវនេះ។ ប្រូតូប្លាសត្រូវបានចែកចេញជា ២ ផ្នែកគឺ ណ្វៃយ៉ូ (nucleus) និងស៊ីតូប្លាស (cytoplasm)។ **ណ្វៃយ៉ូ (nucleus)** ជារូបផ្តុំដែលសំខាន់បំផុតរបស់កោសិកាព្រោះមានតួនាទីក្នុងការគ្រប់គ្រងប្រតិកម្មផ្សេងៗដែលកើតក្នុងកោសិកា និងមានតួនាទីទាក់ទងនឹងការថតចម្លងលក្ខណៈផ្នែកសេនេទិច ឬពន្ធុសាស្ត្រ។ ណ្វៃយ៉ូរួមផ្សំទៅដោយភ្នាសណ្វៃយ៉ូ (nuclear membrane) នុយឃ្លេអូឡាស់ (nucleolus ឬ plasmosome) នូគ្លីអូប្លាសសឹម (nucleoplasm) និងក្រូម៉ូសូម (chromosome)។

ស៊ីតូប្លាស (cytoplasm) គឺផ្នែករបស់ប្រូតូប្លាសដែលនៅខាងក្រៅណ្វៃយ៉ូ។ នៅខាងក្នុងស៊ីតូប្លាសមានទម្រង់ផ្សេងៗអណ្តែតនៅខាងក្នុងដូចជា ពពួកធាតុកោសិកាផ្សេងៗ។ ក្រៅពីនេះវាមាន inclusion ឬ ergastic

substance ច្រើនប្រភេទដូចជា គ្រាប់ម្សៅ (starch grain) ប្រូតេអ៊ីន ខ្លាញ់ ប្រេង ឬគ្រីសស្តាល់ (crystal) របស់សារធាតុផ្សេងៗជាដើម។ យើងអាចឃើញធាតុកោសិកាជាច្រើននៅក្នុងកោសិការបស់រុក្ខជាតិ ដែលធាតុកោសិកាទាំងនេះហ៊ុំព័ទ្ធដោយភ្នាស។ ភ្នាសទាំងនោះមានលក្ខណៈ និងតួនាទីស្រដៀងគ្នាជាមួយនឹងភ្នាសកោសិកា។ ក្នុងស៊ីតូប្លាសមានធាតុកោសិកាជាច្រើនរួមមានៈ

១. ជាតិពណ៌ (plastids) ក្នុងស្លឹករបស់រុក្ខជាតិមានធាតុកោសិកាមួយដែលមានរូបរាងដូចចាននោះគឺ **ក្លរ៉ូប្លាស** (chloroplast) ។ ក្លរ៉ូប្លាសស្តុក**ជាតិពណ៌** (plastid) ជាច្រើន ដោយភាគច្រើនជាជាតិពណ៌របស់**ក្លរ៉ូភីល** (chlorophyll) ដែលធ្វើឱ្យស្លឹកឈើមានពណ៌បៃតង។ នៅមានជាតិពណ៌មួយចំនួនទៀតដូចជា **ការ៉ូទីន** (carotene) ដែលធ្វើឱ្យស្លឹកឈើមានពណ៌ទឹកក្រូច និង **សង់តូភីល** (xanthophyll) ដែលធ្វើឱ្យស្លឹកមានពណ៌លឿង។

២. មីតូកុងទ្រី (mitochondria) វាជាធាតុកោសិកាដែលមានស្រទាប់ហ៊ុំព័ទ្ធពីរជាន់មួយទៀត ដែលជាធាតុកោសិកាមួយជាកន្លែងការកើតប្រតិកម្មគីមីនៃកោសិកាបែបអឺការីយ៉ូត (eukaryotic cell) ដូចជាការដកដង្ហើមរបស់កោសិកា (cellular respiration) ជាដើម។ យើងអាចនិយាយម្យ៉ាងទៀតថា ដង្ហើមកោសិកាគឺជាដំណាក់កាលដែលមានការបំបែកធាតុស្ករគ្លុយកូស (glucose) ឱ្យក្លាយជាថាមពល ATP។ មីតូកុងទ្រីមិនងាយស្រួលសិក្សាដោយមីក្រូទស្សន៍ពន្លឺ (light microscope) នោះទេ ដូច្នេះគេសិក្សាវាដោយប្រើមីក្រូទស្សន៍អេឡិចត្រុង់។ រូបរាង ទំហំ និងបរិមាណរបស់មីតូកុងទ្រីប្រែប្រួលទៅតាមប្រភេទនៃកោសិកា។ តែមីតូកុងទ្រីទាំងអស់មានស្រទាប់ភ្នាសផ្នែកខាងក្រៅរលោង និងភ្នាសផ្នែកខាងក្នុងច្បត់រួញជាច្រើនដែលហៅថា**ចម្រាញ** (cristae)។ ផ្នែកខាងក្នុងរបស់មីតូកុងទ្រីហៅថា **ម៉ាទ្រិច** (matrix) ដោយម៉ាទ្រិចជាកន្លែងស្តុកអង់ស៊ីមជាច្រើនមានតួនាទីក្នុងវិធីការដកដង្ហើម ដោយ cristae ជាកន្លែងកើតថាមពល ATP ។

៣. វ៉ាគុយអូល (vacuole) ដោយកោសិការុក្ខជាតិដែលលូតលាស់ពេញលេញភាគច្រើន មានវ៉ាគុយអូលធំនៅចំកណ្តាលនៃកោសិកា ហើយញែកចេញពីស៊ីតូប្លាស (cytoplasm) ដោយមានភ្នាសរបស់ខ្លួន។ កោសិកាខ្លះវ៉ាគុយអូលស៊ីផ្ទៃរួមរបស់កោសិកាដល់ទៅ ៩០% វារុញស៊ីតូប្លាសទៅជាប់ជាមួយភ្នាសកោសិកា។ ក្នុងវ៉ាគុយអូលមានថង់រុក្ខរស (cell sap) ដែលរួមផ្សំទៅដោយសូលុយស្យុងស្ករ (sugar) អំបិល (salt) អាស៊ីតអាមីណូ (amino acid) ប្រូតេអ៊ីន (protein) និង គ្រីស្តាស់ (crystal)។ ផ្នែកទាំងអស់នេះត្រូវញែកចេញពីស៊ីតូប្លាសដោយភ្នាសវ៉ាគុយអូល។ រុក្ខរសក្នុងកោសិកាមានជាតិជាអាស៊ីតខ្ពស់ ប្រៀបបាននឹងរសជាតិជូររបស់ក្រូចឆ្មារដូច្នេះដែរ។ ផលិតផលនៅក្នុងវ៉ាគុយអូលខ្លះ ជាកាកសំណល់ តែខ្លះទៀតនឹងត្រូវបានផលិតឡើងពេលដែលមានសត្រូវចូលមកវាយលុកកោសិការុក្ខជាតិ។ កំហាប់សារធាតុក្នុងវ៉ាគុយអូលដែលល្អ គឺនៅពេលដែលសូលុយស្យុងនោះថ្លាដូចកញ្ចក់ ឬគ្រីស្តាល់ (crystal)។ ស្លឹករបស់ដើមរុក្ខជាតិលម្អឈ្មោះក្រមុំលាបម្សៅ (Dumb cane: *Dieffenbachia* spp.) មានធាតុពុលដោយសារក្នុងវ៉ាគុយអូលមានពពួក កាល់ស្យូមអុកសាលេត (calcium oxalate crystals) បើយើងបរិភោគនឹងធ្វើឱ្យដំបៅមាត់ និងក ដែលមិនអាចនិយាយបាន។ គ្រាប់ពណ៌អាចមានក្នុងវ៉ាគុយអូលដែលគេហៅថា **អ៊ែនថូស៊ីយ៉ានីន** (anthocyanin) (មានសៀវភៅខ្លះអានថា អង់តូស៊ីនីន) ដែលវាធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិមានពណ៌ផ្សេងៗដូចជាក្រហម ខៀវ ស្វាយជាដើម ដោយវាជាពណ៌របស់ដំណាំច្រើនប្រភេទដូចជា ខ្ទឹមក្រហម និងស្ពៃក្រហមជាដើម។ ពណ៌របស់វ៉ាគុយអូលមិនដូចជាគ្រាប់ពណ៌ដែលមានក្នុងក្លរ៉ូប្លាសនោះទេ គឺវាជាសារធាតុរលាយជាមួយសូលុយស្យុងទឹកហើយពង្រាយនៅពាសពេញថង់រុក្ខរសក្នុងវ៉ាគុយអូល (vacuole)។

៤. រេទិគុយឡូមអង់ដូប្លាស (endoplasmic reticulum: ER) ជាប្រព័ន្ធរបស់ស្រទាប់ស្តើងៗជាបំពង់ផ្សាភ្ជាប់នៅពាសពេញស៊ីតូប្លាស។ ពេលខ្លះ ER ត្រូវបានកោះទៅដោយគ្រាប់តូចៗដែលគេហៅថា **រីបូសូម** (ribosome)។ រីបូសូមផ្គុំទៅដោយ RNA និងប្រូតេអ៊ីន ដែលទាំងពីរនេះគ្មានភ្នាសហ៊ុំព័ទ្ធទេ ហើយវាមានតួនាទីនៃការសំយោគប្រូតេអ៊ីន។ ផ្នែកនៃ ER ដែលមានរីបូសូមចាប់ គេហៅថា រេទីគុយឡូមអង់ដូប្លាសគ្រើម (rough ER) ដោយវាមានតួនាទីក្នុងការសំយោគប្រូតេអ៊ីន។ រីបូសូមក៏មានអណ្តែតគ្មានគោលដៅក្នុងស៊ីតូប្លាសផងដែរ។ ផ្នែករបស់របស់រេទិគុយឡូមអង់ដូប្លាសដែលគ្មានរីបូសូមកោះ ហៅថា **រេទិគុយឡូមអង់ដូប្លាសរលោង** (smooth ER) ដោយមានតួនាទីដឹកនាំ និងវេចខ្ចប់ប្រូតេអ៊ីន រួមទាំងសំយោគលីពិតផងដែរ។

៥. ប្រដាប់កុលស៊ី (Golgi apparatus ឬ Golgi body ឬ Golgi complex) ជាបន្ទះដែលរៀងគ្នាជាជាន់ៗសំប៉ែត មានចំនួនមិនច្បាស់លាស់ ដោយមានចំនួនចាប់ពី ៥ - ១០ តែភាគច្រើនមានប្រហែល ២ - ៨ ។ តួនាទីរបស់វាគឺស្តុកទុក បម្លែង និងវេចខ្ចប់ប្រូតេអ៊ីនដែលផលិតដោយ ER។ ដំបូងប្រតេអ៊ីនត្រូវបញ្ជូនចូលទៅថង់ golgi apparatus ដែលនៅក្នុងនោះប្រូតេអ៊ីនត្រូវបានបម្លែងជាច្រើនយ៉ាងទៅជាម៉ូលេគុលសាំញ៉ាំ បន្ទាប់មកកាបូអ៊ីដ្រាតបានដាក់ចូលជាមួយប្រូតេអ៊ីនឱ្យក្លាយទៅជា glycoprotein។

៦. អង្គតូច (Microbody) ជាធាតុកោសិកាដែលតូច មានរាងទ្រវែង ដែលអង់ស៊ីមជាច្រើនមានប្រតិកម្មនៅទីនោះ។ កោសិការុក្ខជាតិមានអង្គតូចពីរប្រភេទគឺ peroxisome រកឃើញក្នុងស្លឹករុក្ខជាតិដោយមានតួនាទីក្នុងដែនកំណត់មួយនៃការសំយោគពន្លឺ។ មួយប្រភេទទៀតគឺ glyoxysome មានក្នុងការបម្លែងខ្លាញ់ និងស្តុកក្នុងគ្រាប់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ។

៧. ណ្វៃយ៉ូ (The Nucleus)ចំណុចដែលសំខាន់បំផុតក្នុងកោសិកាគឺណ្វៃយ៉ូ វាជាផ្នែកកណ្តាលនៃកោសិកា និងជាកន្លែងស្តុកសេនេទិច (genetic)។ ណ្វៃយ៉ូរុំព័ទ្ធដោយភ្នាសពីរស្រទាប់ និងមានរន្ធតូចៗសម្រាប់ភ្ជាប់ជាមួយស៊ីតូប្លាសដែលគេហៅថា រន្ធណ្វៃយ៉ូ (nuclear pores)។ ភ្នាសនៃណ្វៃយ៉ូមានការតភ្ជាប់ជាមួយ ER ។ ក្នុងណ្វៃយ៉ូមានក្រូម៉ាទីន (chromatin) ដោយក្នុងក្រូម៉ាទីនមាន DNA (សេនេទិច) RNA និងប្រូតេអ៊ីន។ ទម្រង់រូបផ្គុំមួយទៀតក្នុងណ្វៃយ៉ូគឺ នុយក្លេអូល (nucleolus) មានតួនាទីគ្រប់គ្រងការសាង rRNA ដោយ rRNA នឹងចេញតាមរន្ធភ្នាសណ្វៃយ៉ូហើយក្លាយជារីបូសូម។

កោសិកាទាំងនេះរួមផ្គុំគ្នាហើយកើតជាជាលិកា (tissue) ដើម្បីទៅធ្វើតួនាទីដែលចាំបាច់ផ្សេងៗក្នុងដើមរុក្ខជាតិ។ ដោយសារវាមានតួនាទីខុសៗគ្នានេះធ្វើឱ្យជាលិកានីមួយៗមានរូបរាងមិនដូចគ្នាទេ។ ជាលិការុក្ខជាតិចែកចេញជា ២ ក្រុមធំៗគឺ ជាលិកាលូតលាស់ (Meristematic tissue) និងមួយប្រភេទទៀតគឺ ជាលិកាអចិន្ត្រៃយ៍ (permanent tissue non-Meristematic tissue)។

១. ជាលិកាលូតលាស់ (Meristematic tissues) គឺសំដៅទៅលើជាលិការបស់រុក្ខជាតិដែលកំពុងលូតលាស់ មានការចំណែកកោសិកាដើម្បីបង្កើនចំនួន ដែលធ្វើឱ្យកើតមានការលូតលាស់ផ្នែកកម្ពស់ និងការរីកផ្នែកខាងរបស់ដើមរុក្ខជាតិ។ លក្ខណៈសំខាន់របស់ជាលិកាលូតលាស់គឺ កោសិកាមានទំហំតូច ភ្នាសកោសិកាមានកម្រាស់មិនទៀងទាត់ បរិវេណភ្នាសគ្រោងមានរន្ធដែលហៅថា primary pit field ដោយវាមានជាតុផ្សំពីពពួកប៉េកទីន (pectin) និងប្រូតេអ៊ីន (protein) ហើយមានខ្លាញ់តិចតួច (lipid)។ ក្នុងកោសិកាមាន ណ្វៃយ៉ូ (nucleus) ធំ និងរុំព័ទ្ធទៅដោយស៊ីតូប្លាស (cytoplasm) មានមីតូខុនដ្រៀ (mitochondria) បរិមាណច្រើន មានវ៉ាគុយអូល (vacuole) តូច ហើយគ្មានចន្លោះទំនេររវាងកោសិកា។ បើគិតពីតំណែងដែលជាលិកាណាមួយស្ថិតនៅនោះ អាចបែងចែកជាលិការុក្ខជាតិជា **មេជាលិកាកំពូល** (apical meristem) ជាជាលិកាលូតលាស់

ដែលនៅខាងចុងបំផុតរបស់ត្រួយ និងឫស។ ជាលិកានេះមានតួនាទីចំណែកកោសិកាដើម្បីលូតលាស់ផ្នែកត្រួយ និងឫស ដែលតំណែងនេះគឺមានការចំណែកកោសិកាគ្រប់ពេលវេលា (promeristem) និងផ្លាស់ប្តូរទៅជាមេជាលិកាទី ១ (primary tissue) ដោយធ្វើឱ្យកើតជាជាលិកាពិសេសរបស់មេជាលិកាទី ១ ចំនួន ៣ ប្រព័ន្ធរួមមាន ប្រូតូឌែម (protoderm), ប្រូឃែមបៀម (procambium) និងគ្រោនម៉េរីស្ទែម (ground meristem)។ មេជាលិកាទី ១ ត្រូវផ្លាស់ប្តូរមួយដំណាក់កាលទៀតដោយ protoderm ក្លាយទៅជាជាលិកាអេពីឌែម។ ជាលិកា procambium ផ្លាស់ប្តូរទៅជា vascular tissue ចំណែក ground meristem ផ្លាស់ប្តូរទៅជា ground tissue។

មេជាលិកាចន្លោះថ្នាំង (intercalary meristem) ជាលិកាបរិវេណគល់ថ្នាំងរបស់រុក្ខជាតិពពួកស្មៅ និងរុក្ខជាតិម៉ូណូកូទីលេដូនផ្សេងៗ។ ក្នុងរុក្ខជាតិពពួកនេះ មានការចំណែកកោសិកានៅចន្លោះថ្នាំង ដែលជាហេតុធ្វើឱ្យដើមរបស់រុក្ខជាតិពពួកនេះមានដើមវែងជាបន្តបន្ទាប់។

មេជាលិកាចំហៀង (Lateral meristem ឬ axillary meristem) ជាជាលិកាបរិវេណផ្នែកខាងរបស់ដើម និងឫស។ ពេលដែលមានការចំណែកកោសិកាហើយ នឹងធ្វើឱ្យដើមរុក្ខជាតិមានកម្រាស់ក្រាស់ឡើង។ ជាលិកានេះមានដូចជា vascular cambium (អានថា៖ វ៉ាសស្គូឡាឃែមបៀម) និង cork cambium (អានថា៖ ខក់ឃែមបៀម)។ ការចំណែកកោសិកាក្នុងជាលិកានេះនឹងធ្វើឱ្យកើតការលូតលាស់មេជាលិកាទី ២ (secondary tissue) គឺ vascular cambium នឹងក្លាយជា secondary phloem និង secondary xylem ចំណែក cork cambium នឹងក្លាយជា cork និង phelloderm។ ជាលិកាលូតលាស់មានការចំណែកកោសិកា និងបង្កើនចំនួនកោសិកា ផ្នែកខ្លះរបស់កោសិកានឹងមានការផ្លាស់ប្តូរ (differentiation) ពេលដែលមានការលូតលាស់ពេញលេញ និងវិវត្តន៍ទៅជាជាលិកាអចិន្ត្រៃយ៍ដើម្បីមានតួនាទីពិសេសណាមួយទៅតាមតួនាទីរៀងៗខ្លួន។

២. ជាលិកាអចិន្ត្រៃយ៍ (permanent tissue) ជាការរួមផ្សំទៅដោយក្រុមកោសិកាដែលលូតលាស់ពេញលេញ (mature cell) ហើយគ្មានការចំណែកកោសិកាបន្តទៀតនោះទេ លើកលែងតែក្នុងករណីខ្លះដែលរុក្ខជាតិបានទទួលការខូចខាត ធ្វើឱ្យវាបម្លែងខ្លួនទៅជាកោសិកាលូតលាស់ដើម្បីចំណែកកោសិកាមកបិទស្នាមខូចខាតជាថ្មី។ ជាលិកាអចិន្ត្រៃយ៍មានភ្នាសគ្រោង (cell wall) ក្រាស់ មានការសន្សំពពួកសារធាតុបង្កើនភាពរឹងមាំរបស់កោសិកាដូចជា លិកនិន ស៊ូប៊ែរិន ជាដើម។ កោសិកាអចិន្ត្រៃយ៍មានកោសិកាដែលមានវ៉ាគុយអូលខ្នាតធំ ហើយរូបរាងរបស់កោសិកាមិនដូចគ្នាទេ ដោយរូបរាងរបស់កោសិកាផ្លាស់ប្តូរទៅតាមតួនាទីរៀងៗខ្លួន។ ជាទូទៅ ជាលិកាអចិន្ត្រៃយ៍អាចបែងចែកបាន ២ ប្រភេទធំៗដោយផ្អែកទៅលើរូបផ្គុំនៃកោសិការបស់ជាលិកា

អចិន្ត្រៃយ៍បែប Simple permanent tissue ឬអាចហៅថាជាជាលិកាធម្មតា វាកើតឡើងពីក្រុមកោសិកាប្រភេទតែមួយ ដែលផ្លាស់ប្តូរមកធ្វើជាតួនាទីជាមួយគ្នា។ ប្រភេទខ្លះជាកោសិកាមានជីវិត (ពេលលូតលាស់ពេញលេញ ឬក្នុងពេលធ្វើតួនាទីនៅមានប្រូតូប្លាស)។ ប្រភេទខ្លះជាកោសិកាគ្មានជីវិត ដោយក្នុងពេលដែលធ្វើតួនាទីគ្មានប្រូតូប្លាស។ ដោយបរិវេណដែលធ្លាប់ជាប្រូតូប្លាសនឹងក្លាយជាចន្លោះទំនេរហៅថា លូមេន (lumen) ដោយកោសិកាអចិន្ត្រៃយ៍បែបធម្មតាទាំងនេះរួមមាន ជាលិកាអេពីឌែម (epidermis) ជាលិកាប៉ារ៉ង់ស៊ីម (parenchyma) ជាលិកាកូឡង់ស៊ីម (collenchyma) និងជាលិកាស្គ្លេរ៉ង់ស៊ីម (sclerenchyma)។

ចំណែកជាលិកាមួយប្រភេទទៀតហៅថា Complex permanent tissue ឬអាចហៅថាជាលិកាអចិន្ត្រៃយ៍បែបសាំញ៉ាំ វាសំដៅទៅលើជាលិកាដែលរួមផ្គុំទៅដោយក្រុមកោសិកាច្រើនប្រភេទ ដែលចូលមកធ្វើតួនាទីពិសេសមួយក្នុងសរីរៈរបស់រុក្ខជាតិ ដោយក្រុមកោសិកាទាំងនេះរួមមាន ក្រុមបំពង់នាំទឹក ឬស៊ីឡែម (xylem) និងក្រុមបំពង់នាំអាហារ ឬផ្លូអែម (phloem) ។

ក្រៅពីការបែងចែកកោសិកាអចិន្ត្រៃយ៍ជាបែបធម្មតា និងបែបសាំញ៉ាំហើយនោះ យើងអាចបែងចែកជាលិកាអចិន្ត្រៃយ៍របស់រុក្ខជាតិដោយផ្អែកលើតំណែង ឬទីតាំងរបស់ជាលិការុក្ខជាតិ (plant tissue systems) បាន ៣ ប្រព័ន្ធគឺ ប្រព័ន្ធជាលិកា Dermal tissue ជាប្រព័ន្ធជាលិកាផ្នែកខាងក្រៅនៃរុក្ខជាតិ មានតួនាទីការពារគ្រោះថ្នាក់របស់រុក្ខជាតិពីបរិស្ថានខាងក្រៅ ដោយកោសិកាអចិន្ត្រៃយ៍ក្នុងប្រព័ន្ធនេះមានដូចជា កោសិកាអេពីឌែម (epidermis) និងកោសិកាភ័រីឌែម (periderm)។ ទី ២ គឺប្រព័ន្ធជាលិកា Ground tissue ជាប្រព័ន្ធជាលិកាដែលមានតួនាទីសំយោគសារជាតុចិញ្ចឹម រក្សាទុកអាហារសម្រាប់រុក្ខជាតិ ដូចជាជាលិកា epidermis, parenchyma, collenchyma និងជាលិកា sclerenchyma ជាដើម។ ប្រតិកម្មមេតាប៉ូលីស (metabolism) ភាគច្រើន កើតឡើងក្នុងជាលិកាពួកនេះ ជាពិសេសការសំយោគពន្លឺក្នុងជាលិកា parenchyma របស់ស្លឹកជាដើម។ ហើយទី ៣ គឺប្រព័ន្ធជាលិកា Vascular tissue ជាប្រព័ន្ធជាលិកាដែលមានតួនាទីបញ្ជូនទឹក សារជាតុចិញ្ចឹម សារជាតុចិញ្ចឹម ពីក្នុងដី ឬទឹកឡើងទៅចែកចាយក្នុងដើម រួមទាំងជាលិកាដែលនាំសារជាតុអាហារដែលដំណាំបានផលិតពីការសំយោគពន្លឺមកស្តុកទុកកន្លែងផ្សេងៗផងដែរ។ កោសិកាអចិន្ត្រៃយ៍ក្នុងប្រព័ន្ធបំពង់នាំនេះមានដូចជា ជាលិកា xylem និង phloem ។

១.១.២ ឫស ដើម និងស្លឹករបស់រុក្ខជាតិ

សម្រាប់រុក្ខជាតិថ្នាក់ទាបដូចជាដើមម៉ស (moss) វាគ្មានទម្រង់ ឫស និងស្លឹកច្បាស់លាស់នោះទេ ដោយសរីរៈដែលធ្វើតួនាទីស្រដៀងនឹងឫសហៅថារីសយ (rhizoid)។ សម្រាប់រុក្ខជាតិថ្នាក់ខ្ពស់ មានសរីរៈឫស ដើម ស្លឹកច្បាស់លាស់។

១. ឫស (root) ជាទម្រង់រូបផ្គុំ ឬសរីរៈរបស់រុក្ខជាតិដែលភាគច្រើនមិនមានពណ៌ខៀវនោះទេ មានការលូតលាស់ចាក់ចូលទៅក្នុងដីតាមទំនាញរបស់ផែនដី។ បើសិនជាយើងបែងចែកឫសតាមលក្ខណៈការចាក់ និងពង្រាយខ្លួនចូលក្នុងដី ឬប្រព័ន្ធឫស (root system) អាចចែកចេញជា៖

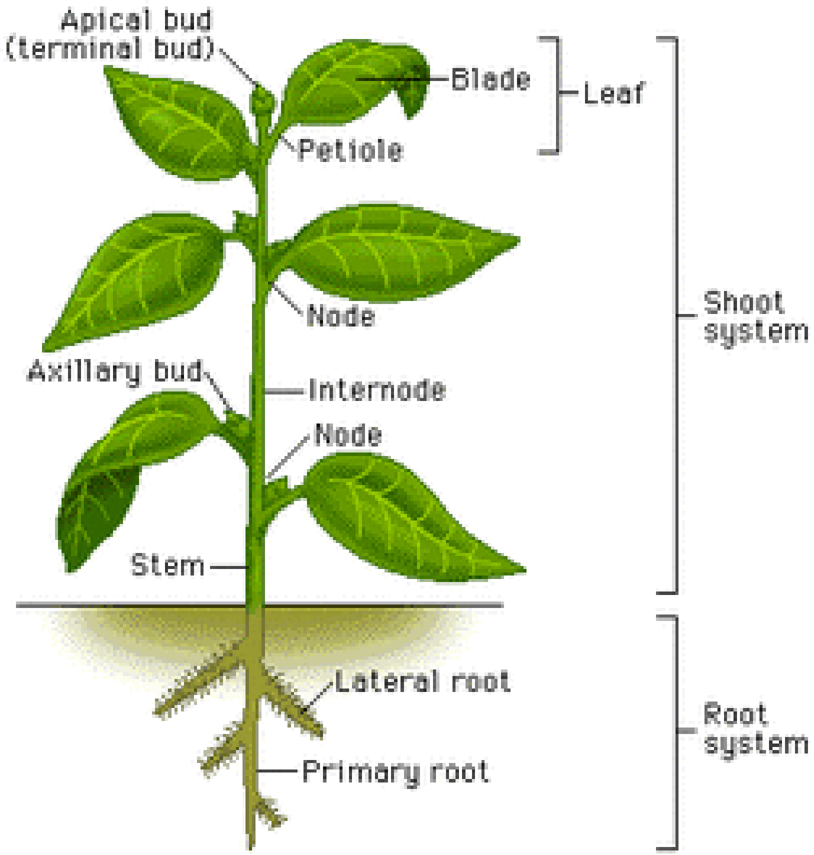
(១). **ប្រព័ន្ធឫសកែវ** (**tap root system**) សំដៅទៅលើប្រព័ន្ធឫសដែលមានឫសកែវជាគោល ដោយមានតួនាទីនៃការទប់ដើមមិនឱ្យដួលរលំ និងមានការបែកខ្នែងឫសនៅជុំវិញចេញជាច្រើនទៀត។ ឫសកែវមានទំហំធំ និងមានការលូតលាស់លឿនជាងឫសចំហៀង។ ប្រព័ន្ធឫសនេះកើតមានក្នុងរុក្ខជាតិឌីកូទីលេដូនដែលកើតចេញពីគ្រាប់ដោយផ្ទាល់។

(២) **ប្រព័ន្ធឫសសរសៃ** (**fibrous root system ឬ diffuse root system**) សំដៅទៅលើប្រព័ន្ធឫសដែលមានឫសទំហំប្រហាក់ប្រហែលគ្នាជាច្រើន ដោយគ្មានឫសគោល ឬឫសកែវ។ ឫសទាំងនេះពង្រាយពាសពេញបរិវេណហៅថា ឫសសរសៃ (fibrous root ឬ diffuse root) មានក្នុងរុក្ខជាតិម៉ូណូកូទីលេដូន ជាពិសេសរុក្ខជាតិក្នុងអំបូរស្មៅដូចជា ពោត ស្រូវ និងស្មៅផ្អែមជាដើម។ ការកើតឫសសរសៃនេះ គឺពេលដែលគ្រាប់រុក្ខជាតិដុះចេញមកហើយមានឫសកែវដុះចេញពីអំប្រីយ៉ុងធម្មតា។ បន្ទាប់មកទៀតមានការបង្កើតឫសពីអំប្រីយ៉ុង ៤ ទៅ ៥ ឫសទៀតហៅថា ឫសបណ្តោះអាសន្ន (seminal root ឬ seed root)។ បន្ទាប់មកទៀតមានឫសដុះចេញពីផ្នែកដើមលើដី លូតលាស់ និងពង្រាយទៅចាប់ជាមួយគ្រាប់ដីនិងចាក់ចូលជ្រៅបរិវេណគល់ឈើហៅថា ឫសសរសៃ (fibrous root)។ សម្រាប់ឫសបណ្តោះអាសន្នរបស់រុក្ខជាតិពពួកស្មៅដុះបានមួយរយៈហើយនឹងស្លាប់ទៅវិញ ឬរុក្ខជាតិខ្លះអាចដុះហើយនៅបានយូរឆ្នាំ។

ឫសរុក្ខជាតិមានប្រយោជន៍ច្រើនណាស់ដោយវាអាចទប់ និងទម្រដើមឱ្យនៅជាប់នឹងដីមិនឱ្យដួលរលំ ស្រូបយកទឹក និងសារជាតុចិញ្ចឹមដែលនៅក្នុងដីចូលមកក្នុងដើម បញ្ជូនទឹក និងសារជាតុចិញ្ចឹម ដែលសន្សំក្នុង

ផ្នែកឫសទៅឱ្យផ្នែកផ្សេងៗ និងមានតួនាទីពិសេសសម្រាប់សន្សំអាហារ ដកដង្ហើម ឬធ្វើរស្មីសំយោគជាដើម។ ឫសរបស់រុក្ខជាតិអាចចែកចេញជាចំណុចផ្សេងៗដូចនេះគឺ ក្បាលឫស (root cap) មានតួនាទីក្នុងការការពារជាលិកាចុងឫសពេលចាក់ចូលទៅក្នុងដី។ តំបន់ការចំណែកកោសិកា (region of cell division ឬ meristematic region) ជាកន្លែងដែលធ្វើការចំណែកកោសិកាលូតលាស់។ **តំបន់លូតប្រវែង (region of cell elongation)** ជាបរិវេណនៅខាងផ្នែកខាងលើនៃតំបន់ចំណែកកោសិកា។ កោសិកាក្នុងបរិវេណនេះមានការលូតលាស់ដោយចំណែកកោសិកាទៅផ្នែកកម្ពស់ច្រើនជាងផ្នែកខាង ទើបធ្វើឱ្យកោសិកាបង្កើនប្រវែង។ ហើយចុងក្រោយគឺ **តំបន់កោសិកាចាស់ (region of cell maturation)** ជាបរិវេណនៅខាងលើនៃតំបន់លូតប្រវែង កោសិកានឹងមានការផ្លាស់ប្តូររូបរាងម្តងទៀត និងរួមគ្នាជាក្រុមជាលិកាពីកោសិកាច្រើនប្រភេទ រួមមាន ជាលិកាលូតលាស់ប្រូតូដឺម (protoderm) ផ្លាស់ប្តូររូបរាងទៅជាស្រទាប់ epidermis ដែលនៅខាងក្រៅ។

ក្រៅពីមានតួនាទីក្នុងការស្រូបសារធាតុចិញ្ចឹមហើយនោះ ឫសរបស់រុក្ខជាតិបានផ្លាស់ប្តូរទៅធ្វើតួនាទីពិសេសផ្សេងទៀតដូចជា ឫសសន្សំអាហារ (storage root) ឫសអេពីភីត (epiphytic root) ឫសទម្រ (prop or stilt root) ឫសកោះ (climbing root) ឫសធ្វើរស្មីសំយោគ (photosynthetic root) ឫសដកដង្ហើម (respiratory or aerating root) ឫសបរាសិត (parasitic root) ឫសបែបខន់ត្រាក់ថាយ (contractile root) និង ឫសពន្លក (buttress root)។



រូបភាព ១.២ ទម្រង់រូបផ្ដុំរបស់ដើមរុក្ខជាតិ

(ប្រភព៖ https://www.mrgscience.com/yr9-topic-5-plant-structure-and-photosynthesis.html)

២. ដើម (stem) ជាសរីរៈ ឬផ្នែកមួយរបស់រុក្ខជាតិដែលជាចំណុចគោល ជាផ្នែកដែលផ្តល់កំណើតដល់ស្លឹក ផ្កា ផ្លែ និងគ្រាប់។ វាមានការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍ទៅក្នុងទិសដៅផ្ទុយពីការលូតលាស់របស់ឫស

ហើយដើមមានមែកបែកសាខា ធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិប្រភេទនីមួយៗមានរូបរាង ឬសំយាកមែកមិនដូចគ្នាទេ។ ដើមរុក្ខជាតិមានតួនាទីជាគោលសម្រាប់ជួយទ្រ (supporting) បើគ្មានដើមទេ វានឹងគ្មានស្លឹក ផ្លែ ផ្កាបាននោះទេ ព្រោះគ្មានគោលទម្រឱ្យស្លឹកដុះ ពោលគឺគ្មានដើមក៏មិនអាចមានស្លឹក មានផ្កា មានផ្លែបាននោះទេ។ ហើយដើមក៏ជាគោលកណ្ដាលសម្រាប់ដឹកជញ្ជូន (conduction) របស់ទឹក សារធាតុអំបិលខនិជ និងសារធាតុចិញ្ចឹមដើម្បីបញ្ជូនទៅផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិ ព្រោះបើសិនជាគ្មានបំពង់នាំដែលមានក្នុងដើមរុក្ខជាតិនោះទេ គឺរុក្ខជាតិមិនអាចស្រូបសារធាតុចិញ្ចឹមពីក្រោមដីមកដល់ស្លឹកបាននោះទេ។ ផលិតផលដែលបានមកពីការធ្វើរស្មីសំយោគ (photosynthesis) ក៏មិនអាចបញ្ជូនទៅកន្លែងផ្សេងក្រៅពីស្លឹកបានទេ។ ម្យ៉ាងទៀតមានតួនាទីពិសេសសម្រាប់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ ដូចជា ស្តុកសារធាតុចិញ្ចឹម ពង្រីកពូជ ឬការសំយោគពន្លឺ។ ក្រៅពីនេះដើមរបស់រុក្ខជាតិអាចមានការផ្លាស់ប្ដូរទៅជាដៃសម្រាប់ចាប់ (tendril) ឬជាបន្លា (spine) ឬជាសរីរៈសន្សំសារធាតុប្រភេទខ្លះ ដូចជាជំរឈើ និងថានីនជាដើម ហើយវាក៏មានតួនាទីក្នុងការបង្កើតជាលិកាថ្មីក្នុងការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍។

ដើមរបស់រុក្ខជាតិ ជាទូទៅមានលក្ខណៈខុសពីឫស (root) ដោយដើមរួមផ្សំទៅដោយថ្នាំង (node) ចន្លោះថ្នាំង (internode) និងពន្លក (bud)។ ថ្នាំង (node) ជាចំណុចផ្តល់កំណើតឱ្យស្លឹក មែក និងពន្លកត្រួយ។ ចំណែកបរិវេណរវាងថ្នាំងនីមួយៗហៅថា ចន្លោះថ្នាំង (internode)។ រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះអាចមើលឃើញថ្នាំង និងចន្លោះថ្នាំងបានច្បាស់លាស់ គឺពពួករុក្ខជាតិម៉ូណូកូទីលេដូន (monocotyledon) ដូចជាអំពៅ ពោតជាដើម ចំណែករុក្ខជាតិឌីកូទីលេដូន (dicotyledon) ដែលឃើញថ្នាំងច្បាស់មានដូចជា ត្រកួនជាដើម។ ចំណែករុក្ខជាតិដែលជាដើមឈើធំ (tree) មិនអាចមើលឃើញថ្នាំងច្បាស់លាស់នោះទេ លើកលែងបរិវេណមែកខ្ចី។

ពន្លក ឬភ្នែក (bud) ក្នុងការលូតលាស់ និងវិវឌ្ឍន៍របស់ដើម ពន្លកកើតបរិវេណ shoot system ដោយវារួមផ្សំទៅដោយជាលិកាលូតលាស់ជាច្រើន ហើយធ្វើការចំណែកកោសិកាជាសរីរៈផ្សេងៗគឺ ភ្នែកស្លឹក ភ្នែកផ្កា និងភ្នែករួម។ ភ្នែក ឬពន្លកស្លឹក (leaf bud) ជាពន្លកដែលអភិវឌ្ឍន៍ទៅជាមែក និងស្លឹក ហើយភ្នែក ឬពន្លកផ្កា (flower bud) ជាពន្លកដែលអភិវឌ្ឍន៍ទៅជាផ្កា និងភ្នែក ឬពន្លករួម (mixed bud) ជាពន្លកដែលវិវឌ្ឍន៍ទៅជាមែក ស្លឹក និងផ្កា។

៣. ស្លឹក (leaf) ជាសរីរៈរបស់រុក្ខជាតិដែលលូតលាស់ចេញមកផ្នែកខាងៗ ដោយវាអាចលូតលាស់មកពីផ្នែកដើម ឬមែក មានតួនាទីក្នុងការផលិតអាហារ។ ក្នុងកោសិការបស់ស្លឹកមានក្លរ៉ូភីល (chlorophyll) សម្រាប់ធ្វើតួនាទីក្នុងការស្រូបយកថាមពលពន្លឺដើម្បីធ្វើរស្មីសំយោគ។ អាហារគ្រប់ប្រភេទរបស់ភាវៈរស់ (លើកលែងពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយ) ជាផលិតផលដែលបានមកពីការធ្វើរស្មីសំយោគ (photosynthesis) របស់រុក្ខជាតិ។ ដូច្នេះស្លឹករុក្ខជាតិជាប្រភពដ៏សំខាន់ក្នុងការផលិតអាហារសម្រាប់ប្រព័ន្ធអេកូឡូស៊ី។ ជាទូទៅស្លឹកកើតពីថ្នាំងរបស់ដើម ដោយមានពន្លកនៅកៀនគល់ស្លឹកហៅថា axillary bud (អាស៊ីលឡារីបាត់)។ ស្លឹកភាគច្រើនមានពណ៌បៃតង មានរូបរាង និងទំហំខុសៗគ្នា ដោយអាស្រ័យទៅលើប្រភេទនៃរុក្ខជាតិ។ ស្លឹកភាគច្រើនមានលក្ខណៈជាបន្ទះធំៗ និងសំប៉ែត។ តែស្លឹករុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះមានលក្ខណៈតូចៗស្រដៀងនឹងម្ជុល ឬជាស្លឹកស្រកាតូចៗដែលគ្មានពណ៌បៃតងហៅថា ស្លឹកស្រកា (scale leaf) ដូចជាស្លឹកខ្ទឹមជាដើម។ ស្លឹករុក្ខជាតិមានតួនាទី ៣ យ៉ាងគឺ៖

(១) ផលិតអាហារដោយការសំយោគពន្លឺ (photosynthesis)

(២) បំភាយចំហាយទឹក (transpiration)

(៣) តួនាទីផ្សេងៗដែលប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះគឺ អាចផ្លាស់ប្តូរទៅធ្វើតួនាទីពិសេសក្រៅពីដែលលើកឡើងមកហើយនោះ ដូចជាសន្សំអាហារ ពង្រីកពូជ ជាទម្រឱ្យដើម និងការពារគ្រោះថ្នាក់លើស្លឹកខ្ចី ឬត្រួយជាដើម។

បើសិនជាបែងចែកប្រភេទរបស់ស្លឹកតាមតួនាទី អាចចែកស្លឹកចេញជា ៤ ប្រភេទគឺ ស្លឹកកូទីលេដុន ស្លឹកស្រកា ស្ទបផ្កា និងស្លឹកពិត។

ស្លឹកកូទីលេដុន (cotyledon) ជាស្លឹកដែលមានក្នុងគ្រាប់ ដោយមានការអភិវឌ្ឍតាំងតែក្នុងអំប្រីយ៉ុង (embryo)។ ក្នុងរុក្ខជាតិឌីកូទីលេដុន មានកូទីលេដុនមានតួនាទីសន្សំអាហារ និងជាប្រភពអាហាររបស់ដើមតូច។ ចំណែករុក្ខជាតិម៉ូណូកូទីលេដុនមានស្លឹកកូទីលេដុនតែមួយសន្លឹក មានតួនាទីការពារគ្រោះថ្នាក់របស់ដើមខ្ចី។ ជាទូទៅកូទីលេដុនមានការសំយោគពន្លឺបានក្នុងរយៈពេលដំបូងនៃការដុះពន្លក ហើយវានឹងជ្រុះចេញពេលអាហារសន្សំក្នុងស្លឹកនេះអស់។

ស្លឹកស្រកា (scale leaf) វាមានលក្ខណៈស្រដៀងនឹងស្រកា អាចមានពណ៌បៃតង ឬគ្មានពណ៌។ ស្លឹកស្រកាប្រភេទខ្លះមានទំហំធំ និងធ្វើតួនាទីក្នុងការសន្សំអាហារ ដូចជាស្លឹកខ្ទឹមជាដើម ហើយប្រភេទខ្លះជាស្រកាតូចៗរុំព័ទ្ធពន្លក ឬត្រួយដែលនៅលើដី និងក្រោមដីហៅថា ស្លឹកពន្លក (bud scale) មានតួនាទីក្នុងការការពារគ្រោះថ្នាក់ឱ្យពន្លក ឬត្រួយ។

ស្ទបផ្កា (bract) ជាស្លឹកដែលផ្លាស់ប្តូរហើយមានពណ៌ស្រស់ស្អាត ដើម្បីបញ្ឆោតសត្វល្អិតមកជួយផ្សំកេសរ។

ស្លឹកពិត (foliage leaf) សំដៅទៅលើស្លឹកទូទៅដែលមានតួនាទីក្នុងការសំយោគជាមពលពន្លឺ និងបំភាយទឹក ដោយវាមានទាំងរុក្ខជាតិម៉ូណូកូទីលេដុន និងឌីកូទីលេដុន។

ជាទូទៅស្លឹកពិត (foliage leaf) របស់រុក្ខជាតិចែកចេញជា ៣ ផ្នែកធំៗគឺ បន្ទះស្លឹក (laminar ឬ blade) ទងស្លឹក (petiole ឬ stalk) និងខ្នាយស្ទប (stipule)។ **បន្ទះស្លឹក (laminar ឬ blade)** ជាផ្នែកសំខាន់របស់ស្លឹក ដោយភាគច្រើនមានលក្ខណៈជាផ្ទាំងសំប៉ែតដើម្បីឱ្យកោសិកាដែលមានក្លរ៉ូភីលទទួលពន្លឺច្រើនបំផុត។ **ទងស្លឹក (petiole ឬ stalk)** ជាផ្នែករបស់ស្លឹកដែលផ្សាភ្ជាប់ជាមួយដើម ទងស្លឹកតែងតែនៅជាប់ជាមួយគល់ស្លឹក។ **ខ្នាយស្ទប (stipule)** ជាផ្នែកដែលចេញមកពីផ្នែករបស់គល់ដែលភ្ជាប់ជាមួយដើម មានលក្ខណៈស្រដៀងនឹងស្លឹក ឬស្លឹកស្រកា មានពណ៌បៃតងដែលអាចជួយក្នុងការធ្វើរស្មីសំយោគ។

១.១.៣ ទម្រង់របស់ផ្កា ផ្លែ និងគ្រាប់រុក្ខជាតិ

១. ផ្កា (flower) ជាផ្នែករបស់ត្រួយ ឬដើមដែលផ្លាស់ប្តូរដើម្បីធ្វើតួនាទីជាសរីរៈបន្តពូជ។ ទម្រង់របស់ផ្កាដែលមិនចាំបាច់សម្រាប់ការបន្តពូជរួមមាន ត្របកផ្កា (sepal) និងស្រទាប់ផ្កា (petal)។ ទម្រង់របស់ផ្កាដែលមានភាពចាំបាច់សម្រាប់ការបន្តពូជរួមមាន កេសរឈ្មោល (stamen) និងកោសរញី (carpel និង pistil)។ ទម្រង់ទាំងនេះ វាមានការតម្រៀបនៅជុំវិញចំណុចកណ្តាលមួយហើយបង្កើតបានជាផ្កា។ ក្រៅពីនេះ វាមានទម្រង់ផ្សេងៗទៀតរួមមាន ទម្រផ្កា (receptacle) ដែលជាផ្នែកដែលធ្វើតួនាទីជាទម្រឱ្យផ្នែកផ្សេងៗរបស់ផ្កាដោយមានទងផ្កាហៅថា ផេដាន់ខុល (peduncle) ហើយក្នុងករណីផ្កាជាកញ្ចុំ និងមានទងផ្កាលម្អិតទៀតហៅថា pedicel ដោយវាមានតួនាទីក្នុងការផ្សាភ្ជាប់រវាងទម្រផ្កា និងមែកឈើ។ ទម្រង់នៃទងផ្កា និងទងលម្អិតមានលក្ខណៈដូចទម្រង់របស់ដើមដែរ។ រុក្ខជាតិខ្លះគ្មានទងផ្កាហៅថា sessile flower (សេសសាយហ្លោវ័រ)។ ជា

ទូទៅផ្កាវុក្ខជាតិតែងតែមានទាំងបែបផ្កាទោល និងកញ្ចុំផ្កា (inflorescence) ដែលអាចកើតបរិវេណចុងមែក ឬដើម ឬអាចកើតតាមគន្លៀតស្លឹក (leaf axils)។

កេសរឈ្មោល (stamen) ជាផ្នែកដែលនៅបន្ទាប់ពីស្រទាប់ផ្កាចូលទៅខាងក្នុង។ វង់របស់កេសរហៅថា **កញ្ចុំកេសរឈ្មោល (androecium)**។ កេសរឈ្មោលមានការអភិវឌ្ឍន៍មកពីជាលិកាលូតលាស់ពីមេជាលិកាកំពូល (apical meristem) ដោយមានតួនាទីក្នុងការបង្កើតកោសិកាបន្តពូជឈ្មោល ទើបក្លាយជាសរីរៈចាំបាច់ ឬ essential organ។ ទម្រង់នៃកេសរឈ្មោលរួមមាន ទងកេសរឈ្មោល (filament) និងថ្លោកលម្អង (anther)។ សម្រាប់វុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ កេសរឈ្មោលអាចមានតួនាទីផ្សេងដូចជា ផលិតទឹកដែលមានរសជាតិផ្អែមដើម្បីបញ្ឆោតសត្វល្អិត ឬជាអាហារសម្រាប់សត្វល្អិតដែលមកជួយផ្សំកេសរ។ កេសរឈ្មោលចែកចេញជាថ្លោកលម្អង និងទងកេសរឈ្មោល។

កេសរញី (pistil) ជាផ្នែកដែលនៅបន្ទាប់ពីកេសរឈ្មោលចូលទៅកណ្ដាលផ្កា រង្វង់របស់កេសរញីហៅថាកញ្ចុំកេសរញី (gynoecium)។ មានភស្តុតាងបង្ហាញថា កេសរញីនេះមានការអភិវឌ្ឍន៍មកពីស្លឹក ដោយការរមូលចូលគ្នានៃគែមស្លឹកទាំងសងខាង ហើយផ្សារភ្ជាប់គ្នាដើម្បីធ្វើតួនាទីបង្កើតកោសិកាបន្តពូជ។ កេសរញីនីមួយៗហៅថាកាប៉ែល (carpel) ដោយវារួមផ្សំទៅដោយអូវែ (ovary) ក.កេសរញី (style) និងស្ទិចម៉ា (stigma)។ កេសរញីចែកចេញជា ២ លក្ខណៈ គឺ simple pistil និង compound pistil។ ដោយ Simple pistil គឺកេសរញីដែលមាន ១ carpel ចំណែកឯ Compound pistil ជាកេសរញីដែលរួមផ្សំទៅដោយច្រើន carpel ក្នុងផ្កាតែមួយ ដោយផ្នែកនីមួយៗ អាចញែកដាច់ពីគ្នាហៅថា apocarpous pistil (អាប៉ូខាប៉ាស់ភីសស្ទីល) ឬមានផ្នែកណាមួយដែលផ្សារភ្ជាប់គ្នាហៅថា syncarpous pistil (ស៊ីនខាប៉ាស់ភីសស្ទីល)។

២. ផ្លែ (fruit) ជាផ្នែករបស់អូវែ (ovary) ដែលផ្លាស់ប្តូរ អភិវឌ្ឍន៍ និងលូតលាស់ក្រោយពីដំណើរលម្អង (pollination) និងការបង្កកំណើត (fertilization) ដោយផ្នែករបស់អូវុលនឹងអភិវឌ្ឍន៍ទៅជាគ្រាប់។ សម្រាប់វុក្ខជាតិច្រើនប្រភេទ ផ្លែអាចមានផ្នែកផ្សេងដែលមិនមែនជាអូវែអភិវឌ្ឍន៍ទៅជាផ្លែដែរ ដូចជាទម្រផ្កាដែលហ៊ុំព័ទ្ធអូវែបែប inferior ovary ជាប់មកជាមួយផ្លែដូចគ្នា ដូចជាផ្លែជម្ពូរ ប៉ោម និងទទឹមជាដើម។ ខ្លះកើតចេញពីស្លឹកលម្អដូចជា ម្នាស់ ចំណែកខ្លះកើតចេញពីត្របកផ្កា ដូចជាផ្លែមង្ឃុត ល្មុត ត្របែក និងខ្នុរជាដើម។ ចំណែកផ្លែខ្លះកើតដោយមិនបានឆ្លងកាត់ការរួមគ្នារវាងកេសរញី និងឈ្មោល ដោយវាកើតចេញពីបម្រែបម្រួលរបស់អរម៉ូនដែលនៅខាងក្នុងវុក្ខជាតិ ឬកត្តាបរិស្ថានខាងក្រៅ ធ្វើឱ្យអូវែអភិវឌ្ឍន៍ទៅជាផ្លែដោយហៅផ្លែឈើប្រភេទនេះថា pathenocarpic fruit ។ ផ្លែប្រភេទនេះ ពេលលូតលាស់តែងតែគ្មានគ្រាប់។

ផ្លែឈើក្នុងភាសាវុក្ខសាស្ត្រ (botany) សំដៅទៅលើផ្នែករបស់អូវែ ដែលអភិវឌ្ឍន៍ និងលូតលាស់ពេញលេញ ដូចជា ផ្លែលក្ខណៈជាក្បូរវែងរបស់សណ្ដែក និងផ្លែដែលហៅថា caryopsis របស់វុក្ខជាតិអំបូរស្មៅ ដូចជា ស្រូវ ពោត ស្មៅផ្អែមជាដើម។ តួនាទីសំខាន់របស់ផ្លែគឺ ជាប្រភពអាហារសម្រាប់គ្រាប់ក្នុងពេលកំពុងអភិវឌ្ឍន៍ ហ៊ុំព័ទ្ធគ្រាប់ដែលនៅខាងក្នុង និងធ្វើឱ្យកើតការពង្រីកពូជ។ ផ្លែមានសំបក និងសាច់ផ្លែដែលអភិវឌ្ឍន៍ពីសំបកអូវែ (ovary wall) ហៅថាផឺរីខាប (pericarp) ដោយចែកចេញជា ៣ ផ្នែក ហើយផ្លែប្រភេទនីមួយៗមានកម្រាស់ និងលក្ខណៈមិនដូចគ្នាទេ ដោយអាស្រ័យទៅលើប្រភេទរបស់ផ្លែ។ ផឺរីខាបទាំង ៣ ស្រទាប់រួមមាន **អិចសូខាប (exocarp)** ជាសំបកខាងក្រៅបំផុត ទម្រង់ខាងក្នុងមានជាលិកាអេពីឌែមតែមួយស្រទាប់ប៉ុណ្ណោះ អាចមានរោម (hair) ឬស្តូម៉ាត (stomata)។ វុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះដូចជាពពួកក្រូច ស្រទាប់អិចសូខាបមានក្រពេញប្រេង ដែលធ្វើឱ្យសំបកក្រូចមានក្លិនឈ្ងុលខ្លាំង។

មីសូខាប (mesocarp) ជាជាលិកាស្រទាប់កណ្តាល រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះមានជាលិកាស្រទាប់នេះស្តើង ប្រភេទខ្លះមានជាលិកាច្រើនស្រទាប់ហើយមានបំពង់នាំទឹក និងអាហារ។ រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះផ្នែករបស់ mesocarp មានលក្ខណៈទន់ជ្រាយអាចបរិភោគបាន ឬជាសរសៃស្វិតដូចជាសំបកដូងជាដើម។

អេនដូខាប (endocarp) ជាជាលិកានៅស្រទាប់ខាងក្នុងបង្អស់។ ទម្រង់ខាងក្នុងអាចរួមផ្សំដោយកោសិកាមួយស្រទាប់ ឬច្រើនស្រទាប់ ដែលអាចមានលក្ខណៈទន់ អាចបរិភោគបាន ដូចជាផ្លែឪឡឹក ប៉េងប៉ោះ តែប្រភេទខ្លះទៀតអាចជារឹង ដូចជាពុទ្រាជាដើម។

៣. គ្រាប់ (seed) ជាអូវុលដែលលូតលាស់ពេញលេញក្រោយការបង្កកំណើត។ វារួមផ្សំទៅដោយ ៣ ផ្នែកសំខាន់ៗគឺ សំបកគ្រាប់ (seed coat ឬ testa) អំប្រីយ៉ុង (embryo) និងអង់ដូស្ពែម (endosperm)។ គ្រាប់ជាផ្នែកដែលសំខាន់បំផុតបើប្រៀបធៀបជាមួយសរីរាង្គផ្សេងៗទៀតរបស់រុក្ខជាតិ ព្រោះវាជាផ្នែកដែលធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិអាចបន្តពូជ និងពង្រីកពូជដើម្បីអាចរស់នៅបានយូរអង្វែង។

គ្រាប់របស់រុក្ខជាតិប្រភេទនីមួយៗមានភាពខុសគ្នាទៅតាមលក្ខណៈរូបរាង ទំហំ និងពណ៌ តែទម្រង់គោលសំខាន់ៗនៅខាងក្នុងគ្រាប់នោះគឺដូចគ្នា។ សំបកគ្រាប់ (seed coat ឬ testa) ពេលដែលអូវុលបានទទួលការបង្កកំណើត និងវិវឌ្ឍន៍ទៅជាគ្រាប់ ផ្នែកដែលហ៊ុំព័ទ្ធអូវុលហៅថាស្រោមស្បូរ៉ង់ (integument) នឹងអភិវឌ្ឍន៍ទៅជាសំបក មានតួនាទីហ៊ុំព័ទ្ធ និងការពារទម្រង់ខាងក្នុងរបស់គ្រាប់។ អំប្រីយ៉ុង (embryo) ជាផ្នែករបស់គ្រាប់ដែលអភិវឌ្ឍន៍មកពីស៊ីកូត (zygote) ដែលកើតពីការផ្សំគ្នារវាង sperm cell (កោសិកាបន្តពូជឈ្មោល) និង egg (កោសិកាបន្តពូជញី) ហើយកើតការបង្កកំណើត។ គ្រាប់រុក្ខជាតិភាគច្រើនពេលដែលលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍ពេញលេញហើយនោះ វានឹងត្រៀមលូតលាស់ទៅជាដើមថ្មីជានិច្ច បើសិនជាបានទទួលកត្តាជុំវិញ (ទឹក អុកស៊ីសែន) និងបរិស្ថានសមស្រប (សីតុណ្ហភាព និងពន្លឺ)។ តែសម្រាប់គ្រាប់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះមានដំណាក់កាលការសម្រាករបស់គ្រាប់ដែលគេហៅថា **ដំណេកគ្រាប់** (**seed dormancy**) ដូចជាគ្រាប់សណ្តែកដី (ពូជខ្លះ) ដោយគ្រាប់របស់រុក្ខជាតិទាំងនេះមានលក្ខណៈរឹង (hard seed) ដោយវាមិនអាចលាស់មកបាន ទោះបីបានទទួលបរិស្ថានសមស្របក៏ដោយ។ វានឹងដុះចេញពេលដែលដល់អាយុភ្ញាក់ពីដំណេក ឬបានទទួលការបំផ្លាញដំណេកជាមុនសិន។ ពេលដែលគ្រាប់រុក្ខជាតិបានទទួលទឹក និងអុកស៊ីសែន នឹងកើតមេតាប៉ូលីសផ្សេងៗក្នុងគ្រាប់ ដោយភាគច្រើនជាការសំយោគអាស៊ីតអាមីណូ និងអង់ស៊ីមផ្សេងៗ ធ្វើឱ្យកើតការផ្លាស់ប្តូរពីលក្ខណៈអំប្រីយ៉ុងដែលស្ថិតក្នុងដំណេក (resting or quiescent embryo) ទៅជាអំប្រីយ៉ុងលូតលាស់ ដោយមានការចំណែកកោសិកា និងផ្លាស់ប្តូរលក្ខណៈរបស់ជាលិកាលូតលាស់ចុងត្រួយ និងឫស ធ្វើឱ្យមានការលូតលាស់របស់ឫស និងត្រួយចេញពីគ្រាប់ជាកូនពូជដែលហៅថា seedling ។

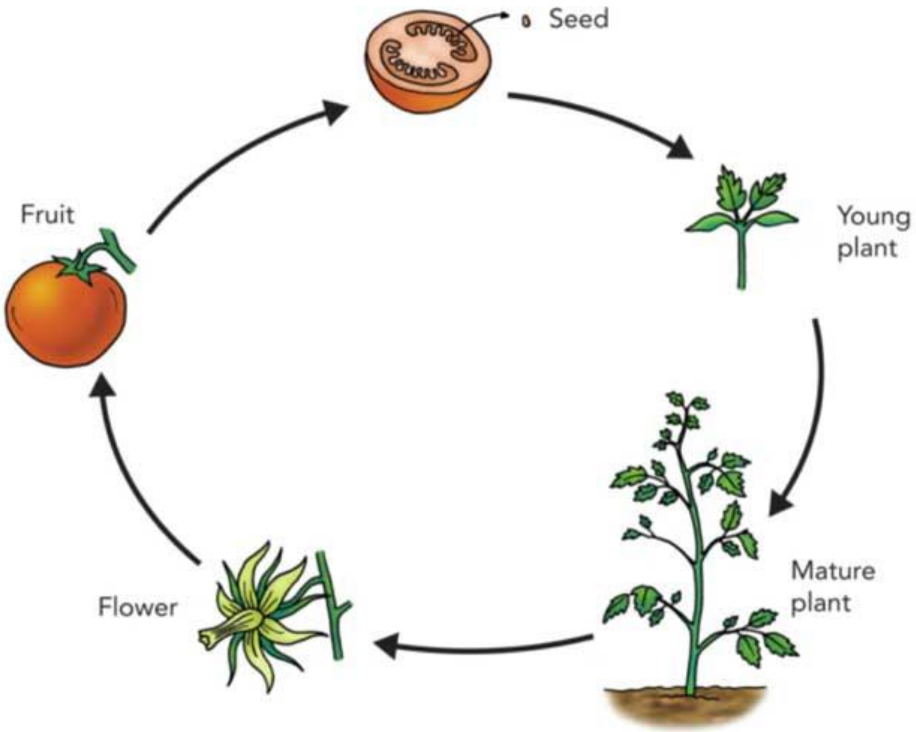
១.២ ការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ

ការរស់រានមានជីវិតរបស់រុក្ខជាតិ រាប់តាំងពីកើត ឬចាប់ផ្តើមដុះពីគ្រាប់ រហូតទៅដល់ស្លាប់ ឬអស់វដ្តជីវិត (life cycle) រុក្ខជាតិនឹងមានការដំណើរការវិធីសាស្ត្រ និងឆ្លងកាត់បាតុភូតផ្សេងៗដែលសំខាន់ៗច្រើនយ៉ាង។ វិធីសាស្ត្រ និងបាតុភូតផ្សេងៗមានរយៈពេលខ្លី ឬវែងខុសគ្នាទៅតាមប្រភេទនៃរុក្ខជាតិ។

ការលូតលាស់ (growth) ជាការកើនឡើងនៃបរិមាណរបស់ទំហំ ទម្ងន់ និងបរិមាត្រដែលមិនអាចត្រលប់ទៅក្រោយវិញបាន (irreversible quantitative increase)។ ការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ជាលទ្ធផលដោយផ្ទាល់ពីការចំណែក (cell division) និងការពង្រីកទំហំកោសិកា (cell enlargement)។

ការអភិវឌ្ឍ (development) ជាលទ្ធផលនៃការផ្លាស់ប្តូរផ្នែកគុណភាព (differentiation) របស់កោសិកា (cell) និងក្រុមរបស់កោសិកាដែលធ្វើតួនាទីក្នុងនាមជាជាលិកា (tissue) និងសរីរៈ (organ) ដោយសារការផ្លាស់ប្តូររបស់រូបរាង (morphogenesis) និងតួនាទីរបស់កោសិកា (organization)។

វដ្តជីវិតរបស់រុក្ខជាតិ (plant life cycle) រុក្ខជាតិត្រូវឆ្លងកាត់ដំណាក់កាលផ្សេងៗ រាប់តាំងពីរុក្ខជាតិដុះចេញជាគ្រាប់ (seed germination) ក្លាយទៅជាដើម (seedling)។ ពេលដើមមានអាយុច្រើនឡើងនឹងក្លាយទៅជាដើមរុក្ខជាតិ (plant)។ ដើមរុក្ខជាតិនឹងលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍ជាបន្តបន្ទាប់ដែលហៅថាជាការលូតលាស់ដំណាក់កាលដំបូង ជាការបង្កើនទំហំ និងទម្ងន់របស់ដើម។ ពេលដែលរុក្ខជាតិមានអាយុសមល្មម ឬដើមពេញវ័យហើយបានទទួលការជំរុញពីបរិស្ថានខាងក្រៅ នឹងធ្វើឱ្យចេញផ្កា និងផ្លែ និងផលិតគ្រាប់។ បន្ទាប់ពីនោះគ្រាប់នឹងអភិវឌ្ឍន៍ជាដើមរុក្ខជាតិបន្ទាប់។ ចំណែករុក្ខជាតិដើមនោះ ប្រភេទខ្លះអាចស្លាប់ (annual plant និង biennial plant) តែប្រភេទខ្លះអាចមានការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍បន្ត ដែលគេហៅរុក្ខជាតិប្រភេទនេះថារុក្ខជាតិច្រើនរដូវ (perennial plant)។



រូបភាព ១.៣ វដ្តជីវិតរបស់រុក្ខជាតិបែបងាយ

(ប្រភព៖ https://science4fun.info/life-cycle-of-plants/)

ការលូតលាស់ផ្នែកសរីរៈ (vegetative growth) ជាដំណាក់កាលដែលរុក្ខជាតិមានការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍ផ្នែកដើម ស្លឹក និងឫស។ វិធីសាស្ត្រក្នុងដំណាក់កាលនេះគឺ ការចំណែកកោសិកា និងដំណាក់កាលផ្លាស់ប្តូររូបរាង និងតួនាទីរបស់ក្រុមកោសិកា។ ការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍ក្នុងដំណាក់កាលនេះ រាប់តាំងពីរុក្ខជាតិចាប់ផ្តើមដុះចេញពីគ្រាប់ ឬមានជីវិតថ្មី រហូតទៅដល់រុក្ខជាតិមានភ្នែកផ្កា (flower bud)។ ដោយបាតុភូតដែលកើតក្នុងរយៈនេះរួមមាន៖

(១). **ការដុះរបស់គ្រាប់** (seed germination) ជាការចាប់ផ្តើមវដ្តការលូតលាស់ និងការអភិវឌ្ឍរបស់រុក្ខជាតិ ឬជាការចាប់ផ្តើមជីវិតរបស់រុក្ខជាតិ។ ពេលគ្រាប់ស្ថិតក្នុងបរិស្ថានដែលសមស្របគឺ បានទទួលសំណើម និងមានអាកាសចេញចូលល្អ សីតុណ្ហភាពសមស្រប និងបានទទួលពន្លឺ (សម្រាប់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ) វានឹងកើតការផ្លាស់ប្តូរផ្នែកគីមី និងគីមីជីវៈនៅខាងក្នុងគ្រាប់។ អាហារដែលស្តុកក្នុងអង់ដូស្ពែម (endosperm) របស់គ្រាប់ នឹងត្រូវបានប្តូរលក្ខណៈទម្រង់សាំញ៉ាំឱ្យក្លាយជាទម្រង់បែបងាយៗ និងរលាយក្នុងទឹក ហើយមានការផលិតសារធាតុខ្លះទៅជំរុញដើមក្នុងអំប្រីយ៉ុង (embryo) ក្នុងគ្រាប់ឱ្យលូតលាស់ចាក់ចេញធ្លុះសំបកគ្រាប់ចេញមកជាដើមថ្មី (seedling)។

(២). **ដំណេកគ្រាប់** (seed dormancy) ជាការសម្រាកគ្រាប់ដែលមិនអាចធ្វើឱ្យគ្រាប់ដុះចេញមកខាងក្រៅបាន ទោះជាបរិស្ថានផ្សេងៗសមស្របក្នុងដុះក៏ដោយ។ ដំណេកគ្រាប់ចែកចេញជា ២ ប្រភេទគឺ ដំណេកគ្រាប់ផ្នែករូបសាស្ត្រ (physical dormancy) កើតឡើងដោយសារបរិស្ថានផ្នែកខាងក្រៅគ្រាប់មិនសមស្របដូចជា សំបកគ្រាប់ (seed coat) ក្រាស់ ឬរឹងពេក ឬសំបកស្វិត ឬមានក្រមួនស្រោបពីក្រៅ ធ្វើឱ្យទឹក និងអាកាសមិនអាចចូលទៅក្នុងគ្រាប់បាន។ ការដោះស្រាយដំណេកគ្រាប់ដែលជួបបញ្ហានេះគឺ ធ្វើដោយការបំផ្លាញសំបក (scarification) ដោយធ្វើឱ្យសំបកស្តើង ដោយការបោក ដុំ ចោះជារន្ធ ឬកាត់ចុង ការត្រាំគ្រាប់ដោយប្រើអាស៊ីត ឬទឹកក្តៅជាដើម។ ចំណែកដំណេកគ្រាប់មួយប្រភេទទៀតគឺ ដំណេកគ្រាប់ពីសរីរៈវិទ្យា (physiological dormancy) ដោយវាកើតឡើងដោយសារ នៅខាងក្នុងគ្រាប់មានសារធាតុរាំងការដុះ ឬមានសារធាតុរាំងការលូតលាស់ច្រើនពេក។ ក្រៅពីនេះអាចដោយសារជាលិកាគ្រាប់ ដូចជាអំប្រីយ៉ុងលូតលាស់ ឬអភិវឌ្ឍន៍មិនពេញលេញ។ វិធីការដោះស្រាយដំណេកគ្រាប់ប្រភេទនេះ អាចធ្វើដោយបន្ថយសារធាតុរាំងការដុះ ឬសារធាតុរាំងការលូតលាស់ឱ្យថយចុះដោយការនាំយកគ្រាប់ទៅស្តុកក្នុងកន្លែងត្រជាក់ និងមានសំណើម (stratification) មួយរយៈ ហើយនាំគ្រាប់ទៅបណ្តុះក្នុងកន្លែងមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ ដោយសីតុណ្ហភាព និងរយៈពេលរក្សាទុកគ្រាប់រុក្ខជាតិគឺអាស្រ័យទៅលើប្រភេទរបស់រុក្ខជាតិជាគោល។

ភាពវ័យក្មេងរបស់រុក្ខជាតិ (juvenility) ជារយៈពេលដែលការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ រាប់តាំងតែចាប់ផ្តើមដុះរហូតទៅដល់ចេញផ្កា។ រុក្ខជាតិដែលនៅក្មេង ឬនៅខ្ចីនឹងមានការលូតលាស់ផ្នែកមែក ស្លឹកយ៉ាងឆាប់រហ័ស តែមិនអាចចេញផ្កាបាននោះទេ។ រុក្ខជាតិនឹងចេញផ្កាពេលវាអាយុច្រើន (adult) រយៈពេលរបស់ភាព-វ័យក្មេងរបស់រុក្ខជាតិខុសគ្នាទៅតាមប្រភេទរបស់រុក្ខជាតិ។ រុក្ខជាតិខ្លះឆ្លងកាត់រយៈវ័យក្មេងត្រឹមតែមួយរដូវ រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះអាចប្រើពេលច្រើនរដូវជាដើម។ លក្ខណៈរបស់រុក្ខជាតិទូទៅដែលនៅក្មេងគឺមានលក្ខណៈផ្នែកសណ្ឋាន ដោយរុក្ខជាតិទូទៅនឹងមានបន្លា ស្លឹកឆែក ឬគ្មានឆែក ចំណែកស្លឹកដែលហួសវ័យក្មេងហើយនឹងមានលក្ខណៈផ្ទុយគ្នាពីស្លឹកខ្ចីគឺគ្មានបន្លា ស្លឹកមិនឆែកតាមលំដាប់។ ម្យ៉ាងទៀតជាលក្ខណៈផ្នែកសរីរវិទ្យា គឺរុក្ខជាតិដែលនៅក្មេង តែងតែមិនឆ្លើយតបលើទំនាញរបស់ពិភពលោក មិនចេញផ្កា មិនជ្រុះស្លឹក។

ដំណេករបស់ភ្នែក (bud dormancy) ជាលក្ខណៈដែលកើតឡើងសម្រាប់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ។ ជាធម្មតារុក្ខជាតិមានការលូតលាស់ចេញពីផ្នែករបស់ភ្នែកនេះហើយក្លាយទៅជា មែក ស្លឹក ឬផ្កា។ រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ ភ្នែករបស់វានឹងមានដំណេក ដោយសារបរិស្ថានមិនសមស្រប។ ដំណេកភ្នែកបែបនេះតែងតែប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិជម្រុះស្លឹកដែលមានដើមកំណើតក្នុងតំបន់ត្រជាក់បង្គួរ ដោយភ្នែករបស់វាមានដំណេកក្នុងរដូវរងារ។ បើសិនជារុក្ខជាតិគ្មានដំណេកភ្នែក ហើយបែកស្លឹក មែក ឬផ្កា នឹងជួបប្រទះបរិស្ថានដែលមិនសមស្របលើការលូតលាស់ដូចជា សីតុណ្ហភាពទាបពេក (snow) មានការកកនៃទឹកកក (frost) មែក ស្លឹក និងផ្កាដែលបែក

ចេញមកនឹងទទួលគ្រោះថ្នាក់ ឬខូចខាត។ ជាទូទៅរុក្ខជាតិក្រុមនេះ នឹងចេញពន្លកមកពេលសីតុណ្ហភាពចាប់ផ្តើមកើនកម្តៅ។ ឥទ្ធិពលនៃការរាំងការកើតភ្នែកផ្កា (apical dominant) ជាបាតុភូតដែលចុងត្រួយ (terminal bud) បញ្ចេញឥទ្ធិពលពីចុងត្រួយ ធ្វើឱ្យពន្លកមិនដុះចេញ ហើយមានការជឿជាក់ថា វាអាចគ្រប់គ្រងការលូតលាស់អរម៉ូនក្រុមអុកស៊ីន (auxin) ដែលត្រូវបានផលិតឡើងពីចុងត្រួយ ហើយបម្លាស់ទី (basipetal movement) តាមបំពង់នាំអាហារ (phloem)។ ពេលដែលសារធាតុនេះឆ្លងកាត់ នឹងធ្វើឱ្យភ្នែកតាមភ្នែកចំហៀង មិនអាចដុះចេញបានទេ។ តែយ៉ាងណាក៏ដោយ ភ្នែកខាងដែលនៅឆ្ងាយពីត្រួយ អាចដុះចេញបាន ដោយសារចុងត្រួយមិនអាចមានឥទ្ធិពលទៅរាំងការដុះរបស់ភ្នែកទាំងនោះ។ វិធីការបំផ្លាញឥទ្ធិពលរាំងការចេញភ្នែកនោះ ធ្វើដោយការកាត់ចុងត្រួយចេញ ជាការបំផ្លាញប្រភពសារធាតុអុកស៊ីន ឬការពត់ឱ្យចុងត្រួយនៅទាបជាងភ្នែកខាង នឹងធ្វើឱ្យសារធាតុក្រុមអុកស៊ីនក្នុងពន្លកចុងត្រួយ មិនអាចបម្លាស់ទីប្រឆាំងនឹងទំនាញផែនដីបាន ដែលធ្វើឱ្យពន្លកភ្នែកផ្នែកខាងនឹងលូតលាស់បែកចេញមកបាន។ យ៉ាងណាក៏ដោយ ពេលភ្នែកខាងដុះចេញមក ហើយលូតលាស់បានមួយរយៈ ភ្នែកដែលនៅខ្ពស់ជាង (uppermost) នឹងធ្វើតួនាទីប្រៀបដូចជាចុងត្រួយដែរ ហើយមានឥទ្ធិពលលើការគ្រប់គ្រងការចេញត្រួយរបស់ភ្នែកផ្នែកខាង។

ការលូតលាស់ផ្នែកបន្តពូជ (reproduction growth) ជាដំណាក់កាលដែលរុក្ខជាតិចេញផ្កា ចេញផ្លែ និងផលិតគ្រាប់ដើម្បីបន្តពូជ និងឱ្យពូជរបស់វារស់នៅបន្តបានយូរអង្វែង។ រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះមានការពង្រីកផ្នែកខ្លះដូចជា ផ្នែកស្តុកអាហាររួមមាន ឫស ដើម ។ល។ លក្ខណៈដែលបង្ហាញថា រុក្ខជាតិដល់វ័យបន្តពូជហើយនោះរួមមាន ជាលិកាចាស់ សរសៃមានភាពក្រាស់ឡើង មានការផលិតកោសិកាថ្មីតិចណាស់ កើតអរម៉ូនដែលចាំបាច់លើការអភិវឌ្ឍន៍ក្នុងការចេញភ្នែកផ្កា កើតការអភិវឌ្ឍរបស់ផ្នែកផ្កា កើតការអភិវឌ្ឍផ្នែកស្តុកសារធាតុចិញ្ចឹម និងកើតសារធាតុប្រភេទខ្លះដូចជាពពួក water retaining substances ដូចជា hydrophilic colloids ជាដើម។

ការចាស់របស់រុក្ខជាតិ (maturity) ជារយៈដែលរុក្ខជាតិឆ្លងផុតពីរយៈវ័យក្មេង មានការលូតលាស់ផ្នែកមែក ស្លឹកដល់ចំណុចខ្ពស់បំផុតហើយ។ ពេលរុក្ខជាតិចាស់ នឹងអាចបន្តពូជដោយការចេញផ្កា ចេញផ្លែ និងគ្រាប់បាន។

ការចេញផ្ការបស់រុក្ខជាតិ (flowering) ជាដំណាក់កាលដំបូងរបស់ការបន្តពូជបែបមានភេទ (sexual reproduction) ពេលដើមរុក្ខជាតិសមស្របក្នុងការចេញផ្កា នឹងមានការផ្លាស់ប្តូរជាលិកាលូតលាស់ (vegetative meristematic tissue) ដែលពីមុនជាចំណុចកំណើតរបស់ស្លឹក ប្រែក្លាយជាចំណុចកំណើតផ្កា (reproductive meristematic tissue)។ ជាលិកាផ្នែកនេះ នឹងមានការផ្លាស់ប្តូរទៅជាភ្នែកផ្កា ហើយមានការអភិវឌ្ឍបន្តរហូតដល់វាចេញជាផ្កា។

ជរាភាពរបស់រុក្ខជាតិ (senescence) ជាដំណាក់កាលដែលរុក្ខជាតិចូលទៅជិតផុតវដ្តជីវិត។ ជរាភាពរបស់រុក្ខជាតិ អាចកើតឡើងជាមួយរុក្ខជាតិទាំងដើម (completely senescence) ឬអាចជរាភាពត្រឹមសរីរៈខ្លះប៉ុណ្ណោះ (partially senescence) ដូចជាស្លឹក ដើម ផ្លែ ផ្កា ជាដើម។ ជរាភាពរបស់រុក្ខជាតិចែកចេញជា ៤ លក្ខណៈគឺ ជរាភាពទាំងដើម (overall senescence) ជាជរាភាពដែលកើតឡើងគ្រប់ផ្នែករបស់រុក្ខជាតិ ទាំងផ្នែកដែលនៅលើដី និងក្រោមដី ដូចជាពោត ស្មៅផ្អែមជាដើម។ មួយទៀតគឺជរាភាពផ្នែកលើដី (top senescence) ជាជរាភាពដែលកើតឡើងចំពោះផ្នែកខាងលើដីរបស់រុក្ខជាតិមួយរដូវ តែផ្នែកដែលនៅក្រោមដីដូចជា ឫស មើម ។ល។ គឺនៅមានជីវិត ហើយអាចដុះចេញជាដើមមកលើដីថ្មី ពេលដែលបរិស្ថានសមស្របរុក្ខជាតិប្រភេទនេះមានដូចជា ខ្ញី រំដេង ជាដើម។ ជរាភាពម្យ៉ាងទៀតគឺ ជរាភាពរបស់រុក្ខជាតិជម្រុះស្លឹក

(deciduous senescence)។ ជរាភាពប្រភេទនេះនឹងកើតឡើងលើស្លឹកព្រមៗគ្នា។ ដំបូងអាចមានការប្តូរពណ៌ស្លឹក ពីពណ៌បៃតងទៅជាពណ៌ក្រហម ឬលឿងជាមុនព្រមៗគ្នាក្នុងរដូវស្លឹកឈើជ្រុះ និងស្លឹករុក្ខជាតិជ្រុះព្រមៗគ្នាអស់ពីដើមក្នុងរដូវជម្រុះស្លឹក។ អាការប្រភេទនេះប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិជម្រុះស្លឹកដែលមានដើមកំណើតក្នុងតំបន់ក្តៅប្រភេទខ្លះដូចជា ទំពាំងបាយជូរ ទៀប អូយម៉ូយជាដើម។ ហើយជរាភាពចុងក្រោយគឺជរាភាពរបស់ស្លឹកបែប progressive senescence ជាជរាភាពដែលកើតឡើងចំពោះស្លឹកដែលមានអាយុច្រើន ឬបានទទួលគ្រោះថ្នាក់ ឬត្រូវបានមេរោគចូលបំផ្លាញប៉ុណ្ណោះ។ ជរាភាពប្រភេទនេះ ស្លឹករុក្ខជាតិនឹងជ្រុះពេញមួយឆ្នាំជាបន្តបន្ទាប់ កើតចំពោះរុក្ខជាតិដែលមិនជម្រុះស្លឹក។

មូលហេតុនៃជរាភាពរបស់របស់រុក្ខជាតិ អាចបណ្តាលមកពីសារជាតុចិញ្ចឹមត្រូវបានបញ្ជូនចេញពីផ្នែកផ្សេងៗរបស់ដើមរុក្ខជាតិទៅកាន់ផ្នែកផ្កា ផ្លែ និងគ្រាប់ ធ្វើឱ្យអាហារដែលស្តុកក្នុងដើមរុក្ខជាតិមានតិច។ វិធីការដោះស្រាយបញ្ហាជរាភាព អាចធ្វើដោយការបេះផ្លែ និងផ្កាចោលខ្លះ ព្រោះផ្កា និងផ្លែជាប្រភពដែលប្រើប្រាស់សារជាតុចិញ្ចឹមពីក្នុងរុក្ខជាតិ។ វិធីម្យ៉ាងទៀតគឺកាត់តែងមែក (pruning) ដើម្បីបន្ថយមែកដែលចាស់ ឬមែកដែលមិនអាចផលិតសារជាតុចិញ្ចឹម ឬមែកដែលមិនអាចធ្វើរស្មីសំយោគបាន ដើម្បីឱ្យសារជាតុចិញ្ចឹមក្នុងដើមអាចពង្រាយទៅពាសពេញដើមរុក្ខជាតិ។

ការស្លាប់របស់រុក្ខជាតិ (death) ជាដំណាក់កាលដែលរុក្ខជាតិអស់វដ្តជីវិត។ អាយុរបស់រុក្ខជាតិប្រភេទនីមួយៗ ខុសគ្នាទៅតាមប្រភេទរបស់រុក្ខជាតិ ដូចជារុក្ខជាតិមួយរដូវ (annual plant) រុក្ខជាតិ ២ រដូវ (biennial plant) ឬរុក្ខជាតិច្រើនរដូវ (perennial plant) ឬជារុក្ខជាតិដែលចេញផ្កាតែម្តងហើយស្លាប់ (monocarpic plant) ឬជារុក្ខជាតិដែលអាចចេញផ្កាច្រើនដង (polycarpic plant)។ ការស្លាប់របស់រុក្ខជាតិកើតឡើងដោយសារ សរីរៈ ឬជាលិការបស់រុក្ខជាតិអស់សមត្ថភាពក្នុងការដំណើការវិធីសាស្ត្រមេតាប៉ូលីសដូចជាការសំយោគពន្លឺ បញ្ជូនសារជាតុចិញ្ចឹម ការផលិតសារជាតុផ្សេងៗ ការដកដង្ហើម ជាដើម។ ក្រៅពីនេះ បរិស្ថានដែលរុក្ខជាតិនោះលូតលាស់ដូចជា មេរោគ សត្វល្អិតចង្រៃ រុក្ខជាតិចង្រៃ ទឹក និងសំណើម ។ល។ ក៏មានចំណែកសំខាន់ក្នុងការជំរុញឱ្យរុក្ខជាតិស្លាប់។

១.៣ កត្តាដែលមានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ

ការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍របស់រុក្ខជាតិ រាប់តាំងពីមានជីវិតមកត្រូវឆ្លងកាត់វិធីសាស្ត្រជាច្រើនរហូតដល់រុក្ខជាតិនោះត្រូវបានស្លាប់។ កត្តាដែលមានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិអាចចែកចេញជា ២ ធំៗ គឺ កត្តាខាងក្នុង ឬកត្តាផ្នែកពន្ធុសាស្ត្រ (internal or genetic factor) និងកត្តាផ្នែកខាងក្រៅ ឬកត្តាបរិស្ថាន (external or environment factors)។

១.៣.១ កត្តាផ្នែកពន្ធុសាស្ត្រ

ពន្ធុសាស្ត្រ ឬសេនេទិច (genetics) ជាកត្តាមូលដ្ឋានក្នុងការកំណត់ការបញ្ចេញលក្ខណៈរបស់ភាវៈរស់ និងជាអ្នកកំណត់ថា ភាវៈរស់ណាមួយត្រូវជាកូនចៅរបស់បុព្វបុរសណា។ លក្ខណៈដែលបញ្ចេញរបស់ភាវៈរស់ត្រូវបានគ្រប់គ្រងដោយឯកតានៃពន្ធុសាស្ត្រដែលហៅថាហ្សែន (genes) ដែលរួមផ្សំទៅដោយ DNA និង RNA ។ ហ្សែនជាអ្នកកំណត់ដ៏សំខាន់ ក្នុងការធ្វើឱ្យភាវៈរស់មានការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍ដោយការជំរុញឱ្យមានការផលិតសារជាតុដែលចាំបាច់ក្នុងការលូតលាស់ ឬទាក់ទងនឹងការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍។ លក្ខណៈរបស់

ពន្ធុសាស្ត្រនេះ នឹងបញ្ចេញបានច្រើន ឬតិចយ៉ាងណានោះ ត្រូវពិចារណាដល់ភាពសមស្របរបស់កត្តាខាងក្រៅ ឬកត្តាបរិស្ថានរួមផ្សំដែរ។ កត្តាពន្ធុសាស្ត្រក្នុងការដាំដំណាំនោះគឺ ពូជដំណាំ។

កត្តាផ្នែកពន្ធុសាស្ត្រ គ្រប់គ្រងការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍ ដោយកំណត់ឱ្យរុក្ខជាតិពូជនីមួយៗមានអត្រាការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍ខុសៗគ្នា ដោយរុក្ខជាតិក្នុងពូជនីមួយៗមានសមត្ថភាពក្នុងការដំណើរការផ្នែកសរីរវិទ្យាក្នុងអត្រាដែលខុសគ្នា ជាពិសេស ការផលិតសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់។

ក្នុងការលូតលាស់ និងការអភិវឌ្ឍន៍របស់រុក្ខជាតិត្រូវអាស្រ័យផលិតផលដែលបានមកពីវិធីសាស្ត្រផ្នែកសរីរវិទ្យាដូចជា ការផលិតកាបូអ៊ីដ្រាត (carbohydrate) ពីការធ្វើរស្មីសំយោគ និងការរំលាយកាបូអ៊ីដ្រាតដោយការដកដង្ហើម ឬវិធីសាស្ត្រផលិតសារធាតុផ្សេងៗដូចជា ប្រូតេអ៊ីន ខ្លាញ់ ជាដើម។ ការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍របស់រុក្ខជាតិ និងភាវៈរស់គ្រប់ប្រភេទ ត្រូវអាស្រ័យសារធាតុសរីរាង្គច្រើនណាស់។ សារធាតុសរីរាង្គទាំងនេះ មានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍យ៉ាងខ្លាំង។ សារធាតុទាំងនេះអាចហៅរួមគ្នាថា សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ (plant growth regulators) ដោយសារធាតុទាំងនេះបានមកពីប្រតិកម្មរបស់សារធាតុដែលកើតឡើងក្នុងអំឡុងពេលមានប្រតិកម្មគីមីផ្នែកសរីរវិទ្យា ឬសារធាតុដែលបានមកពីវិធីសាស្ត្រផ្នែកសរីរវិទ្យា។ សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់មិនមែនជាសារធាតុចិញ្ចឹម (nutrients) មិនមែនសារធាតុផ្តល់ថាមពល (energy releaser, energy carrier) វីតាមីន (vitamin) អង់ស៊ីម (enzyme) ឬផ្នែកណាមួយនៃអង់ស៊ីមនោះឡើយ។

សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ឬដែលហៅជាទូទៅថាអរម៉ូនរុក្ខជាតិ (plant growth regulators) ចាត់ទុកជាសារធាតុគីមីដែលកំពុងពេញនិយមណាស់ក្នុងបច្ចុប្បន្ន ដោយសារវាអាចប្រើប្រយោជន៍បានយ៉ាងទូលំទូលាយ ហើយឃើញលទ្ធផលបានច្បាស់លាស់។ ភាគច្រើនប្រើសម្រាប់ធ្វើឱ្យកើតផ្លែពន្លឿន ឬពន្យារការចាស់ ការទុំ ដោយលក្ខណៈផ្សេងៗទាំងនេះត្រូវបានគ្រប់គ្រងដោយសារធាតុប្រភេទនីមួយៗខុសៗគ្នា។ ដូច្នេះបើមានការប្រើប្រាស់យ៉ាងត្រឹមត្រូវ ក៏អាចគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិបានតាមតម្រូវការ។

លោក Takahashi បានឱ្យនិយមន័យនៃពាក្យសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ដំណាំថា ជាសារធាតុដែលសំយោគឡើងមក ដោយវិធីសាស្ត្រផ្នែកជីវវិទ្យា ក្នុងផ្នែកណាមួយរបស់រុក្ខជាតិ និងអាចបញ្ចេញឱ្យឃើញពីលក្ខណៈផ្នែកគីមី ហើយជាសារធាតុដែលអាចប្រទះឃើញយ៉ាងទូលំទូលាយក្នុងរជ្ជៈរុក្ខជាតិ។ វាអាចបង្ហាញពីវិធីសាស្ត្រផ្នែកជីវសាស្ត្រដែលជាក់លាក់ក្នុងកំហាប់ទាប និងអាចបង្ហាញដល់តួនាទីមូលដ្ឋានក្នុងការគ្រប់គ្រងវិធីសាស្ត្រផ្នែកសរីរវិទ្យា ក្នុងការសាកល្បងក្នុងបន្ទប់ពិសោធន៍។ ជាទូទៅសារធាតុនោះមានការបម្លាស់ទីក្នុងដើមរុក្ខជាតិ ពីកន្លែងដែលមានការសំយោគទៅកន្លែងដែលមានតួនាទីគ្រប់គ្រង។

ពេលដែលនិយាយអំពីអរម៉ូនរុក្ខជាតិ (plant hormones) ដោយយើងអាចជាធ្លាប់ស្គាល់ ឬធ្លាប់ឮអំពីការបាញ់អរម៉ូនរុក្ខជាតិលើដំណាំដើម្បីឱ្យវាចេញផ្កា ចេញផ្លែតាមតម្រូវការ។ តែបើគិតពីបរិមាណពិតហើយនោះអរម៉ូនរុក្ខជាតិដែលប្រើ គឺមានបរិមាណតិចណាស់។ វាជាសារធាតុគីមីសរីរាង្គដែលរុក្ខជាតិផលិតដោយខ្លួនឯងក្នុងបរិមាណតិចតួច តែវាមានឥទ្ធិពលលើការជំរុញ ឬបង្អាក់ការផ្លាស់ប្តូរសរីរវិទ្យាក្នុងដើមរុក្ខជាតិ។ ទាំងនេះមិនបានរួមបញ្ចូលជាមួយស្ករ និងសារធាតុចិញ្ចឹមរបស់រុក្ខជាតិដែលវាប្រើក្នុងការលូតលាស់នោះទេ។ ដូច្នេះការចម្រាញ់សារធាតុអរម៉ូនចេញពីរុក្ខជាតិហើយយកទៅបាញ់ដាក់រុក្ខជាតិផ្សេង ជាការពិបាក និងមិនសមតម្លៃ។ ដើម្បីដោះស្រាយបញ្ហាទាំងនេះ អ្នកវិទ្យាសាស្ត្របានធ្វើការសំយោគសារធាតុគីមីទាំងនោះ ដោយមានគុណ-សម្បត្តិស្រដៀងនឹងសារធាតុអរម៉ូនរុក្ខជាតិដែលត្រូវការ ដោយមិនបានចាត់ទុកថាជាសារធាតុអរម៉ូនរុក្ខជាតិនោះ

ទេ តែជាសារធាតុសំយោគដែលមានគុណសម្បត្តិស្រដៀងនឹងអរម៉ូនរុក្ខជាតិដែរ។ ទាំងនេះអ្នកវិទ្យាសាស្ត្រ បានយកពាក្យថ្មីមកប្រើហៅសារធាតុទាំងនេះថា សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ដំណាំ (plant growth regulators) ដែលសំដៅទៅលើអរម៉ូនរុក្ខជាតិ ហើយសារធាតុសំយោគទាំងនេះ មានគុណសម្បត្តិក្នុងការជំរុញ ឬបង្អាក់ការផ្លាស់ប្តូរមេតាប៉ូលីសផ្សេងៗផ្នែកសរីរវិទ្យារបស់រុក្ខជាតិ។ មានសារធាតុច្រើនប្រភេទដែលមានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់ និងចេញផ្ការបស់រុក្ខជាតិ តែយើងអាចសរុបពីតួនាទីរបស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ដំណាំដូចខាងក្រោមនេះ៖

(១) ជាសារធាតុសរីរាង្គដែលមានធាតុកាបូន អ៊ីដ្រូសែន និងអុកស៊ីសែនជាគោល។ ដូច្នេះជីប្រភេទផ្សេងៗ សារធាតុប៉ូតាស្យូមនីត្រាតដែលជំរុញការកើតផ្ការបស់ស្វាយមិនត្រូវបានចាត់ទុកថាជាសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ដំណាំ។

(២) មិនមែនជាសារធាតុចិញ្ចឹមរបស់រុក្ខជាតិ ដូចជាស្ករ និងអាស៊ីតអាមីណូ។

(៣) ប្រើក្នុងបរិមាណតិចតួចប៉ុណ្ណោះ ក៏អាចធ្វើឱ្យមានឥទ្ធិពលលើរុក្ខជាតិ។

ការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិគ្រប់ដំណាក់កាលសុទ្ធតែត្រូវបានគ្រប់គ្រងដោយអរម៉ូនរុក្ខជាតិទាំងអស់ តាំងពីការចាប់ផ្តើមលូតលាស់ចេញពីគ្រាប់ រហូតដល់ស្លាប់។ ដូច្នេះការប្រើសារធាតុសំយោគដែលមានគុណសម្បត្តិស្រដៀងនឹងអរម៉ូនរុក្ខជាតិ ជាការផ្លាស់ប្តូរតុល្យភាព នៃអរម៉ូនរុក្ខជាតិផ្នែកខាងក្រៅ និងខាងក្នុង ធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិបញ្ចេញលក្ខណៈផ្សេងៗតាមការគ្រប់គ្រងតាមធម្មជាតិ។ មុននឹងធ្វើការសំយោគសារធាតុទាំងនេះ អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រត្រូវចម្រាញ់អរម៉ូនទាំងនេះហើយយកមកសិក្សាឱ្យល្អិតល្អន់ជាមុនសិន ទើបធ្វើការសំយោគសារធាតុទាំងនេះចេញមកជាផលិតផល។ សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ដំណាំប្រភេទនីមួយៗមានគុណសម្បត្តិខុសគ្នា ដែលអាចចែកចេញជាក្រុមៗតូចៗបាន ៧ ក្រុមរួមមាន៖

១. អុកស៊ិន (auxin) ជាក្រុមសារធាតុដែលមានតួនាទីក្នុងការពង្រីកទំហំរបស់កោសិកា (cell enlargement) ក្នុងជាលិកាយែមបៀម (cambium) ការពង្រីកទំហំរបស់ស្លឹក ការកើតឫស ការពង្រីកទំហំរបស់ផ្លែ ការពារការជ្រុះស្លឹក ផ្កា ផ្លែ បង្អាក់ការបែកពន្លកផ្នែកខាង។ អរម៉ូនរុក្ខជាតិដែលផលិតមកនេះគឺសារធាតុ IAA ដោយវាផលិតក្នុងបរិមាណច្រើនក្នុងបរិវេណចុងត្រួយ ចុងឫស ផ្លែខ្ចី និងបរិវេណជាលិកាលូតលាស់ (Meristematic tissue)។ បរិមាណសារធាតុ IAA ក្នុងជាលិការុក្ខជាតិផ្នែកនីមួយៗមានតិច ឬច្រើនខុសៗគ្នា ដោយមានច្រើនក្នុងផ្នែកដែលកំពុងលូតលាស់។ ការគ្រប់គ្រងបរិមាណកំហាប់របស់អរម៉ូននេះក្នុងជាលិការុក្ខជាតិ នឹងមានប្រព័ន្ធការផលិត និងបំផ្លាញព្រមៗគ្នា។ អរម៉ូនក្នុងជាលិកាដែលកំពុងលូតលាស់នឹងមានការផលិតច្រើនជាងការបំផ្លាញ តែក្នុងបរិវេណជាលិកាមិនលូតលាស់នឹងត្រូវបានបំផ្លាញច្រើនជាងផលិត។ សារធាតុសំយោគដែលចាត់ទុកជាសារធាតុក្រុមអុកស៊ីនមានដូចជា NAA IBA 4-CPA និង 2,4-D ។

២. ជីប៊ីរេលលីន (gibberellin) ជាសារធាតុដែលមានទំនាក់ទំនងនៃការពន្លូតកោសិកា (cell elongation) បំផ្លាញដំណេករបស់រុក្ខជាតិ ជំរុញការចេញផ្ការបស់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ និងបង្អាក់ការចេញផ្ការបស់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះទៀត។ សារធាតុក្រុមនេះ រុក្ខជាតិផលិតដោយខ្លួនឯង និងមានពពួកផ្សិតប្រភេទខ្លះក៏អាចផលិតបានដែរ។ ក្នុងពេលបច្ចុប្បន្នមានការប្រទះឃើញសារធាតុជីប៊ីរេលលីនទាំងអស់ ១០២ ប្រភេទ ដោយគ្រប់ប្រភេទហៅឈ្មោះដូចគ្នាគឺ A ឬ GA (gibberellin A) តែមានលេខសម្គាល់តាមក្រោយចាប់ពីលេខ ១ ដល់លេខ ៧១ ដូចជា GA_3 GA_4 GA_7 ។ល។ GA_3 ជាសារធាតុដែលយកមកប្រើប្រាស់យ៉ាងទូលំទូលាយក្នុងវិស័យកសិកម្ម ដោយមានឈ្មោះហៅជាពិសេសថាអាស៊ីតជីប៊ីរេលលិក (gibberellic acid)។ រុក្ខជាតិអាច

ផលិត GA_3 បានក្នុងបរិមាណតិចណាស់ ដោយ GA_3 ដែលនាំមកប្រើក្នុងវិស័យកសិកម្មនោះ បានពីការចិញ្ចឹមផ្សិតប្រភេទខ្លះ ហើយចម្រាញ់យកសារធាតុ GA_3 ដោយសារបច្ចុប្បន្ននៅមិនទាន់មានការសំយោគ GA3 បានដោយវិធីគីមីនៅឡើយទេ។

៣. ស៊ីតូគីនីន (cytokinins) ទាក់ទងនឹងការចំណែកកោសិការបស់រុក្ខជាតិ បង្អាក់ការចាស់ជរា រួមទាំងជំរុញការចេញពន្លកមែក ប្រទះឃើញច្រើនក្នុងដាលិកានិងអំប្រីយ៉ុង (embryo)។ ភាគច្រើនសារធាតុស៊ីតូគីនីនមានការបម្លាស់ទីបានតិច តែមានគុណសម្បត្តិក្នុងការទាញយកសារធាតុចិញ្ចឹមផ្សេងៗមកកន្លែងដែលមានផ្ទុកសារធាតុស៊ីតូគីនីន (cytokinins-induced translocation)។ អរម៉ូនស៊ីតូគីនីនដែលប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិមានដូចជា BAP និង Kinetin ជាដើម។

៤. អេទីឡែន និងសារធាតុបញ្ចេញអេទីឡែន (ethylene and ethylene releasing compounds) អេទីឡែនជាឧស្ម័នមួយប្រភេទដែលចាត់ទុកជាអរម៉ូនរុក្ខជាតិ ដោយវាគ្រប់គ្រងការចាស់ជរា ការទុំ រួមទាំងការចេញផ្ការបស់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ ហើយវាទាក់ទងនឹងការជ្រុះរបស់ស្លឹក ផ្កា ផ្លែ ការចេញពណ៌លឿងរបស់ស្លឹក ការដុះរបស់គ្រាប់ ឬមើមរុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ។ អេទីឡែននឹងត្រូវបានផលិតក្នុងបរិមាណច្រើនក្នុងរុក្ខជាតិដែលកំពុងចូលវយៈជរាភាព (senescence) ដូចជាក្នុងផ្លែចាស់ និងស្លឹកចាស់ដែលជិតជ្រុះ។ ដោយសារអេទីឡែនជាឧស្ម័ន ដូច្នេះវាអាចបំភាយទៅសព្វកន្លែង ទើបគ្មានការបន្លាស់ទីដូចអរម៉ូនផ្សេងទៀត។ សារធាតុសរីរាង្គប្រភេទខ្លះមានគុណសម្បត្តិស្រដៀងនឹងអេទីឡែន ដូចជា អាសេធីលីន (acetylene) ប្រូភីលីន (propylene) ជាដើម។ ដូច្នេះទើបអាចយកសារធាតុទាំងនេះមកប្រើក្នុងវិស័យកសិកម្មបានដូចគ្នា ដូចជាការយកសារធាតុអាសេធីលីនមកបន្ទុំផ្លែឈើ និងជំរុញការចេញផ្ការបស់ម្នាស់ជាដើម។ ដោយសារសារធាតុដែលលើកឡើងមកនេះជាឧស្ម័ន ទើបធ្វើឱ្យពិបាកក្នុងការប្រើ មិនអាចគ្រប់គ្រងកំហាប់បានជាក់លាក់ ជាពិសេសពេលប្រើក្នុងថ្នាលដាំដុះ។ ដូច្នេះទើបមានការសំយោគសារធាតុប្រភេទខ្លះ ដែលជាសារធាតុរាវតែអាចបញ្ចេញ ឬពេលបំបែកធាតុហើយកើតជាឧស្ម័នអេទីឡែន មានដូចជាសារធាតុអេធីហ្វុន (ethephon) ជាដើម។ សារធាតុអេធីហ្វុនចាត់ទុកជាសារធាតុដែលមានការប្រើប្រាស់ច្រើនបំផុតក្នុងពេលបច្ចុប្បន្ន នៅក្នុងឧស្សាហកម្មផលិតម្នាស់ ដោយប្រើវាដើម្បីបង្គាប់ឱ្យម្នាស់ចេញផ្កាព្រមព្រាងទាំងថ្នាលដាំដុះ។

៥. សារធាតុបន្ថយការលូតលាស់ដំណាំ (plant growth retardants) សារធាតុក្រុមនេះមិនបានចាត់ទុកជាអរម៉ូនរុក្ខជាតិនោះទេ តែវាជាសារធាតុសំយោគទាំងអស់ មានគុណសម្បត្តិសំខាន់គឺ បង្អាក់ឬរារាំងការធ្វើការរបស់អរម៉ូនជីបឺរេលលីនក្នុងរុក្ខជាតិ ទើបមានឥទ្ធិពលធ្វើឱ្យបន្ថយការពន្លូតកោសិកា ធ្វើឱ្យថ្នាំងខ្លី ស្លឹកក្រាស់ពណ៌បៃតងចាស់ ជំរុញការចេញផ្ការបស់រុក្ខជាតិមួយចំនួន និងមានគុណសម្បត្តិផ្សេងៗទៀតរួមមាន ធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិធនទ្រាំលើបរិស្ថានមិនសមស្របដូចជា ក្តៅខ្លាំង ត្រជាក់ខ្លាំង ដីស្ងួត ដីប្រៃ ជួយជំរុញការបង្កើនទិន្នផលសម្រាប់ដំណាំមួយចំនួន។ សារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដែលសំខាន់ៗមានដូចជា សារធាតុអង់ស៊ីមីដុល (ancymidol) សារធាតុក្លរមីខ្វត (chlormequat) សារធាតុប៉ាក្លូប៊ូត្រាសូល (paclobutrazol) និងមេពិខ្វតក្លរ៉ៃ (mepiquat chloride) ជាដើម។

៦. សារធាតុការរារាំងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ (plant growth inhibitors) សារធាតុក្រុមនេះមានតួនាទីក្នុងការបង្កភាពរំខានដល់សារធាតុអរម៉ូនពពួកអុកស៊ីន ជីបឺរេលលីន និងស៊ីតូគីនីនដើម្បីឱ្យរុក្ខជាតិអាចលូតលាស់យ៉ាងសមស្រប។ ភាគច្រើនតួនាទីរបស់វាគឺ រារាំងការចំណែកកោសិកា និងការលូតលាស់របស់កោសិកាធ្វើឱ្យមានដំណេក (dormancy) និងទាក់ទងនឹងការជ្រុះរបស់សរីរៈដំណាំ។ អរម៉ូនក្រុមនេះមានច្រើនជាង

២០០ ប្រភេទ តែដែលសំខាន់បំផុង និងស្គាល់ជាទូទៅគឺ ABA (abscisic acid)។ សម្រាប់ក្នុងវិស័យកសិកម្ម មានការប្រើសារជាតុក្រុមនេះតិចណាស់ តែយ៉ាងណាក៏ដោយ វាមានការសំយោគដើម្បីប្រើប្រយោជន៍ខ្លះៗ ដូចជា រារាំងការដុះរបស់មើមដំឡូងបារាំង និងខ្ទឹមបារាំងក្នុងអំឡុងការស្តុកទុក ដោយប្រើវាជំនួសឱ្យការក្តិចត្រួយ (pinching) ដើម្បីជំរុញការបែកមែក រួមទាំងរារាំងការលូតលាស់នៃមែកដែលជាការជំរុញឱ្យរុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះចេញផ្កា។ សារជាតុរារាំងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិមានដូចជា ក្លហ្វ៊ូរេណុល (chlofurenol) ដាយ-គូលែកសូដ្យូម (dikegulac sodium) ម៉ាលេអ៊ិកហាយដ្រាសាយ (maleic hydrazide) និង TIBA ។

៧. សារជាតុក្រុមផ្សេងៗ (miscellaneous) ជាក្រុមសារជាតុដែលមានគុណសម្បត្តិខុសគ្នាពីសារជាតុទាំង ៦ ក្រុមដែលបានលើកឡើងមកពីដើមនេះ។ ភាគច្រើនប្រើប្រាស់ជាប្រយោជន៍ជាក់លាក់ដូចជា បង្កើនទិន្នផល ការពារផ្លែជ្រុះ ជួយក្នុងការចំណែកកោសិកាជាដើម។ យ៉ាងណាក៏ដោយ គឺវាមានប្រយោជន៍តិច ហើយមានការប្រើប្រាស់មិនទូលំទូលាយនោះទេ។ សារជាតុក្នុងក្រុមនេះមានដូចជា អ៊ែរហ្គូសស្ទិម (Ergostim) អាតូនិក (atonik) ជាដើម។

សារជាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ដំណាំមានប្រយោជន៍ណាស់ ហើយមានការប្រើប្រាស់យ៉ាងទូលំ-ទូលាយ ទាំងការបង្កើនផលផលិត ការធ្វើដំណាំក្រៅរដូវ បន្ថយកម្លាំងពលកម្មក្នុងការផលិតដំណាំជាដើម។ ការប្រើសារជាតុដើម្បីឱ្យផ្តល់ផលតាមតម្រូវការនោះ ត្រូវដឹងពីគុណសម្បត្តិរបស់សារជាតុទាំងនោះតាមប្រភេទរបស់វាហើយជ្រើសរើសប្រើប្រាស់ឱ្យត្រូវតាមតួនាទីរបស់វា។

១. អុកស៊ីន មានគុណសម្បត្តិក្នុងការជំរុញឱ្យមានការលូតលាស់ផ្នែកឫស ទើបយកវាមកប្រើប្រាស់ក្នុងការផ្សាំរុក្ខជាតិដើម្បីជំរុញការដុះឫសឱ្យឆាប់ហើស។ ក្រៅពីនេះរុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ ពិបាកក្នុងការចេញឫស តែបើសិនជាមានការប្រើប្រាស់អុកស៊ីនមកជួយជំរុញ នឹងធ្វើឱ្យចេញឫសបានងាយ។ សារជាតុដែលនិយមប្រើក្នុងការជំរុញឱ្យដុះឫសគឺ NAA និង IBA ដោយសារជាតុទាំងពីរប្រភេទនេះ ចាត់ទុកថាជាសារជាតុអុកស៊ីនបែបស្រាលគ្មានគ្រោះថ្នាក់ដល់ឫសរុក្ខជាតិ។ ឫសដែលកើតចេញពីការប្រើសារជាតុទាំងពីរប្រភេទនេះ តែងតែគ្មានលក្ខណៈខុសប្រក្រតី តែបើប្រើសារជាតុពពួក 2,4-D ឬ 4-CPA ដែលជាសារជាតុអុកស៊ីនកម្រិតធ្ងន់ នឹងធ្វើឱ្យឫសដុះចេញមកខុសប្រក្រតី គឺខ្លី ឫសក្រាស់រួមគ្នាជាកញ្ចុំជាដើម។ ប្រយោជន៍របស់សារជាតុអុកស៊ីនមួយចំណុចទៀតគឺ ការពារការជ្រុះនៃដំណាំច្រើនប្រភេទដូចជា ស្វាយ ក្រូចឆ្មារ ក្រូច ខ្នុរ ល្ហុង ជាដើម។ មូលហេតុដែលសារជាតុអុកស៊ីនអាចបញ្ឈប់ការជ្រុះរបស់ផ្លែនោះគឺព្រោះតែវាបន្ថយការប្រេះ (abscission layer) ក្នុងបរិវេណទងផ្លែ។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយអុកស៊ីនមិនអាចបញ្ឈប់ការជ្រុះរបស់ផ្លែក្នុងករណីខ្លះដូចជា ការជ្រុះដែលកើតពីការចូលបំផ្លាញរបស់មេរោគ និងសត្វល្អិតចង្រៃ ការជ្រុះដែលកើតពីផ្លែមិនបានឆ្លងកាត់ការផ្សំកេសរ ឬការជ្រុះដោយសារការខុសប្រក្រតីនៃផ្លែ។ អុកស៊ីនដែលនិយមប្រើការពារការជ្រុះរបស់ផ្លែគឺ NAA, 2,4-D និង 4-CPA តែមិនប្រើ IBA ព្រោះវាបង្កជាតិពុលដល់រុក្ខជាតិ។

ចំណែកការជំរុញការចេញផ្កា អាចនិយាយបានថា អុកស៊ីនគ្មានគុណសម្បត្តិផ្នែកនេះដោយផ្ទាល់នោះទេ ដោយធ្លាប់មានការសិក្សាដោយការប្រើសារជាតុ IAA ដើម្បីជំរុញការចេញផ្ការបស់ម្នាស់ហើយទទួលផលល្អសមគួរ បន្ទាប់ពីនោះទើបដឹងថាម្នាស់ចេញផ្កាបាននោះ កើតពីការដែលសារជាតុ NAA ទៅជំរុញឱ្យដើមម្នាស់ផលិតអេទីឡែន និងសារជាតុអេទីឡែននោះហើយដែលជំរុញឱ្យចេញផ្កា។

សម្រាប់ការប្រើប្រយោជន៍សម្រាប់ផ្នែកផ្សេងៗទៀតរបស់សារជាតុអុកស៊ីនមានដូចជា ការប្តូរភេទរបស់ផ្កា ដោយជាទូទៅកសិករដែលដាំសាវម៉ាវប្រើសារជាតុ NAA បាញ់លើកញ្ចុំផ្ការបស់សាវម៉ាវដើមខ្លះ ដែលធ្វើឱ្យ

ផ្កាត្រូវសារធាតុអុកស៊ីនប្តូរឱ្យទៅជាផ្កាពេញលេញ (perfect flower: មានទាំងផ្កាញី និងឈ្មោលលើផ្កាតែមួយ) ដែលប្តូរផ្កាញីទៅជាផ្កាឈ្មោល ធ្វើឱ្យកើតការផ្សំកេសរលើកញ្ចុំផ្កាតែមួយ។ សារធាតុអុកស៊ីនដែលមានកំហាប់ខ្ពស់ មិនថាប្រភេទណាក៏ដោយ តែងតែធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិពុលដូចជា ជ្រុះស្លឹក ដើមឈប់លូតលាស់ ឬអាចធ្វើឱ្យដើមស្លាប់។ ដូច្នេះហើយទើបមានការប្រើសារធាតុ 2,4-D ដែលមានឥទ្ធិពលរបស់សារធាតុអុកស៊ីនខ្ពស់ណាស់ ដែលប្រើជាថ្នាំកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃយ៉ាងទូលំទូលាយ។

២. ជីបឺរេលលីន មានគុណសម្បត្តិសំខាន់ក្នុងការពន្លូតកោសិកា ដូច្នេះទើបប្រើក្នុងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិទូទៅ។ បន្លែបរិភោគស្លឹកច្រើនប្រភេទមានប្រតិកម្មលើការប្រើប្រាស់សារធាតុជីបឺរេលលីនបានល្អប្រសើរ ដែលធ្វើឱ្យផលិតផលកើនឡើង។ បន្លែប្រភេទខ្លះមានការលូតលាស់ដើមជាកញ្ចុំ (rosette plant) ដូចជាស្ពៃ-ប៉ូកគោ ស្ពៃក្តោបជាដើម។ បើសិនជាមានការប្រើប្រាស់សារធាតុជីបឺរេលលីនជាមួយរុក្ខជាតិទាំងនោះក្នុងរយៈដើមតូចៗ នឹងធ្វើឱ្យមានការពន្លូតដើមយ៉ាងលឿនរហ័ស និងចេញផ្កាបានល្អ ដែលជាចំណុចល្អក្នុងការផលិតគ្រាប់ពូជ។ ក្នុងករណីរបស់ឈើធំច្រើនប្រភេទដូចជាស្វាយ ក្រូច និងឈើហូបផ្លែតំបន់ត្រជាក់ផ្សេងៗ ប្រទះឃើញថាសារធាតុជីបឺរេលីនអាចជំរុញការលូតលាស់ផ្នែកមែក ស្លឹក និងរារាំងការចេញផ្កា។ ដូច្នេះក្នុងករណីដែលត្រូវជំរុញឱ្យកើតស្លឹក ជាពិសេសក្នុងរយៈជាកូនពូជ អាចប្រើសារធាតុជីបឺរេលលីនឱ្យកើតប្រយោជន៍។ ជីបឺរេលលីនអាចជួយពង្រីកទំហំផ្លែរបស់ទំពាំងបាយជូរ ស្វាយ ។ល។ ប្រយោជន៍ផ្នែកផ្សេងៗទៀតរបស់ជីបឺរេលលីនមានដូចជា ការប្តូរផ្ការបស់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះដូចជា រុក្ខជាតិអំបូរត្រសក់ និងពោតផ្អែម ឱ្យមានផ្កាឈ្មោលកាន់តែច្រើនឡើង ដើម្បីប្រើប្រយោជន៍ក្នុងការផ្សំកេសរ ហើយវាអាចបំផ្លាញដំណេករបស់មើមដំឡូងបារាំង និងគ្រាប់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ។

៣. ស៊ីតូគីនីន គុណសម្បត្តិរបស់វាគឺជួយឱ្យរុក្ខជាតិចំណែកកោសិកា ដែលមានប្រយោជន៍ក្នុងការងារចិញ្ចឹមជាលិការុក្ខជាតិយ៉ាងខ្លាំង។ វិធីប្រើប្រយោជន៍ក្នុងការងារចិញ្ចឹមជាលិការុក្ខជាតិគឺផ្សំសារធាតុនេះចូលទៅក្នុងអាហារសម្រេចដើម្បីជំនួយដល់ការលូតលាស់របស់ឃែលឡាស់ (callus) ហើយជំរុញឱ្យឃែលឡាស់អភិវឌ្ឍន៍ទៅជាដើមរុក្ខជាតិ។ ប្រយោជន៍ផ្នែកផ្សេងៗរបស់សារធាតុស៊ីតូគីនីនមានមិនសូវច្រើនទេ ក្រៅពីយកទៅប្រើក្នុងការជំរុញការបែកពន្លកមែករបស់ដើមឈើហើយនោះ វាមានប្រយោជន៍ក្នុងការគ្រប់គ្រងសំយាកមែករបស់រុក្ខជាតិ និងជំរុញការបែកមែកសម្រាប់រុក្ខជាតិដែលពង្រីកពូជដោយការភ្ជាប់ភ្នែក។ សារធាតុស៊ីតូគីនីនមានគុណសម្បត្តិពន្យារការចាស់ជរារបស់រុក្ខជាតិ ទើបអាចបង្កើនអាយុការស្តុកទុករបស់បន្លែស្លឹក និងផ្លែឈើ រួមទាំងផ្កាច្រើនប្រភេទ។ តែទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ រឿងនេះជាការពិសោធន៍ប៉ុណ្ណោះ មិនទាន់អាចយកមកប្រើប្រាស់បាន។

៤. អេទីឡែន និងសារធាតុបញ្ចេញអេទីឡែន ជាសារធាតុជំរុញការទុំរបស់ផ្លែឈើទើបអាចប្រើក្នុងការបន្ទុំផ្លែឈើ។ ការទុំរបស់ផ្លែឈើជាទូទៅកើតពីផ្លែឈើផលិតសារធាតុអេទីឡែន ដូច្នេះការផ្តល់អេទីឡែនទៅលើផ្លែឈើដែលចាស់ខ្លាំងទើបអាចជំរុញឱ្យវាចាស់លឿនជាងធម្មតាដោយគុណភាពរបស់ផ្លែឈើមិនផ្លាស់ប្តូរ។ ការបន្ទុំដោយប្រើឧស្ម័នអេទីឡែន គឺជាការប្រើដោយផ្ទាល់ តែត្រូវធ្វើបន្ទប់បិទជិត។ ចំណែកក្នុងប្រទេសកម្ពុជាយើងគ្មានបន្ទប់បន្ទុំច្បាស់លាស់ តែតាមផ្ទះអាចប្រើថ្មពិលចាស់ (calcium carbide) ឬអុចធូបក្នុងការបន្ទុំ ដោយផ្សែងដែលចេញមកនឹងធ្វើប្រតិកម្មជាមួយទឹកហើយកើតជាឧស្ម័នអេទីឡែន។ កសិករខ្លះចាប់ផ្តើមប្រើអេធីហ្វុន (Ethephon) មកបន្ទុំផ្លែឈើ ដោយវាជាសារធាតុបញ្ចេញអេទីឡែនដែលមានការប្រើប្រាស់យ៉ាងទូលំទូលាយដូចជាប្រើសម្រាប់ជំរុញការចេញផ្ការបស់ម្នាស់ ជំរុញការបង្កើនការចេញជ័ររបស់ដើមកៅស៊ូ និងល្ហុង

ជំរុញការចាស់របស់ផ្លែឈើលើដើមធ្វើឱ្យចាស់ព្រមគ្នាដូចជា សាវម៉ាវ ស្វាយ ឡុងកុង ទំពាំងបាយជូរ ប៉េងប៉ោះ ការហ្វេ ជំរុញការចាស់នៃស្លឹកថ្នាំជក់ ។ល។

៥. សារជាតុពន្យារការលូតលាស់របស់ដំណាំ មានឥទ្ធិលលើការបង្អាក់មេតាប៉ូលីសរបស់សារជាតុ ជីបឺរេលលីន ដូច្នេះលក្ខណៈណាក៏ដោយដែលមានការគ្រប់គ្រងដោយសារជាតុជីបឺរេលលីន នឹងអាចផ្លាស់ប្ដូរបានដោយប្រើសារជាតុពន្យារការលូតលាស់។ គុណសម្បត្តិសំខាន់របស់សារជាតុក្រុមនេះគឺ រារាំងការពន្លូតរបស់ថ្នាំង ធ្វើឱ្យដើមទាប តូច ទើបមានប្រយោជន៍ក្នុងការផលិតដំណាំលម្អក្នុងផើងដែលមានសំយាកដើមស្រស់ស្អាត (compact) និងមានប្រយោជន៍ចំពោះការផលិតឈើហូបផ្លែដែលមានដើមដាំជិតគ្នា (high density planting)។ គុណសម្បត្តិមួយប្រភេទទៀតរបស់សារជាតុនេះគឺ ធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិធន់ទ្រាំចំពោះបរិស្ថានដែលមិនសមស្រប ដូច្នេះទើបអាចប្រើវាដើម្បីបង្កើនផលផលិតសម្រាប់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះដូចជា ឱ្យមីល្ហុសាយ អាចបង្កើនផលផលិតរបស់ស្ពៃបូកគោ និងស្ពៃខៀវក្ដោបដែលដាំក្នុងរដូវក្ដៅ។ ប្រយោជន៍សំខាន់របស់សារជាតុពន្យារការលូតលាស់របស់ដំណាំគឺ ការជំរុញឱ្យរុក្ខជាតិខ្លះចេញផ្កាដូចជា ការប្រើប៉ាក្លូប៊ុត្រាសូល (paclobutrazol) ជាមួយស្វាយ និងក្រូចឆ្មារ នឹងធ្វើឱ្យមានកញ្ចុំផ្កាច្រើន និងចេញផ្កាក្រៅរដូវ។ ការពន្យារការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិជាការបន្ថយបរិមាណរបស់សារជាតុជីបឺរេលលីនក្នុងដើម ដែលសារជាតុជីបឺរេលីនមានឥទ្ធិពលលើការរារាំងការចេញផ្កា ដូច្នេះពេលដែលជីបឺរេលីនមានបរិមាណតិចជាងធម្មតា ទើបធ្វើឱ្យឈើហូបផ្លែច្រើនប្រភេទចាប់ផ្ដើមចេញផ្កា។

៦. សារជាតុរារាំងការលូតលាស់ដំណាំ គុណសម្បត្តិសំខាន់ក្នុងការរារាំងការចំណែកកោសិការបស់រុក្ខជាតិ ទើបនាំមកប្រើប្រយោជន៍ក្នុងករណីខ្លះដូចជា ការប្រើសារជាតុម៉ាលេអ៊ិកហាយដ្រាសាយរារាំងការដុះពន្លករបស់ខ្ទឹមបារាំង ប្រើក្នុងការធ្វើឱ្យកើតដំណេករបស់ដើមក្រូចដើម្បីសន្សំអាហារសម្រាប់ចេញផ្កា។ សារជាតុរារាំងការលូតលាស់អាចរារាំងការចំណែកកោសិកាចុងត្រួយ ឬអាចនិយាយបានថាមានឥទ្ធិពលលើការបំផ្លាញពន្លក ទើបធ្វើឱ្យសារជាតុអុកស៊ីនមិនអាចបង្កើតនៅបរិវេណចុងត្រួយ។ ដោយហេតុនេះធ្វើឱ្យពន្លកត្រួយលូតលាស់មកជំនួស ដែលជាប្រយោជន៍ក្នុងការបង្ខាប់ឱ្យដើមឈើបែកមែកបានច្រើនដូចជា ការប្រើម៉ាលេអ៊ិក-ហាយដ្រាសាយបង្កើនការបែកមែកនៃឈើលម្អ ឬឈើដែលដាំជារបង ការប្រើក្លរហ្វ៊ូរីណលបង្កើនចំនួនដើមរបស់ម្នាស់ជាដើម។ យ៉ាងណាក៏ដោយ ប្រយោជន៍របស់សារជាតុក្រុមនេះមានតិចណាស់ បើប្រៀបធៀបជាមួយសារជាតុផ្សេង។

៧. សារជាតុផ្សេងទៀត ជាសារជាតុដែលមានគុណសម្បត្តិផ្សេង ដែលមិនអាចបង្ហាញឱ្យជាក់លាក់ តែមានការប្រើប្រាស់សារជាតុក្រុមនេះដើម្បីបង្កើនផលិតផលដំណាំច្រើនប្រភេទដូចជា ការប្រើសារជាតុអាកូស្ទិមក្នុងការបង្កើនទំហំរបស់ផ្លែក្រូច ឬបន្ថែមទំហំ និងទម្ងន់របស់ផ្លែស្ត្របឺរី ការបន្ថែមស្ករក្នុងដើមអំពៅ ដោយការប្រើសារជាតុ glyphosine ឬការបង្កើនការចេញផ្លែរបស់ឈើហូបផ្លែប្រភេទខ្លះ ការពង្រីកទំហំផ្លែនិងបង្កើនផលិតផលនៃពពួកធញ្ញជាតិដោយប្រើសារជាតុអាតូនិកជាដើម។

សារជាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ដំណាំជាសារជាតុគីមីម្យ៉ាងសម្រាប់វិស័យកសិកម្ម ដែលអាចចាត់ទុកថាជាសារជាតុដែលមានជាតុពុល។ ដូច្នេះការប្រើសារជាតុទាំងនេះត្រូវប្រើយ៉ាងប្រុងប្រយ័ត្នដូចគ្នាជាមួយសារជាតុកម្ចាត់សត្វល្អិតដូចជា ហាមយកដៃកូរសារជាតុ ជៀសវាងការប៉ះដោយផ្ទាល់ជាមួយសារជាតុកំហាប់ខ្ពស់ ពាក់សម្លៀកបំពាក់ការពារការភាយរបស់សារជាតុ និងផ្សេងៗទៀត តាមគោលការណ៍ដើម្បីសុវត្ថិភាពក្នុងការប្រើសារជាតុពុល។ ជាទូទៅ សារជាតុទាំងនេះនឹងបំបែកជាតុ ឬខូចខាតដោយងាយ ដែលធ្វើឱ្យវាខូចប្រសិទ្ធភាព

បានលឿន ទើបគួរប្រមូលទុកក្នុងកន្លែងត្រជាក់មិនត្រូវពន្លឺ។ គួរផ្សំសារធាតុឱ្យសមល្មមក្នុងការប្រើម្តងៗ តែប៉ុណ្ណោះ និងដើម្បីភាពជឿជាក់នៃប្រសិទ្ធភាពរបស់សារធាតុទើបមិនគួរទុកសារធាតុនេះហួសពី ២ ឆ្នាំ។

១.៣.២ កត្តាបរិស្ថាន

កត្តាដែលសំខាន់ម្យ៉ាងទៀតលើការលូតលាស់ និងការអភិវឌ្ឍរបស់ភាវៈរស់ ជាពិសេសរុក្ខជាតិគឺកត្តាបរិស្ថាន។ វាអាចផ្តល់ផលវិជ្ជមាន ឬអវិជ្ជមានចំពោះពន្ធុសាស្ត្ររបស់រុក្ខជាតិដែលអាចឱ្យរុក្ខជាតិបញ្ចេញលក្ខណៈពន្ធុសាស្ត្រតាមលក្ខណៈពូជរបស់វា ឬអាចធ្វើឱ្យការបញ្ចេញលក្ខណៈរបស់រុក្ខជាតិខុសប្លែកពីពន្ធុសាស្ត្ររបស់វាក៏បាន។ បើសិនជាហ្សែន (genes) និងបរិស្ថានអាចសម្របចូលគ្នាបាន ដើមរុក្ខជាតិនឹងដុះលូតលាស់បានល្អ បើសិនជាបរិស្ថានរារាំង ឬប្រឆាំងជាមួយហ្សែនរបស់រុក្ខជាតិ ដើមរុក្ខជាតិនឹងលូតលាស់មិនល្អ ឬមានការអភិវឌ្ឍន៍មិនគ្រប់គ្រាន់ ផ្តល់ផលផលិតទាប។

កត្តាផ្នែកបរិស្ថាន ឬកត្តាផ្នែកខាងក្រៅ អាចចែកចេញទៅតាមតួនាទីដែលមានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍របស់រុក្ខជាតិ។ កត្តាទាំងនេះចែកចេញជា ២ ក្រុមគឺ៖

១. កត្តាវិជ្ជមាន (positive factors) ជាកត្តាដែលខ្វះមិនបានរួមមាន៖

- **ពន្លឺ** (light) រុក្ខជាតិត្រូវការពន្លឺដើម្បីប្រើប្រាស់ក្នុងការធ្វើរស្មីសំយោគ សម្រាប់ផលិតអាហារ ដែលប្រើក្នុងការលូតលាស់ និងការអភិវឌ្ឍនៃដើម។
- **កន្លែងទម្រ** រុក្ខជាតិនឹងលូតលាស់ និងផ្តល់ផលិតផលល្អ ត្រូវមានកន្លែងចាប់ ឬទម្រដែលរឹងមាំ ដើម្បីធ្វើឱ្យដើមរបស់វាមានលំនឹងសមស្រប ដែលធ្វើឱ្យផ្នែកផ្សេងៗ ធ្វើតួនាទីក្នុងការលូតលាស់យ៉ាងពេញលេញ។
- **សីតុណ្ហភាព** (temperature) សីតុណ្ហភាពដែលសមស្របនឹងធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិមានការលូតលាស់ និងការអភិវឌ្ឍល្អ។
- **អាកាស** (atmosphere) ក្នុងការលូតលាស់ និងការអភិវឌ្ឍរបស់រុក្ខជាតិ ត្រូវការថាមពលដែលបានមកពីការដកដង្ហើម ទើបត្រូវមានអាកាសគ្រប់គ្រាន់ដើម្បីដកដង្ហើមដែលកើតឡើង។ ក្រៅពីនេះរុក្ខជាតិត្រូវការឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីតដើម្បីធ្វើរស្មីសំយោគផងដែរ។
- **ទឹក** (water) ជារូបធាតុសំខាន់របស់ភាវៈរស់។ ទឹកមានតួនាទីជួយរំលាយសារធាតុចិញ្ចឹម (nutrients) ដឹកនាំសារធាតុចិញ្ចឹម ទៅកាន់ផ្នែកផ្សេងៗ និងជួយក្នុងការបញ្ចុះសីតុណ្ហភាពក្នុងដើមរុក្ខជាតិ។
- **សារធាតុចិញ្ចឹម** (nutrients) រុក្ខជាតិត្រូវការសារធាតុចិញ្ចឹមដើម្បីប្រើក្នុងការលូតលាស់ និងការអភិវឌ្ឍ ដោយសារធាតុចិញ្ចឹមទាំងនេះ នឹងក្លាយជាទម្រង់សំខាន់ៗរបស់រុក្ខជាតិ និងទៅជំរុញវិធីសាស្ត្រផ្សេងៗ ដែលចាំបាច់លើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ។

២. កត្តាអវិជ្ជមាន (negative factors) ជាកត្តាដែលមិនគួរមាន គឺបើមានហើយនឹងធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិទទួលការខូចខាត បាត់បង់គុណភាព ឬអាចដល់ស្លាប់។ កត្តាទាំងនោះមានដូចជា៖

- ជំងឺដំណាំ (plant disease) វាធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិលូតលាស់ខុសប្រក្រតី ធ្វើឱ្យទិន្នផលខូចខាត ឬដល់ថ្នាក់ធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិអាចស្លាប់
- សត្វល្អិតចង្រៃ (insect pests) វាចូលទៅស៊ីរុក្ខជាតិ រហូតដល់រុក្ខជាតិបង្អាក់ការលូតលាស់ ឬស្លាប់
- រុក្ខជាតិចង្រៃ (weeds) វាដុះក្នុងកន្លែងដាំដុះ មានការលូតលាស់ និងធន់ទ្រាំលើបរិស្ថានល្អជាងរុក្ខជាតិដែលដាំដុះ ធ្វើឱ្យចូលមកដណ្តើមសារធាតុចិញ្ចឹម និងជាជម្រករបស់មេរោគ។

សំណួរប្រចាំមេរៀន

១. ចូរអធិប្បាយពីទម្រង់របស់ជាលិកាវុក្ខជាតិឱ្យបានក្បោះក្បាយ។
២. តើការលូតលាស់គឺជាអ្វី?
៣. តើការអភិវឌ្ឍគឺជាអ្វី?
៤. ចូរអធិប្បាយវដ្តជីវិតរបស់រុក្ខជាតិឱ្យបានក្បោះក្បាយ។
៥. អ្វីជាកត្តាដែលមានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ? ចូរអធិប្បាយ។

មេរៀនទី ២
សារធាតុអុកស៊ីន

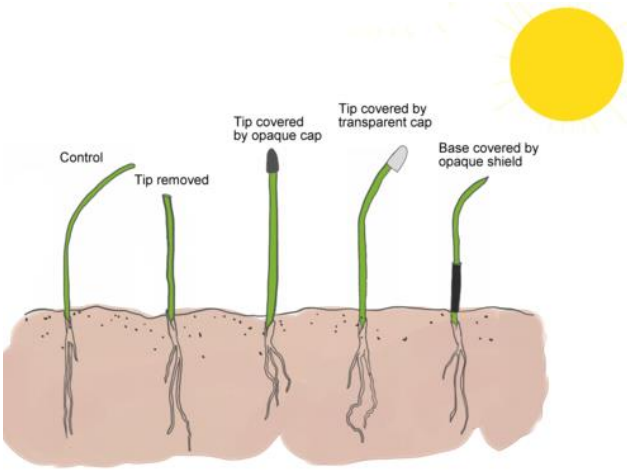
អុកស៊ីនជាក្រុមសារជាតុដែលជំរុញការពន្លូតប្រវែងរបស់កោសិកានៃដើមរុក្ខជាតិ និងមានគុណសម្បត្តិផ្នែកសរីរវិទ្យាដូចគ្នាជាមួយអាស៊ីតអាស៊ីទិច (IAA) ដែលផលិតបានពីធម្មជាតិ។ អុកស៊ីនជាសារជាតុដែលមានលក្ខណៈផ្នែកគីមីជាអាស៊ីត មានរូបធ្លុំជារង្វង់មូលមិនឆ្អែត (unsaturated ring)។ ពាក្យថា auxin ជាពាក្យមកពីភាសាក្រិចថា auxein ប្រែថាការលូតលាស់។

២.១ ប្រវត្តិការរកឃើញនៃអុកស៊ីន

ក្នុងឆ្នាំ ១៧៥៨ លោក Duhamel du Monceau បានរកឃើញថាសារជាតុក្នុងរុក្ខជាតិមានការបម្លាស់ទីជានិច្ច ដូចជាសារជាតុដែលផលិតឡើងក្នុងស្លឹកបម្លាស់ទីទៅគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ក្នុងឫស បើសិនជាវះសំបកឈើដើម្បីកាត់ផ្តាច់ការបញ្ជូនសារជាតុពីខាងលើទៅខាងក្រោម សំបករបស់ឈើត្រង់ចំណុចដែលវះផ្នែកខាងលើអាចនឹងកើតឫស។ ទាំងនេះធ្វើឱ្យជឿថា ការបម្លាស់ទីរបស់សារជាតុពីកន្លែងមួយទៅកន្លែងមួយទៀត មានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់លើចំណុចដែលទទួលសារជាតុ។

ក្នុងឆ្នាំ ១៨៨០ លោក Sachs បានរាយការណ៍ថា ការបម្លាស់ទីរបស់សារជាតុពីស្លឹកទៅឫស និងផ្នែកផ្សេងៗទៀត ជាការបម្លាស់ទីបែបមានទិសដៅ (polarity) ដោយមានឥទ្ធិពលលើការគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ និងការអភិវឌ្ឍន៍ផ្នែក ដោយមានកត្តាផ្នែកខាងក្រៅចូលមកមានឥទ្ធិពលដូចជាពន្លឺ ទំនាញផែនដីជាដើម។

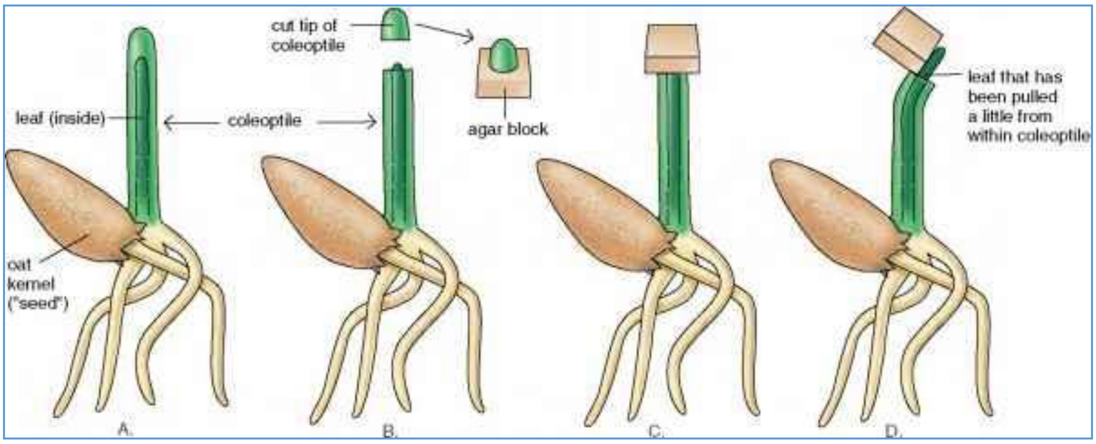
ក្នុងឆ្នាំ ១៨៨០ ដូចគ្នានេះលោក Darwin បានសាកល្បងប្រើផ្នែកកូលីអុបធីល (coleoptile) របស់ស្មៅនេពៀ និងដើមអូត (*Avena sativa*) បានសង្កេតឃើញថា បើសិនជាឱ្យផ្នែកកូលីអុបធីលបែរទៅរកពន្លឺតែម្ខាង ផ្នែកកូលីអុបធីលនោះនឹងបែរទៅរកពន្លឺ។ បើសិនជាកាត់ចុងរបស់កូលីអុបធីលចេញ ឬប្រើវត្ថុបាំងពន្លឺចេញពីត្រួយ ហើយបានទទួលពន្លឺតែម្ខាង លទ្ធផលបង្ហាញថាគ្មានការកោងទៅរកពន្លឺនោះទេ។ ទើបសរុបបានថាមានសារជាតុម្យ៉ាងនៅលើចុងកូលីអុបធីល ដោយពេលដែលបានទទួលពន្លឺនឹងបម្លាស់ទីទៅផ្នែកដែលមិនបានទទួលពន្លឺ ធ្វើឱ្យផ្នែកកូលីអុបធីលកោងចូលរកពន្លឺ។



រូបទី ២.១ ការពិសោធរបស់ Charles Darwin

(ប្រភព៖ https://www.pathwayz.org/Tree/Plain/PHOTOTROPISM+EXPERIMENTS)

ក្នុងឆ្នាំ ១៩២៦ លោក Went សាកល្បងដោយប្រើកូលីអុបធីលរបស់ដើមអូត ដោយការកាត់ចុងកូលីអុបធីលហើយនាំយកទៅដាក់លើផ្ទាំងសារាយ (agar) ហើយយកសារាយនោះទៅដាក់លើកូលីអុបធីលដែលត្រូវបានកាត់ចុងចេញ។ លទ្ធផលបង្ហាញឱ្យឃើញថា វាអាចធ្វើឱ្យកូលីអុបធីលនោះកោង ហើយអាចបម្លាស់ទីពីផ្ទាំងសារាយចូលទៅក្នុងកូលីអុបធីលដែលជាមូលហេតុធ្វើចុងវាកោង។ បន្ទាប់មកគាត់បានញែកសារធាតុនោះចេញដោយវិធី diffusion ។



រូបភាព ២.១ ការពិសោធរបស់ Frits Went

(ប្រភព៖ https://www.78stepshealth.us/flowering-plants/plant-hormones.html)

ក្នុងឆ្នាំ ១៩៤៦ លោក Haagen Smit និងក្រុមការងារបានញែកសារធាតុ IAA ពីអង់ដូស្ពែមរបស់គ្រាប់ពោតខ្ចី (immature corn grain) បង្ហាញឱ្យឃើញថាមាន IAA ក្នុងបរិមាណខ្ពស់ ហើយបន្ទាប់ពីនោះបានរកឃើញក្នុងរុក្ខជាតិផ្សេងៗទៀតជាច្រើន (ក្រោយពីនោះក៏ប្រទះឃើញថា IAA ជាអុកស៊ីនធម្មជាតិប្រភេទតែមួយដែលប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិ)។

បន្ទាប់ពីមានការសិក្សាស្រាវជ្រាវជាច្រើនទាក់ទងនឹងការបម្លាស់ទី ឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់ និងការផ្លាស់ប្តូរទិសដៅរបស់ឫស ។ល។ អំឡុងសង្គ្រាមពិភពលោកលើកទី ២ បានរកឃើញថាអុកស៊ីនច្រើនប្រភេទដែលសំខាន់គឺ 2,4-D បើសិនជាប្រើកំហាប់ខ្ពស់អាចធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិស្លាប់ ជាពិសេសរុក្ខជាតិឌីកូទីលេដូន (dicotyledon) ទើបបានយកសារធាតុនេះមកប្រើប្រាស់ជាថ្នាំកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃយ៉ាងទូលំទូលាយ។

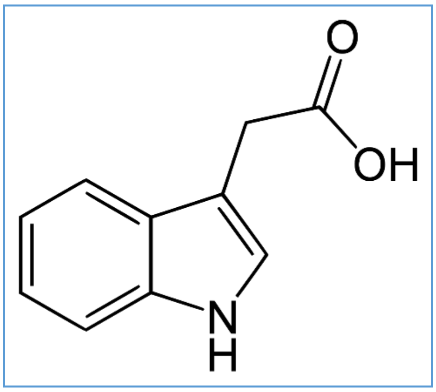
២.២ អុកស៊ីនធម្មជាតិ

រុក្ខជាតិសំយោគសារធាតុអុកស៊ីនដើម្បីប្រើប្រាស់ក្នុងការគ្រប់គ្រងការលូតលាស់។ ក្រៅពីនោះបាក់តេរី (bacteria) ផ្សិត (fungi) និងសារាយ (algae) ប្រភេទខ្លះក៏អាចសំយោគអុកស៊ីនបានដែរ។ សារធាតុ IAA ជាអុកស៊ីនដែលសំយោគឡើងដោយធម្មជាតិ អាចនិយាយបានថាជាអុកស៊ីនធម្មជាតិតែមួយដែលមានក្នុងរុក្ខជាតិ។ តាមរយៈការសិក្សាកន្លងមកបានបង្ហាញថា មានសារធាតុជាច្រើនប្រភេទក្នុងរុក្ខជាតិដែលអាច ជំរុញការលូតលាស់ដូចគ្នាជាមួយសារធាតុអុកស៊ីនដែរ ដោយសារធាតុទាំងនោះមានដូចជា indolepyruvic acid, indoleacetaldehyde ។ល។ សារធាតុទាំងនេះតែងតែមានទំនាក់ទំនងជាមួយសារធាតុ IAA អាចជាសារធាតុដើមកំណើត (precursors) របស់សារធាតុ IAA ហើយវានឹងបញ្ចេញលក្ខណៈជាអុកស៊ីនក្នុងពេលដែលត្រូវបានប្រែក្លាយជាអុកស៊ីនតែប៉ុណ្ណោះ។

សម្រាប់អុកស៊ីនដែលនៅក្នុងរុក្ខជាតិមាន ២ ប្រភេទគឺ៖

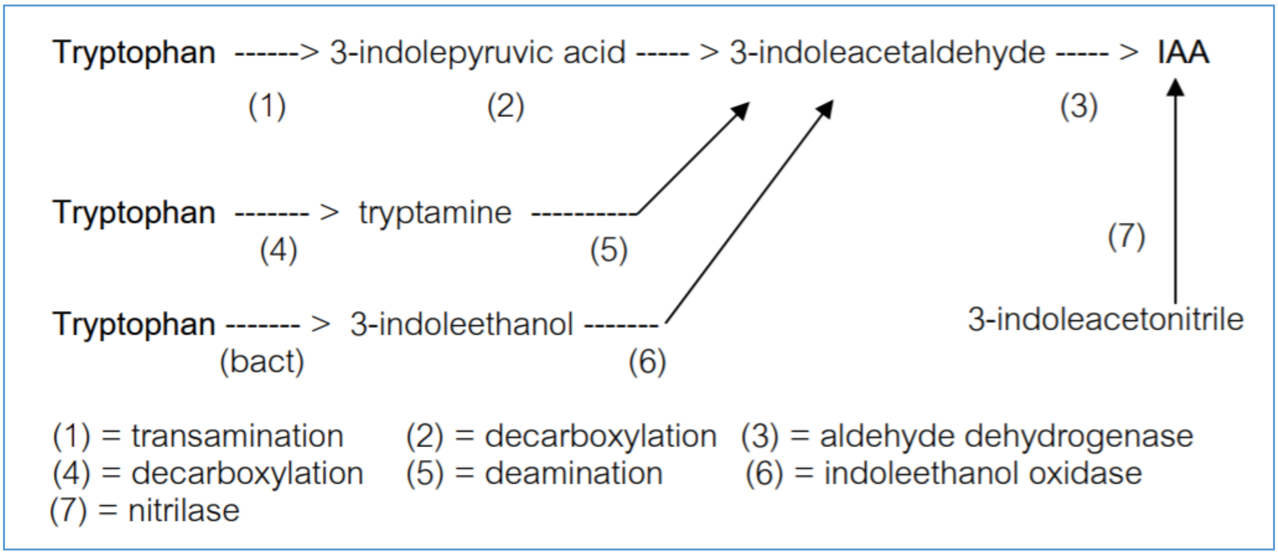
១). Free auxin ដែលជាអុកស៊ីនដែលអាចជំរុញវិធីសាស្ត្រផ្នែកសរីរវិទ្យារបស់ដំណាំបានភ្លាមៗ ហើយវាងាយស្រួលក្នុងការចម្រាញ់ ដូចជា indole-3-acetadehyde, indole-3-acetonitrile, indole-3-ethanol, indole-3-pyruvat acid ។

២). Bound auxins នៅមិនទាន់ជំរុញប្រតិកម្មក្នុងរុក្ខជាតិបាននៅឡើយ អាចនៅក្នុងទម្រង់ជា glycoside ឬ detoxification ដែលជា amino acid ឬប្រូតេអ៊ីន ដែលត្រូវកើតពីការបំបែកនៃ free auxins ជាមុនទើបអាចជំរុញវិធីសាស្ត្រផ្នែកសរីរវិទ្យារបស់ដំណាំ។



រូបភាព ២.៣ Indol-3-acetic acid (IAA) (Han *et al.* 2018)

ការសំយោគ IAA របស់រុក្ខជាតិគឺបានមកពីសារធាតុដើមគឺអាស៊ីតអាមីណូ tryptophan ដោយជាទូទៅក្នុងរុក្ខជាតិមាន ២ វិធីសាស្ត្រក្នុងការសំយោគ IAA ពី tryptophan គឺ៖



សម្រាប់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះអាចមានភាពខុសគ្នាដូចជា សម្រាប់រុក្ខជាតិអំបូរត្រសក់មានការសំយោគ indoleacetaldehyde ពី indoleethanol ចំណែកក្នុងរុក្ខជាតិក្រុម Brassicaceae មានការផលិតសារធាតុ glucobrassicin ពី tryptonphan ហើយប្តូរទៅជា indoleacetonitrile និង IAA ជាផលិតផលចុងក្រោយ។ សម្រាប់បាក់តេរី វាប្តូរ tryptophan ទៅជា indole-ethanol ហើយរុក្ខជាតិប្តូរសារធាតុនេះជាសារធាតុ IAA ។

ការគ្រប់គ្រងសារជាតុ IAA ក្នុងរុក្ខជាតិ៖ ពពួកអរម៉ូនរុក្ខជាតិនឹងត្រូវបានគ្រប់គ្រងកំហាប់យ៉ាងផ្ចិតផ្ចង់ ព្រោះបើវាមានបរិមាណច្រើនហួសតម្រូវការ នឹងធ្វើឱ្យកើតផលអវិជ្ជមានដល់ការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ។ ការគ្រប់គ្រងបរិមាណរបស់អុកស៊ីនក្នុងផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិជារឿងដែលសាំញ៉ាំ ដែលទាក់ទងច្រើនវិធីសាស្ត្រ។ សម្រាប់ដំណាក់កាលនៃការគ្រប់គ្រងមានដូចនេះ៖

១). ការគ្រប់គ្រងកម្រិតការសំយោគសារជាតុ IAA ក្នុងផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិ ជាទូទៅសារជាតុ free-tryptophan ក្នុងរុក្ខជាតិមានបរិមាណទាប និងមានក្នុងលក្ខណៈជា D-tryptophan នោះនឹងកើតប្រតិកម្មងាយជាងក្នុងទម្រង់ជា L-tryptophan ទើបមានការផ្លាស់ប្តូរពី L-tryptophan ទៅជា D-tryptophan ជាមុន ទើបប្តូរទៅជា IAA ។ ដំណាក់កាលការប្តូរ L-tryptophan ទៅជា D-tryptophan ក៏ជាចំណុចសំខាន់ក្នុងការគ្រប់គ្រងការសំយោគ IAA ។

២). ការចាប់របស់អុកស៊ីនជាមួយសារជាតុផ្សេង ដែលធ្វើឱ្យកើតជា bound auxin ដែលមានច្រើនលក្ខណៈ។ ជាទូទៅជាលក្ខណៈសន្សំរបស់ IAA ដែលអាចបញ្ចេញមកជាបន្តបន្ទាប់ (ដោយនឹងត្រូវឆ្លងកាត់ប្រតិកម្ម hydrolysis, enzymolysis ឬ autolysis ជាមុន) ឬអាចជាមានឥទ្ធិពលមកពីការបន្ថយភាពពុលរបស់ IAA ដែលមានច្រើនលើសកម្រិត ដូចជា auxin peptide ដែលមិនអាចត្រលប់ទៅជាអុកស៊ីនសេរីបានទៀត។ ទម្រង់នៃអុកស៊ីនដែលសន្សំទុករួមមាន៖

- Auxin-glycolester ក្នុងគ្រាប់ និងសរីរៈស្តុកអាហារ
- Ascorbigen, glucobrassicin នៃរុក្ខជាតិអំបូរ Brassicaceae

៣). ការបំផ្លាញ IAA (Destruction of IAA) ដោយអង់ស៊ីម ឬដោយពន្លឺ៖

- ការបំផ្លាញដោយអង់ស៊ីម (enzymatic destruction) ដោយអង់ស៊ីម IAA oxidase ដែលចាត់ទុកជាអង់ស៊ីមពពួក peroxidase ។ ប្រតិកម្មនេះជាការបំផ្លាញ IAA ជាអចិន្ត្រៃយ៍ ការធ្វើការរបស់អង់ស៊ីមប្រភេទនេះ នឹងត្រូវជំរុញដោយសារជាតុ monophenols (ដូចជា p-caumuric acid, 2,4-dichlorophenol ។ល។) តែនឹងត្រូវរារាំងដោយសារជាតុ ortho diphenols (ដូចជា pyrogallol, chlorogenic acid)។
- ការបំផ្លាញដោយពន្លឺ (photooxidation) ជាការបំផ្លាញ IAA ដោយពន្លឺដោយត្រូវប្រើពន្លឺខ្ពស់ណាស់ លទ្ធផលគឺទទួលបានសារជាតុ 3-methyleneoxindole, 3-indolealdehyde ។ តាមការស្រាវជ្រាវបានឱ្យដឹងថា ពន្លឺពណ៌ក្រហមជំរុញឱ្យលូតលាស់ផ្នែកត្រួយ តែរារាំងការពន្លូតខ្លួនរបស់ដើមដែលនៅខាងក្រោមត្រួយ។ មូលហេតុនេះបណ្តាលមកពីពន្លឺពណ៌ក្រហមទៅជំរុញឱ្យមានការសំយោគ kaempfuol ក្នុងដើម (ដែលសារជាតុនេះជា co-factor របស់ IAA oxidase) និងជំរុញការផលិត quercetin (ដែលជាសារជាតុរារាំង IAA oxidase ក្នុងស្លឹក)។

៤). គ្រប់គ្រងការបញ្ជូនអុកស៊ីនចេញពីបរិវេណដែលមានការសំយោគពន្លឺទៅកាន់ផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិ ធ្វើឱ្យបរិមាណអុកស៊ីនក្នុងបរិវេណនោះមានបរិមាណមិនច្រើនលើសកំណត់។

២.៣ អុកស៊ីនសំយោគ

អុកស៊ីនដែលសំយោគ (auxin synthesis) សម្រាប់លក់ដូរក្នុងទីផ្សារបច្ចុប្បន្នមានច្រើនណាស់។ វាអាស្រ័យលើគោលដៅរបស់អ្នកប្រើ ជាពិសេសការនាំយកទៅប្រើក្នុងវិស័យកសិកម្មដូចជា ជំរុញការកើតឫសពេលផ្សាំមែក ជំរុញការកើតផ្ការបស់ម្នាស់ ការជ្រុះរបស់ឈើហូបផ្លែ ការចេញផ្លែ និងការកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃ

ជាដើម។ អុកស៊ីនដែលសំយោគមកនោះមានតួនាទីស្រដៀងនឹងអុកស៊ីនក្នុងធម្មជាតិ តែមានទម្រង់ផ្នែកគីមីខុសគ្នា ដោយបែងចែកអុកស៊ីនដែលសំយោគមកនោះជា ៦ ក្រុមធំៗគឺៈ

១). Indole derivative មានដូចជា indole-3-acetic acid (IAA), idole-3-butyric acid (IBA)

២). Benzoic acids ដូចជា 2,3,6-trichlorobenzoic acid, 2-methoxy-3,6-dichlorobenzoic acid

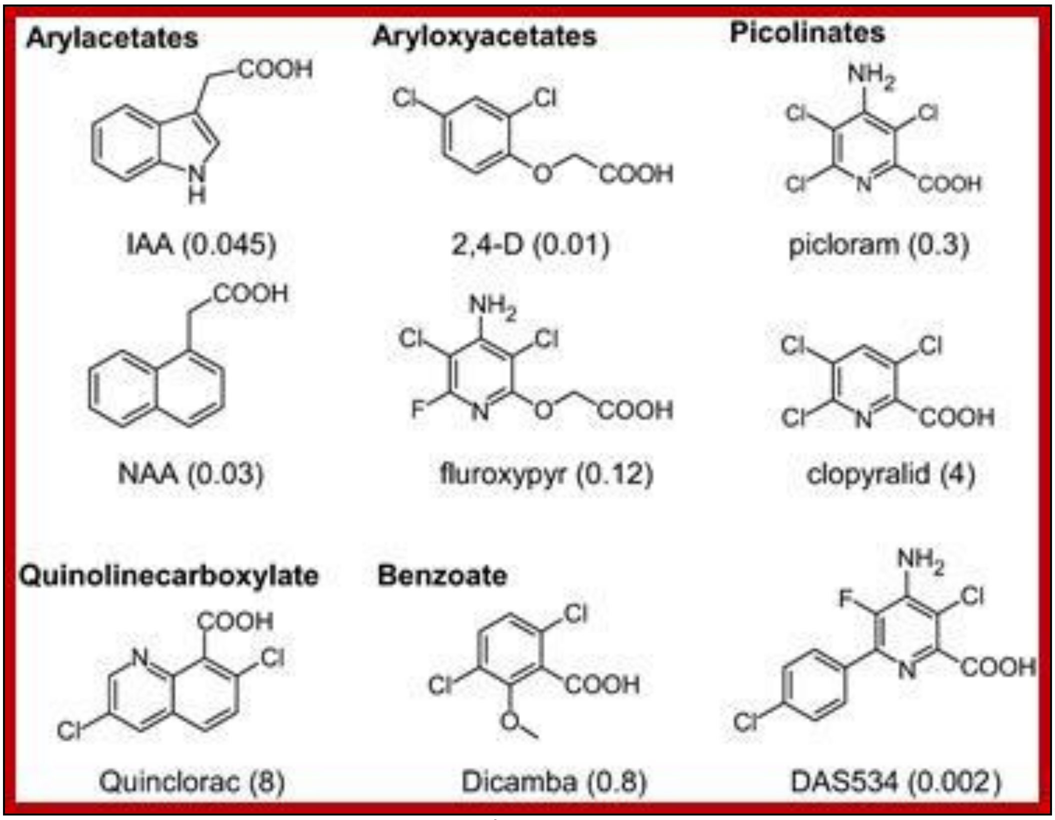
៣). Naphthalene acids មានដូចជា α និង β naphthaleneacetic acid

៤). Chlorophenoxyacetic acids មានដូចជា 2,4-D, 2,4,5-T

៥). Naphthoxyacetic acids មានដូចជា α និង β NOA

៦). Picolinic acids មានដូចជា 4-amino-3,5,6 trichorpicolinic acid

អុកស៊ីនសំយោគក្នុងក្រុម chlorophenoxyacetic acids និង picolinic acids ក្នុងវិស័យកសិកម្ម និយមប្រើប្រាស់ជាសារធាតុគ្រប់គ្រងរុក្ខជាតិចង្រៃយ៉ាងទូលំទូលាយ ជាពិសេស 2,4-D និង 2,4,5-T ដែលប្រើជាសារធាតុកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃប្រភេទឪកូទីលេដូនជាយូរយារណាស់មកហើយ ដោយសារវាមានភាពថេរខ្ពស់ ហើយអាចកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃពេលប្រើក្នុងកំហាប់ទាប។ តែយ៉ាងណាក៏ដោយការនាំយក 2,4-D និង n-butyl ester របស់ 2,4,5-T មកផ្សំគ្នាក្នុងសង្គ្រាមវៀតណាមដែលហៅថាភ្លៀងអាស៊ីត (agent orange) ដែលធ្វើឱ្យមានគ្រោះថ្នាក់សម្រាប់មនុស្ស។



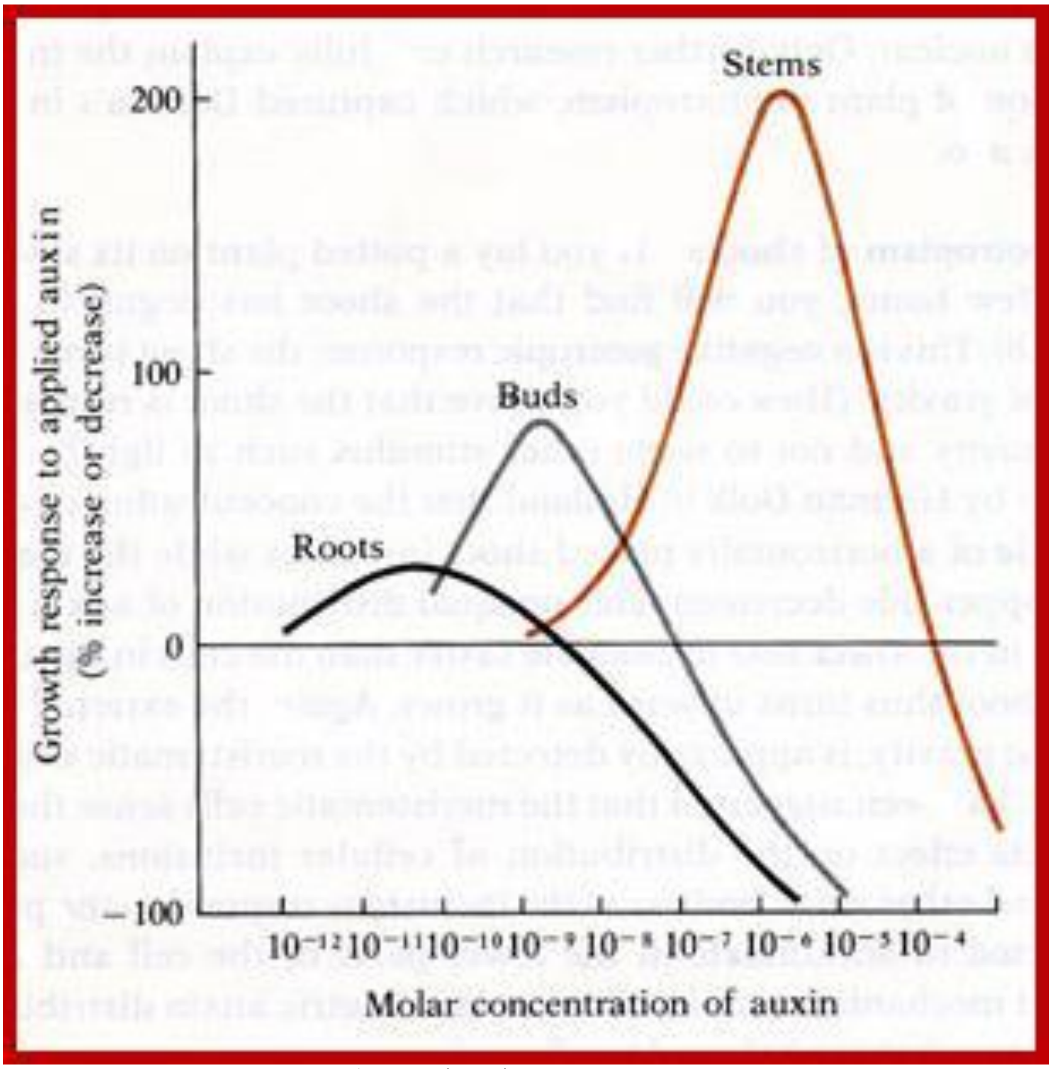
រូបភាព ២.៤ អុកស៊ីនសំយោគប្រភេទផ្សេងៗ

(ប្រភព៖ https://plantcellbiology.masters.grkraj.org/html/Plant_Growth_And_Development3-Plant_Hormones-Auxins.htm)

ដូចដែលបានសង្កេតមកហើយថា សារធាតុទាំងនេះមានរូបរាងមិនដូច IAA ពីក្នុងធម្មជាតិនោះទេ តែវាអាចបញ្ចេញឥទ្ធិពលដូចអុកស៊ីនធម្មជាតិបាន ដូចជាសារធាតុ NAA និង 2,4-D ជាដើម។ តាមការសង្កេតឃើញថា សារធាតុដែលមានគុណសម្បត្តិដូចអុកស៊ីនធម្មជាតិនោះគឺ ត្រូវមានគុណសម្បត្តិ ២ យ៉ាងគឺ ត្រូវមានវង្វង់ដែលមិនឆ្អែត (unsaturated ring) និងមានបង្គុំអាស៊ីតមកចាប់ (acidic side chain) ដោយបង្គុំអាស៊ីតទាំងនោះអាចជាក្រុម carboxyl ឬ sulfonate ក៏បាន។

២.៤ តួនាទី និងឥទ្ធិពលនៃអុកស៊ីនលើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ

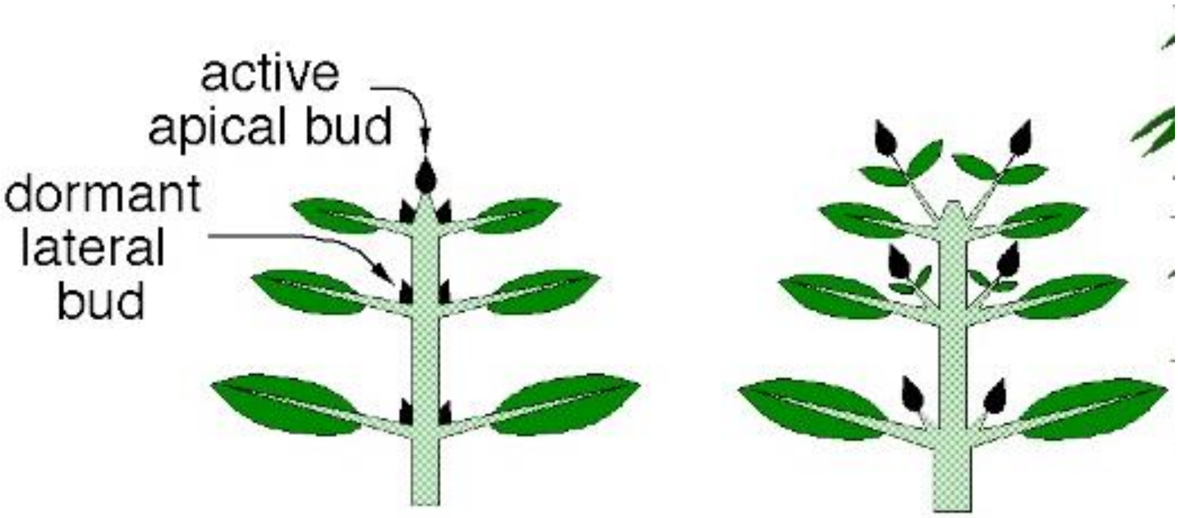
១). ការជំរុញការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ សរីរៈរបស់រុក្ខជាតិមានប្រតិកម្មជាមួយសារធាតុអុកស៊ីនខុសៗគ្នា។ ជាទូទៅកំហាប់របស់អុកស៊ីនដែលសមស្របលើការលូតលាស់របស់ដើមរុក្ខជាតិ គឺមានកំហាប់ខ្ពស់ជាងអុកស៊ីនដែលគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ផ្នែកពន្លកមែក និងឫសតាមលំដាប់។ កំហាប់របស់អុកស៊ីនដែលគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ដើម ពន្លកមែក និងឫស ជាទូទៅស្ថិតក្នុងកំហាប់ 10^{-4} ទៅ 10^{-5} , 10^{-8} ទៅ 10^{-9} និង 10^{-10} ទៅ 10^{-11} ម៉ូឡា (M) តាមលំដាប់។ កំហាប់ដែលមានបរិមាណខ្ពស់ពេកនឹងធ្វើឱ្យរារាំងដល់ការលូតលាស់។



រូបភាព ២.៥ កំហាប់នៃអុកស៊ីនលើការលូតលាស់ផ្នែកឫស ពន្លក និងមែក

(ប្រភព៖ shorturl.at/afoC8)

២). គ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ពន្លកខាង និងមែក ផ្នែកត្រួយ (apical tissue) ជាប្រភពផលិតអុកស៊ីនដ៏សំខាន់ ហើយបញ្ជូនទៅកាន់ផ្នែកផ្សេងៗទៀតនៃដើមឈើ។ ពេលដែលពន្លកខាង (lateral buds) បានទទួលអុកស៊ីនពីត្រួយនឹងលូតលាស់យ៉ាងពេញទំហឹង ឬមិនលូតលាស់សោះឡើយ (ដោយសារមានកំហាប់អុកស៊ីនខ្ពស់ពេក)។ អុកស៊ីនមានឥទ្ធិពលលើការតាំងមុំរបស់មែក និងស្លឹកតាមដើមឈើ។ មែក ឬស្លឹកដែលនៅផ្នែកលើជិតៗត្រួយ នឹងតាំងមុំតូចជាងមែក និងស្លឹកដែលនៅខាងក្រោម។ បាតុភូតនេះហៅថាការគ្រប់គ្រងដោយពន្លកត្រួយ ឬលុបកំពូល (apical dominance)។ កម្រិតនៃការលុបកំពូលនេះគឺអាស្រ័យលើប្រភេទនៃរុក្ខជាតិនីមួយៗ។ តាមដែលលើកឡើងមកនេះ រុក្ខជាតិខ្លះពន្លកផ្នែកខាងមិនបានដុះចេញមកសោះឡើយ ក្រៅពីនោះ ប្រតិកម្មរបស់ពន្លកត្រង់ចំណុចលុបកំពូលនេះ អាស្រ័យទៅលើប្រវែងចម្ងាយនៃចុងត្រួយនិងពន្លកផងដែរ។ បើសិនជាកាត់ផ្នែករបស់ចុងត្រួយចេញ ឥទ្ធិពលនៃការលុបកំពូលនឹងបាត់បង់។ ការដែលអុកស៊ីនពីចុងត្រួយរារាំងការលូតលាស់របស់ពន្លកខាងនោះ អាចបណ្តាលមកពី ការមានសារជាតុអុកស៊ីនក្នុងកំហាប់ខ្ពស់ពេក នឹងមានឥទ្ធិពលលើការអភិវឌ្ឍរបស់ជាលិកាដែលត្រូវបានបញ្ឈប់ ជាពិសេសការអភិវឌ្ឍនៃប្រព័ន្ធបំពង់នាំអាហាររវាងដើម និងពន្លកមិនពេញលេញ។ ការបញ្ជូនអាហារទៅពន្លកក៏ធ្វើមិនបានពេញលេញ ពន្លកខាងមិនលូតលាស់។ ការផ្តល់ស៊ីតូគីនីនលើពន្លកខាងក្នុងអត្រាសមស្របអាចធ្វើឱ្យតុល្យភាពនៃអុកស៊ីន និងស៊ីតូគីនីនប្រសើរឡើង ធ្វើឱ្យការអភិវឌ្ឍរបស់ជាលិកាផ្សេងៗក៏ដំណើរការបានល្អ ការបញ្ជូនសារជាតុចិញ្ចឹមទៅកាន់ពន្លកផ្នែកខាងក៏ល្អ ដែលធ្វើឱ្យពន្លកផ្នែកខាងលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍បានល្អ។



រូបភាព ២.៦ បាតុភូត apical dominance ដែលកើតក្នុងរុក្ខជាតិ

(ប្រភព៖ https://www.slideshare.net/msaltyy/chap11-hormones)

៣). គ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ផ្លែ ក្រោយពីកើតការផ្សំកេសរហើយ រុក្ខជាតិនឹងសំយោគអុកស៊ីនដើម្បីជំរុញការលូតលាស់របស់ផ្លែ។ រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះមិនអាចផលិតអុកស៊ីនបានទេហូតដល់មានការផ្សំគ្នានៃកេសរញីឈ្មោល ឬការផលិតគ្រាប់ពូជជាមុន ដូចជាផ្លែស្ត្របឺរីជាដើម។

៤). ការគ្រប់គ្រងការចេញឫស អុកស៊ីនក្នុងបរិមាណសមស្រប នឹងជួយឱ្យកើតឫសបានលឿន និងច្រើនឡើង តែបើកំហាប់ខ្ពស់ពេក នឹងធ្វើឱ្យកើតការរារាំងការលូតលាស់របស់ឫស។ ដូច្នេះក្នុងរយៈក្រោយពេល កើតឫសទើបត្រូវការអុកស៊ីនក្នុងបរិមាណទាប។

៥). គ្រប់គ្រងការជ្រុះនៃសរីរៈរបស់រុក្ខជាតិ ដោយផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិដូចជាស្លឹក ផ្កា ផ្លែ ។ល។ ពេលចាស់នឹងជ្រុះ ដោយនឹងកើតបរិវេណការជ្រុះ ឬហៅថា abscission zone ដែលជាលិកាផ្នែកនេះនឹងញែកចេញពីគ្នា ធ្វើឱ្យសរីរៈនោះរបូតចេញ។ មានការសង្កេតឃើញថា បើសិនជាផ្តល់អុកស៊ីនលើផ្នែកក្រោមនៃសរីរៈដែលរបេះចេញ ការជ្រុះនឹងកើតឡើងយ៉ាងឆាប់រហ័ស តែបើសិនជាឱ្យអុកស៊ីនលើផ្នែកខាងលើនៃចំណុចជ្រុះនឹងធ្វើឱ្យការជ្រុះនោះយឺត។

៦). ជំរុញការចេញផ្កានៃរុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ ពេលដែលផ្តល់អុកស៊ីនទៅដើមម្នាស់ នឹងជំរុញឱ្យចេញផ្កាបានលឿនជាងកំណត់ តែតាមពិតទៅអុកស៊ីនគ្មានឥទ្ធិពលដោយផ្ទាល់លើការចេញផ្កានោះទេ តែវាទៅជំរុញឱ្យមានការផលិតអេទីឡែន ហើយសារជាតុអេទីឡែនមានឥទ្ធិពលលើការចេញផ្ការបស់ម្នាស់។

៧). ការពន្លូតប្រវែងរបស់កោសិកា (cell elongation) ការសិក្សាឥទ្ធិពលនៃអុកស៊ីនលើការពន្លូតរបស់កោសិកាភាគច្រើនបានសិក្សាលើកូលីអុបធីល (coleoptiles) និងជាលិការបស់ឫស ដោយការផ្តល់សារជាតុពីខាងក្រៅតិចតួចដែលមានប្រតិកម្មទៅលើការលូតលាស់។ អរម៉ូនចូលទៅបង្កើនការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិបាន ៤ កត្តាគឺ៖

១). ធ្វើឱ្យតម្លៃ osmotic potential របស់កោសិកាថយចុះ ដោយទៅបន្ថែមកំហាប់របស់សារជាតុសូលុយស្យុងក្នុងកោសិកា។

២). បន្ថយភាពប៉ោង។

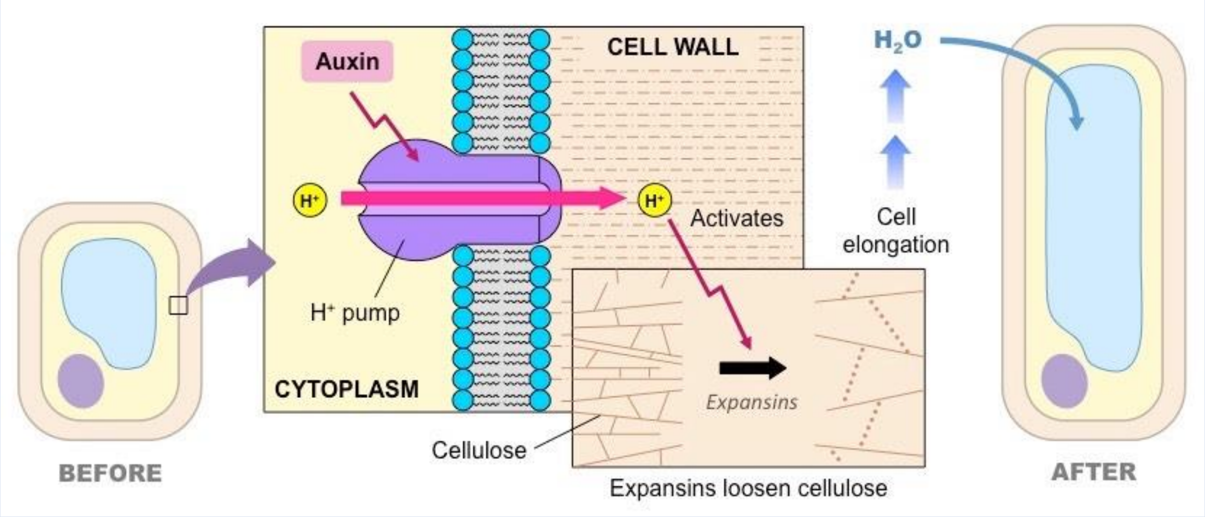
៣). បង្កើនសមត្ថភាពនៃការពង្រីករបស់ភ្នាសគ្រោង។

៤). បង្កើនតម្លៃការដឹកនាំអគ្គិសនីរបស់ទឹក។

ទោះបីជាមិនទាន់មានភស្តុតាងថាអុកស៊ីនបន្ថយតម្លៃ osmotic potential របស់កោសិកាក៏ដោយ (ដោយជឿថាផ្នែកមួយនៃឥទ្ធិពលដែលកើតចំពោះកោសិកាគឺសារជាតុជីបឺរេលលីនដែលមានឥទ្ធិពលលើ osmotic potential)។ តែមានភ័ស្តុតាងបញ្ជាក់ថាអុកស៊ីនទៅបង្កើនតម្លៃការចម្លងអគ្គិសនីរបស់ទឹក ដែលអាចចង្អុលបង្ហាញថាអុកស៊ីនមានឥទ្ធិពលលើការពន្លូតប្រវែងរបស់កោសិកា ឬអាចនិយាយឱ្យជាក់លាក់គឺ វាអាចពង្រីកខ្នាតរបស់ភ្នាសគ្រោង។ អំឡុងពេលដែលកោសិកាមានការពង្រីកខ្លួនអំឡុងផលិតវ៉ៃគុយអូល (vacuole) ភ្នាសគ្រោងនឹងពង្រីកចេញ ហើយមិនអាចត្រលប់ទៅដូចដើមវិញនោះទេ ដែលធ្វើឱ្យកើតការហូរ influx របស់ទឹកហូរចូលទៅក្នុងប្រូតូប្លាស (protoplast)។ ទាំងនេះមានការរកឃើញថា អុកស៊ីនចូលទៅធ្វើឱ្យភ្នាសគ្រោងយឺត (wall plasticity) ដោយគ្មានអរម៉ូន ឬសារជាតុផ្សេងអាចធ្វើបានដូច្នេះនោះទេ។

បច្ចុប្បន្នយើងដឹងហើយថា ការពង្រីកទំហំរបស់កោសិកាត្រូវមានការសំយោគប្រូតេអ៊ីន និង RNA រួមទាំងមានការដកដង្ហើមជាបន្តបន្ទាប់។ តែបើសិនជាផ្តល់អុកស៊ីនដល់ដើម ឬជាលិកា coleoptile ហើយនោះ នឹងធ្វើឱ្យអត្រាការលូតលាស់កើនឡើងក្រោយរយៈ lag phase ប្រហែល ២ ទៅ ៣ នាទី។ ទាំងនេះអាចបញ្ជាក់ឱ្យឃើញថាការលូតលាស់មិនមែនកើតពីអត្រាការចម្លង (transcription) ឬការ translation នោះទេ តែអុកស៊ីនអាចមានឥទ្ធិពលក្នុងវិធីសាស្ត្រនេះដោយការប្តូរសារជាតុ polysaccharides ដែលមានក្នុងភ្នាសគ្រោង និងដឹងពីការនាំយកពី coleoptile ឬជាលិកាលូតលាស់របស់ដើមដែលដាំក្នុងកន្លែងងងឹតក្រោយពីទទួលអុកស៊ីនទៅបន្ទុំនៅកន្លែងដែលមាន pH ទាប (ប្រហែល ៣.០) ធ្វើឱ្យមានការពន្លូតប្រវែង ដែលហៅបាតុភូតនេះថា acid growth effect ។ ដោយសារអុកស៊ីនជំរុញការបញ្ចេញប្រូតុង (proton; H^+) ចេញពីកោសិកា ឬជាលិកា ធ្វើឱ្យតម្លៃ pH របស់ភ្នាសគ្រោងថយចុះ។ ស្របពេលជាមួយគ្នានោះមានការដកដង្ហើមដើម្បីធ្វើការបញ្ចេញអ៊ីយ៉ុង

ហើយញែកប៉ូលដែលខុសគ្នាចេញពីគ្នា ដោយមានការសន្និដ្ឋានហៅថា auxin-sensitive proton-pump ដែលជឿជាក់ថាកើតឡើងក្នុងភ្នាសកោសិកា។



រូបភាព ២.៧ ឥទ្ធិពលនៃអុកស៊ីនលើការពង្រីកទំហំរបស់កោសិកា

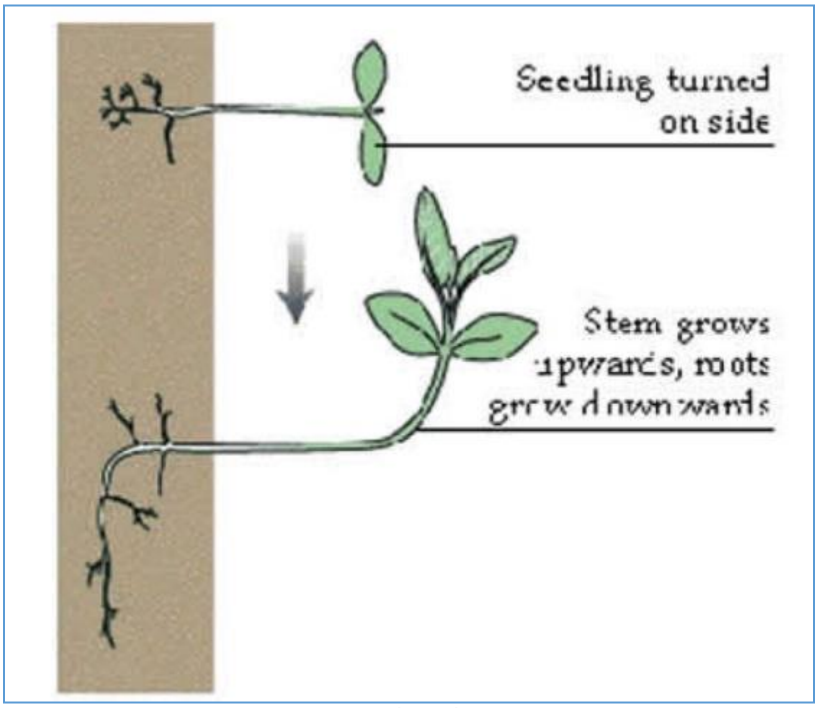
(ប្រភព៖ https://ib.bioninja.com.au/higher-level/topic-9-plant-biology/untitled-2/auxin.html)

៨). ប្រតិកម្មលើពន្លឺ (phototropism) ជាការបម្លាស់ទីរបស់សរីរៈរុក្ខជាតិទៅលើពន្លឺ ឬកំហាប់របស់ពន្លឺ។ តាមរយៈទ្រឹស្តីរបស់ Cholodny-Went ទាក់ទងនឹងប្រតិកម្មជាមួយពន្លឺមានខ្លឹមសារដូច្នេះថា ពន្លឺពីផ្នែកម្ខាងនឹងធ្វើឱ្យអុកស៊ីនបម្លាស់ទីទៅផ្នែកម្ខាងទៀតដែលគ្មានពន្លឺ។ ដូច្នេះផ្នែកម្ខាងដែលមិនត្រូវពន្លឺនឹងមានកំហាប់របស់អុកស៊ីនខ្ពស់ជាងផ្នែកដែលទទួលពន្លឺ។ ការមានកំហាប់មិនស្មើគ្នានៃអុកស៊ីនធ្វើឱ្យកើតការកោងនៃចុងត្រួយព្រោះផ្នែកដែលកោងចូលមកមានការលូតកោសិកាបានវែងជាងផ្នែកដែលបែរចំពន្លឺ។

៩). ប្រតិកម្មរបស់អុកស៊ីនលើទំនាញផែនដី (geotropism) ជាការបម្លាស់ទីនៃសរីរៈរបស់រុក្ខជាតិលើទំនាញរបស់ផែនដី (negative geotropism) តែឫសនឹងកោងចុះទៅក្រោមតាមទំនាញ (positive geotropism)។ ស្តាតូលីត (statolith) ជាផ្លាស្ទិតមួយប្រភេទដែលផ្ទុកជាតិម្សៅដូចជាអាម៉ៃឡូប្លាស ឬក្លរ៉ូប្លាស។ កោសិកាដែលមានស្តាតូលីតហៅថា ស្តាតូសាយ ដោយស្តាតូលីតនឹងប្តូរតំណែងរបស់វាក្នុងកោសិការបស់រុក្ខជាតិ មានការប្តូរតំណែងតាមទិសនៃទំនាញផែនដី។ ទ្រឹស្តីនេះបច្ចុប្បន្នមានការប្រកែកគ្នាមិនទាន់អាចសរុបបាននោះទេ។

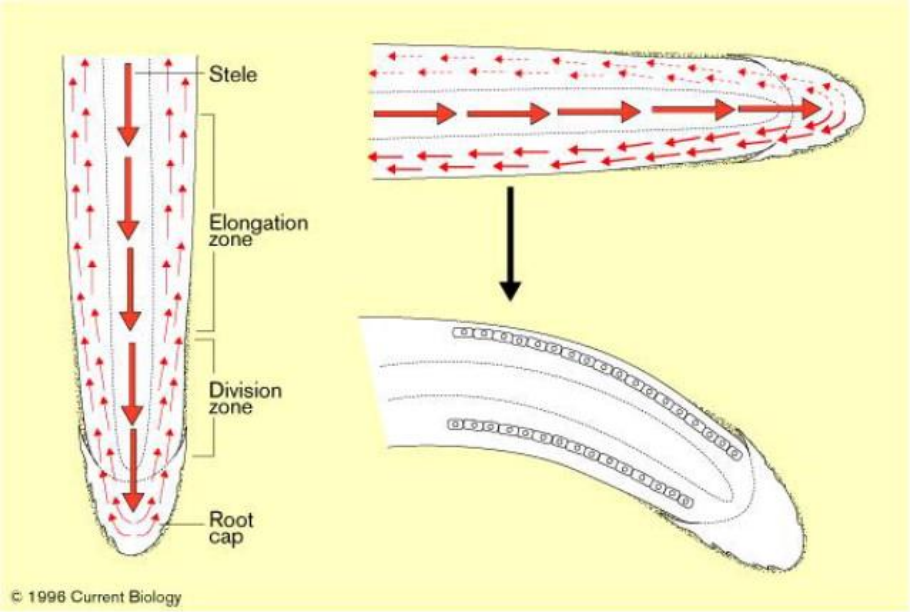
តាមទ្រឹស្តីរបស់ Cholodny-Went ទាក់ទងនឹងប្រតិកម្មលើកម្លាំងទំនាញផែនដីរបស់រុក្ខជាតិនោះបានបង្ហាញថា ដើម និងឫសដែលមានប្រតិកម្មលើកម្លាំងទំនាញនោះកើតពីការស្តុកសារធាតុ IAA ផ្នែកខាងក្រោម។ ក្នុងដើមរុក្ខជាតិ IAA នឹងជំរុញការលូតលាស់ផ្នែកខាងក្រោមធ្វើឱ្យផ្នែកខាងលើវាកោង។ សម្រាប់ផ្នែកឫសបានរកឃើញថា មានភាពទន់ខ្សោយចំពោះ IAA ច្រើនជាងត្រួយ ដូច្នេះការសន្សំរបស់សារធាតុ IAA ក្នុងបរិវេណឫសផ្នែកខាងក្រោម ធ្វើឱ្យកើតការរារាំងការលូតលាស់ក្នុងផ្នែកនោះ ស្របពេលដែលឫសផ្នែកខាងៗដែលនៅខាងលើមានការលូតលាស់តាមប្រក្រតី ធ្វើឱ្យការកោងចុះក្រោមតាមកម្លាំងទំនាញផែនដី។ ដំណាក់កាលដំបូងក្នុងឆ្នាំ 1970s បានរកឃើញថា សារធាតុបន្ថយការលូតលាស់ដូចជាអាស៊ីត abscisic acid ត្រូវបានផលិតពីចុងឫស ហើយធ្វើឱ្យកើតការរារាំងការលូតលាស់ផ្នែកឫសខាងក្រោម ហើយធ្វើឱ្យឫសកោង។ បច្ចុប្បន្នបានរក

ឃើញថាសារធាតុរាំងការលូតលាស់នោះគឺ IAA នេះហើយ ព្រោះវាអាចរាំងការលូតលាស់របស់ឫសក្នុងកំហាប់ទាបជាងអាស៊ីត abscisic acid 100 – 1,000 ដង។ បើសិនជាគេកាត់ចុងឫសចេញ (root cap) នឹងធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិបាត់បង់ប្រតិកម្មលើទំនាញផែនដី។



រូបភាព ២.៨ ឥទ្ធិពលនៃអុកស៊ីនលើកម្លាំងទំនាញរបស់រុក្ខជាតិ

(ប្រភព៖ https://www.haikudeck.com/tropism-presentation-education-presentation-rrKq6mEdTL)



រូបភាព ២.៩ ឥទ្ធិពលនៃអុកស៊ីនដែលមានប្រតិកម្មលើទំនាញផែនដីនៃឫសរុក្ខជាតិ

(ប្រភព៖ https://pmgbiology.com/tag/geotropism/)

១០). **ការសំយោគអេទីឡែន** ក្នុងឆ្នាំ ១៩៣៥ លោក Zimmerman and Wicoxon បានបង្ហាញឱ្យឃើញថាអុកស៊ីនជំរុញឱ្យមានការបង្កើតអេទីឡែនក្នុងដើមប៉េងប៉ោះ។ រហូតមកដល់បច្ចុប្បន្នមានការសិក្សាជាច្រើនអំពីការជំរុញការផលិតអេទីឡែនដោយអុកស៊ីន ទាំងក្នុងដើមរុក្ខជាតិ និងឫសរបស់រុក្ខជាតិ ហើយបានប្រទះឃើញថាប្រតិកម្មរបស់រុក្ខជាតិចំណុចខ្លះទាក់ទងនឹងអុកស៊ីន ក៏ទាក់ទងនឹងការផលិតអេទីឡែនដែរ។

២.៤ គោលការណ៍ការធ្វើការ និងការបម្លាស់ទីរបស់អុកស៊ីនក្នុងរុក្ខជាតិ

សម្រាប់អុកស៊ីនមានគោលការណ៍ក្នុងការធ្វើការនៅក្នុងរុក្ខជាតិដូចនេះគឺ៖

១). អុកស៊ីនបង្កើនការពន្លូតប្រវែងនៃភ្នាសគ្រោង ដែលជាការពន្លូតបែបបរិន្ត (plasticity) ជាមូលហេតុធ្វើឱ្យកោសិកាពង្រីកខ្នាត (ការពន្លូតប្រវែងនៃភ្នាសគ្រោងជាវិធីសាស្ត្រដែលត្រូវប្រើថាមពល)។

២). អុកស៊ីនជំរុញការផលិតអង់ស៊ីមប្រភេទខ្លះ ការពន្លូតប្រវែងរបស់ភ្នាសគ្រោង (cell wall) ត្រូវមានអង់ស៊ីមដែលមកជួយរំលាយ microfibril ជាមុនសិន។ ពេលដែលរុក្ខជាតិបានទទួលអុកស៊ីន វានឹងផលិតអង់ស៊ីមសែលុយលេស (cellulase) ដែលជួយរំលាយសែលុយឡូសមីក្រូហ្វាយព្រីល។

ការបម្លាស់ទីរបស់អុកស៊ីនក្នុងរុក្ខជាតិជាបែប basipetally polar គឺបម្លាស់ទីដោយមានទិសដៅពីចុងត្រួយទៅក្រោម តាមរយៈជាលិកាផារេនឃីម៉ា និងបំពង់នាំ។ ការបម្លាស់ទីនេះត្រូវប្រើថាមពល (active transport) ដោយមានល្បឿន 6 – 26 មីលីម៉ែត្រក្នុងមួយម៉ោង។ អុកស៊ីនក្នុងឫសភាគច្រើនសំយោគចំណុចចុងឫស (root tip) និងមានការបម្លាស់ទីទៅជាលិកាលូតលាស់ដែលនៅបន្ទាប់ពី basipetally polar ដូចគ្នាក្នុងល្បឿន 1 – 2 មីលីម៉ែត្រក្នុងមួយម៉ោង។ អុកស៊ីនដែលបម្លាស់ទីពីត្រួយទៅឫសគឺមានតិចណាស់។

២.៥ អុកស៊ីនសំយោគសំខាន់ៗ និងការប្រើប្រាស់ប្រយោជន៍ក្នុងវិស័យកសិកម្ម

- NAA (Naphthyl Acitic Acid) ជាជំនួយការដ៏ល្អក្នុងការពង្រីកពូជរុក្ខជាតិដែលពិបាកចេញឫស ដូចជាធូរេន មង្ឃុត ល្មុត ដោយប្រើបានទាំងការសាកមែក ភ្ជាប់ភ្នែក និងតដើម។ ក្រៅពីនេះអាចនាំយកទៅការពារការជ្រុះរបស់ផ្លែ និងប្តូរភេទរបស់ផ្កាបានទៀតផង។ សារជាតុ NAA តាមទីផ្សារសព្វថ្ងៃនេះមានលក់ជាច្រើនប្រភេទដែលមានយីហោខុសៗគ្នា។
- IBA (Indole-3-Butyric Acid) ជាសារជាតុដែលសមស្របក្នុងការជំរុញការចេញឫសក្នុងការផ្សាំមែក។ សារជាតុ IBA នេះទៅជំរុញឱ្យកើតឫសជាច្រើន តែបង្កគ្រោះថ្នាក់ដល់រុក្ខជាតិទើបមិនគួរនាំទៅប្រើផ្នែកផ្សេងទៀត។
- 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid) ជាទូទៅស្គាល់ក្នុងនាមជាថ្នាំកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃដែលជារុក្ខជាតិឌីកូទីលេដូន និយមប្រើក្នុងការកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃព្រោះបានផលខ្ពស់ តែបើសិនជានាំយកមកបញ្ចុះកំហាប់ឱ្យនៅទាបៗ នឹងធ្វើឱ្យបន្ថយការជ្រុះផ្លែរបស់រុក្ខជាតិត្រកូលក្រូច។
- 4-CPA (4-Cholorphenoxyacetic Acid) មានការប្រើក្នុងវិស័យកសិកម្មតិចណាស់ ពេលដែលប្រៀបធៀបជាមួយសារជាតុផ្សេង ដោយនិយមប្រើក្នុងការបង្កើនការចេញផ្លែរបស់ប៉េងប៉ោះ ដែលធ្វើឱ្យផ្លែគ្មានសំបកគ្រាប់។ ក្រៅពីនេះក៏មានការប្រើដើម្បីពង្រីកខ្នាតផ្លែម្នាស់ ទំពាំងបាយជូរ និងកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃបានទៀតផង។

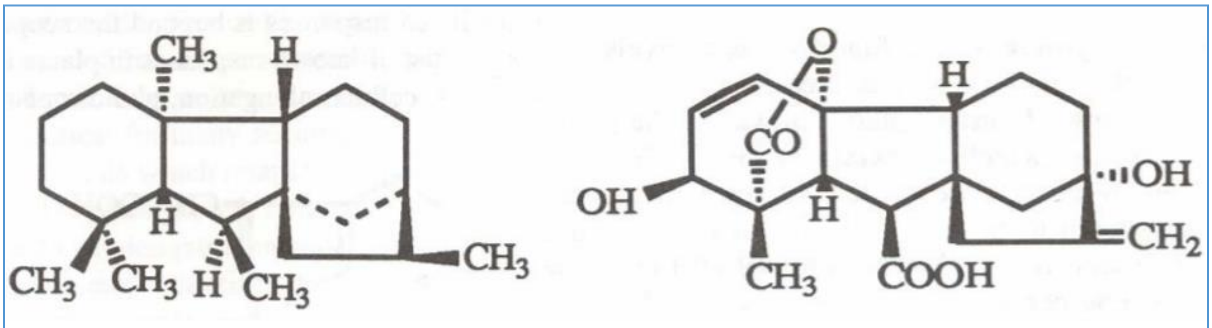
សំណួរប្រចាំមេរៀន

១. អរម៉ូនរុក្ខជាតិក្រុមណាដែលធ្វើឱ្យកើតការពន្លូតខ្លួនរបស់កោសិកាដើម?
២. អុកស៊ីនដែលប្រទះឃើញក្នុងធម្មជាតិ មានគុណសម្បត្តិ និងទម្រង់រូបផ្គុំដូចម្តេច?
៣. ចូរលើកឧទាហរណ៍ប្រវត្តិការប្រទះឃើញអុកស៊ីន។
៤. ក្រៅពីរុក្ខជាតិហើយនោះ ភាវៈរស់ប្រភេទណាទៀតដែលអាចផលិតសារធាតុអុកស៊ីនបាន?
៥. ចូរអធិប្បាយពីវិធីសាស្ត្រសំយោគសារធាតុ IAA ។
៦. ដំណាក់កាលក្នុងការគ្រប់គ្រងបរិមាណសារធាតុ IAA មានអ្វីខ្លះ ចូរអធិប្បាយ។
៧. យើងប្រើគុណសម្បត្តិអ្វីក្នុងការបែងចែកក្រុមអុកស៊ីនសំយោគ ពេលបែងចែកហើយបានប៉ុន្មានក្រុម?
៨. ចូរលើកឧទាហរណ៍ពីវិធីការសាកល្បងអុកស៊ីន។
៩. អុកស៊ីនមានឥទ្ធិពលយ៉ាងណាខ្លះលើវិធីសាស្ត្រផ្នែកសរីរវិទ្យា និងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ?
១០. អុកស៊ីនមានគោលការណ៍ធ្វើការដូចម្តេច?
១១. អុកស៊ីនមានការបម្លាស់ទីដូចម្តេច?
១២. អុកស៊ីនសំយោគតទៅនេះ មានឥទ្ធិពលលើសរីរវិទ្យា និងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដូចម្តេចខ្លះ?

-NAA -IBA -4-CPA -2,4-D

មេរៀនទី ៣
ជីប៊ឺរេលលីន

សារជាតុជីប៊ឺរេលលីន (gibberellins) ជាសារជាតុពួក isoprenoid ដែលមានទម្រង់រូបផ្តុំគោល ent-gibberellane ។ វាអាចជំរុញការចំណែក និងពន្លូតខ្លួនរបស់កោសិកា។ គេតែងហៅឈ្មោះវាថាអាស៊ីតជីប៊ឺរេលលិក (gibberellic acid; GA) ព្រោះមានក្រុម កាបុកស៊ីល (carboxylic group) នៅក្នុងទម្រង់រូបផ្តុំ។ បច្ចុប្បន្ន ប្រទះឃើញសារជាតុនេះច្រើនជាង ៩០ ប្រភេទ ដោយប្រទះឃើញទាំងក្នុងផ្សិត និងក្នុងរុក្ខជាតិថ្នាក់ខ្ពស់។ សារជាតុជីប៊ឺរេលលីនប្រភេទនីមួយៗ ខុសគ្នាត្រង់តំណែង double bond ក្រុម hydroxyl (-OH)។



រូបភាព ៣.១ រូបផ្តុំរបស់សារជាតុជីប៊ឺរេលលីន និង GA_3

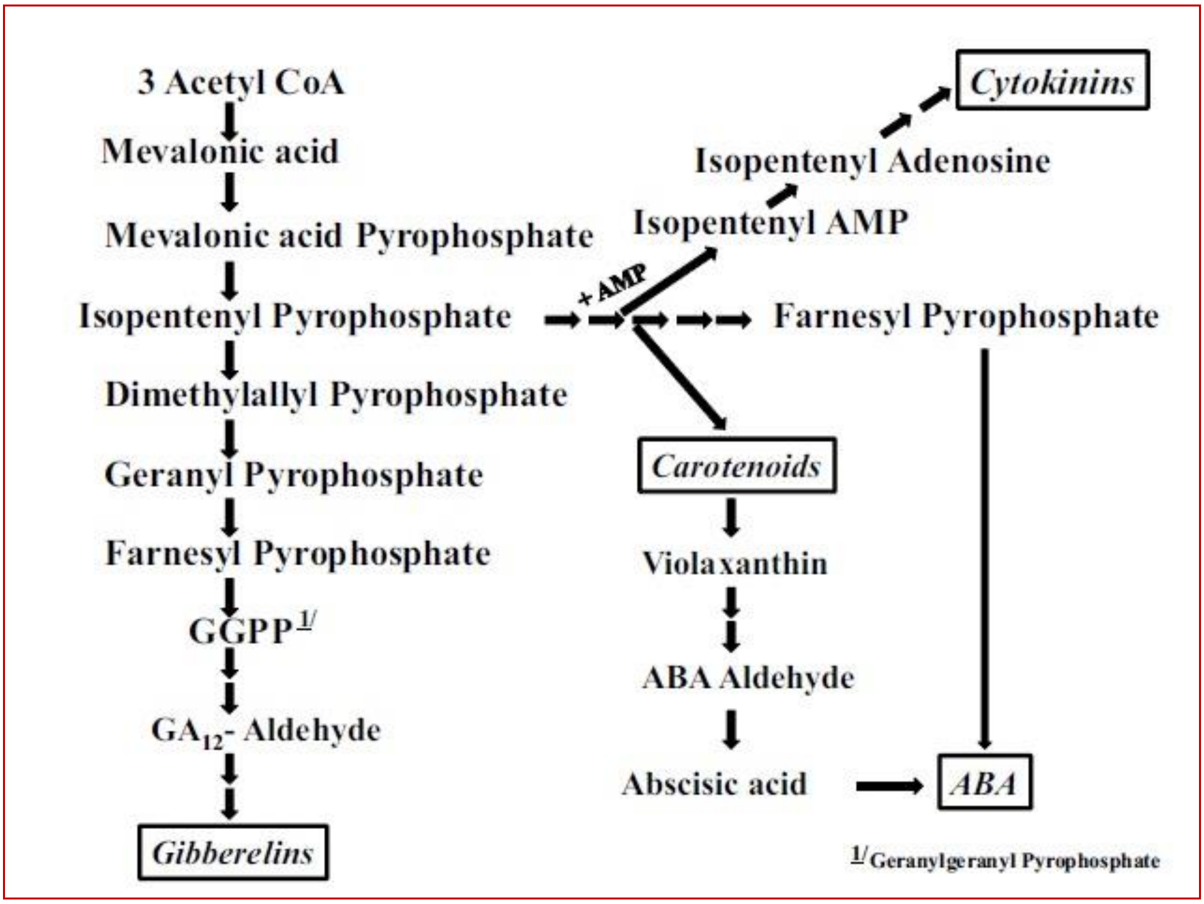
៣.១ ប្រវត្តិការប្រទះឃើញសារធាតុជីប៊ឺរេលលីន

មានជំងឺដែលកើតលើដើមស្រូវ ដែលធ្វើឱ្យដើមស្រូវខ្ពស់ តែមានគ្រាប់តិច ជនជាតិជប៉ុនហៅជំងឺនេះថា Bakanae ។ Kurosawa (1926) អ្នកជំងឺដំណាំវិទ្យាជនជាតិជប៉ុនប្រទះឃើញថា មូលហេតុនៃជំងឺនេះ គឺបណ្តាលមកពីផ្សិតឈ្មោះ *Gibberella fujikuroi* ។ បើសិនជាបណ្តុះវាលើសារជាតុចិញ្ចឹមហើយញែកចេញមក យកតែអាហារដែលនៅសល់នោះដាក់លើដើមស្រូវ ដើមស្រូវនោះនឹងមានអាការដូចគ្នាជាមួយដើមស្រូវដែលកើតរោគដោយផ្ទាល់។ Wollenwebes (1931) រាយការណ៍ថាជំងឺនេះកើតពីផ្សិតឈ្មោះ *Fusarium moniliforme* Sheld ដែលជា asexual ឬ imperfect stage របស់ ascomycete *Gibberella fujikuroi* (Saw.) Wr. ។ Yatuta (1935) បានញែកសារជាតុនេះចេញពីផ្សិតក្នុងលក្ខណៈជាសារជាតុបរិសុទ្ធ និងហៅវាថា ជីប៊ឺរេលលីន (gibberellin)។

នៅសហរដ្ឋអាមេរិកមានការតែងតាំងគណៈកម្មការសិក្សាទាក់ទងនឹងសារជាតុជីប៊ឺរេលលីនក្នុងឆ្នាំ ១៩៥០ ហើយ Stodola (1955) បានចិញ្ចឹមផ្សិត និងញែកសារជាតុបរិសុទ្ធជីប៊ឺរេលលីនចេញមកដោយជោគជ័យ ហើយបន្ទាប់មកមានការផលិតជីប៊ឺរេលលីនជាលក្ខណៈអាជីវកម្មក្នុងសហរដ្ឋអាមេរិក និងអង់គ្លេស។ West and Phinney (1956) ប្រទះឃើញថា សារជាតុជីប៊ឺរេលលីនជាសារជាតុដែលប្រទះឃើញតាមធម្មជាតិដែលមានក្នុងរុក្ខជាតិថ្នាក់ខ្ពស់។ ក្នុងឆ្នាំ ១៩៥៧ ចាប់ផ្តើមប្រើសារជាតុជីប៊ឺរេលលីនសម្រាប់កសិកម្មជាលើកដំបូង មានការប្រើជីប៊ឺរេលលីនក្នុងការបង្កើនទំហំរបស់ផ្លែទំពាំងបាយជូរពូជ Thomson seedless និងប្រើក្នុងការជំរុញការផលិតអង់ស៊ីមអាមីលេស (amylase) ក្នុងគ្រាប់រុក្ខជាតិក្នុងឧស្សាហកម្មស្របៀរ។

៣.២ ការសំយោគសារធាតុជីបឺរេលលីន

សារធាតុជីបឺរេលលីនចាត់ទុកជាសារធាតុក្នុងក្រុម terpenoid ដែលជាក្រុមដែលមានសារធាតុច្រើន (ឧទាហរណ៍ដូចជា carotenoid)។ សារធាតុ terpenoid ផលិតមកពីធាតុឯកតា isoprene ដែលមានកាបូន (C) ៥ អាតូម។ សារធាតុដើមកំណើតរបស់ជីបឺរេលលីនគឺ diterpene ដែលមាន isoprene ប្រហែល ៤ ឯកតា។ ការសំយោគជីបឺរេលលីនត្រូវឆ្លងកាត់ mevalonic acid pathway រហូតដល់ GA_{12} aldehyde នោះ នឹងដូចគ្នាសម្រាប់រុក្ខជាតិគ្រប់ប្រភេទ តែក្នុងចំណុចនេះវិធីសាស្ត្រក្នុងរុក្ខជាតិនីមួយៗមានភាពខុសគ្នា ដើម្បីផលិតសារធាតុជីបឺរេលលីនខុសៗគ្នា។



រូបភាព ៣.២ ក្រាហ្វិកនៃ Mevalonic acid via for the biosynthesis of gibberellins, cytokinins និង abscisic acid (ប្រភព៖ March et al., 2013)

សារធាតុប្រភេទខ្លះ ទោះជាមានគុណសម្បត្តិផ្នែកសរីរវិទ្យាដូចគ្នាជាមួយសារធាតុជីបឺរេលលីន តែបើសិនជាគ្មានទម្រង់ជា gibberellane ក៏មិនត្រូវបានចាត់ទុកថាជាសារធាតុក្រុមជីបឺរេលលីននោះដែរ។ សារធាតុទាំងនោះមានដូចជា helminthosporal ដែលជាសារធាតុបានមកពីពពួកផ្សិត *Helminthosporium sativum* ដែលជំរុញឱ្យកើតឫសរបស់សំណាប និងជំរុញការផលិតអង់ស៊ីមអាមីលេសក្នុងអង់ដូស្ពែមរបស់ស្រូវបាឡេ។ ហើយក៏មានសារធាតុផ្សេងៗទៀតដែលមានគុណសម្បត្តិស្រដៀងនឹងសារធាតុជីបឺរេលលីនដូចជា kaurene, steviol, phaseolic acid ជាដើម។

៣.៣ ការពិសោធទាក់ទងនឹងសារធាតុជីបឺរេលលិន

១. Hordeum Endosperm Reducing Sugar Production Bioassay ជាការពិសោធឥទ្ធិពលរបស់សារធាតុជីបឺរេលលីនក្នុងការជំរុញអង់ស៊ីម α-amylase ក្នុងគ្រាប់ស្រូវបាឡេដែលត្រូវកាត់អំប្រីយ៉ុង (embryo) ចេញទៅហើយ ដែលអង់ស៊ីមនេះនឹងជួយរំលាយម្សៅឱ្យក្លាយជាស្ករ។

២. Dwarf maize (corn), Oryza (rice) and Pisum (pea) bioassay ជាការពិសោធក្នុងរុក្ខជាតិក្រិន (dwarf plant) ដូចជាពោត សណ្តែក ពេលបានទទួលសារធាតុជីបឺរេលលីនត្រឹមតិចតួចក៏បានធ្វើឱ្យកម្ពស់របស់រុក្ខជាតិធំធម្មតា។ មានការជឿជាក់ថា រុក្ខជាតិក្រិនមិនអាចសំយោគសារធាតុជីបឺរេលលីនបាននោះទេ ដែលអាចបណ្តាលមកពីការផ្លាស់ប្តូរនៃហ្សែន (genes)។

៣. Karaweke et al. (2011) បានធ្វើការញែកសារធាតុអាស៊ីតជីបឺរេលលិក (gibberellic acid: GA_3) ពីគ្រាប់សាវម៉ាវដោយប្រើសារធាតុរំលាយ (solvent) រួមមាន មេតានុល ៨០% (methanol 80%) អេតានុល ៨០% (ethanol 80%) និងស្រាស ៨០% ។ សមាមាត្រក្នុងការចម្រាញ់នៃគ្រាប់សាវម៉ាវ (ក្រាម): អង្គធាតុរំលាយ (មីលីលីត្រ) ស្មើនឹង ១:១,១:២ និង ១:៣ ដោយយកសារធាតុចម្រាញ់ទៅបាញ់លើដើមត្រកួនដែលកំពុងលូតលាស់ ហើយសង្កេតឃើញថាសារធាតុ GA_3 ដែលចម្រាញ់ដោយ methanol និង ethanol ក្នុងសមាមាត្រ ១:១ ធ្វើឱ្យដើមត្រកួនខ្ពស់បំផុត។

៣.៤ ឥទ្ធិពលនៃជីបឺរេលលីនលើសរីរវិទ្យារបស់រុក្ខជាតិ

១. មានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ (intact plant) ដោយមានរាយការណ៍ថាសារធាតុជីបឺរេលលីនជំរុញការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិគ្រប់ផ្នែកនៃដើម។ សារធាតុជីបឺរេលលីនទាំង ៩០ ប្រភេទដែលបានរកឃើញនោះ ជួយជំរុញការពន្លូតកោសិការបស់ដើម ឬការចំណែកកោសិកា ឬទាំង ២ យ៉ាង តែវាមានភាពខុសគ្នាច្រើន ដោយអាស្រ័យទៅលើសារធាតុជីបឺរេលលីនប្រភេទនីមួយៗ។ ភាពខុសគ្នាក្នុងប្រតិកម្មរបស់រុក្ខជាតិទៅនឹងសារធាតុគីមីនោះ គឺអាស្រ័យទៅលើកត្តាច្រើនយ៉ាង ហើយវាក៏មិនមែនជារឿងខុសប្រក្រតី ដែលសារធាតុជីបឺរេលលិនមួយប្រភេទ អាចមានឥទ្ធិពលខ្ពស់ជាសារធាតុជីបឺរេលលីនប្រភេទផ្សេងក្នុងរុក្ខជាតិណាមួយ។ ជាទូទៅការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ នឹងត្រូវបានជំរុញដោយជីបឺរេលលីន ជាពិសេសរុក្ខជាតិក្រិន និងរុក្ខជាតិអាយុ ២ ឆ្នាំ (biennials) ដែលស្ថិតក្នុងរយៈដើមតូច (rosette) ។ ជាទូទៅ ការជំរុញរបស់ការលូតលាស់ពីសារធាតុជីបឺរេលលីនក្នុងដើមរុក្ខជាតិ នឹងចេញលទ្ធផលល្អសម្រាប់ផ្នែកដែលនៅលើដើមដែលត្រូវបានកាត់ចេញពីដើមគោល ដោយវាមានមានភាពខុសគ្នាពីពពួកអុកស៊ីន។

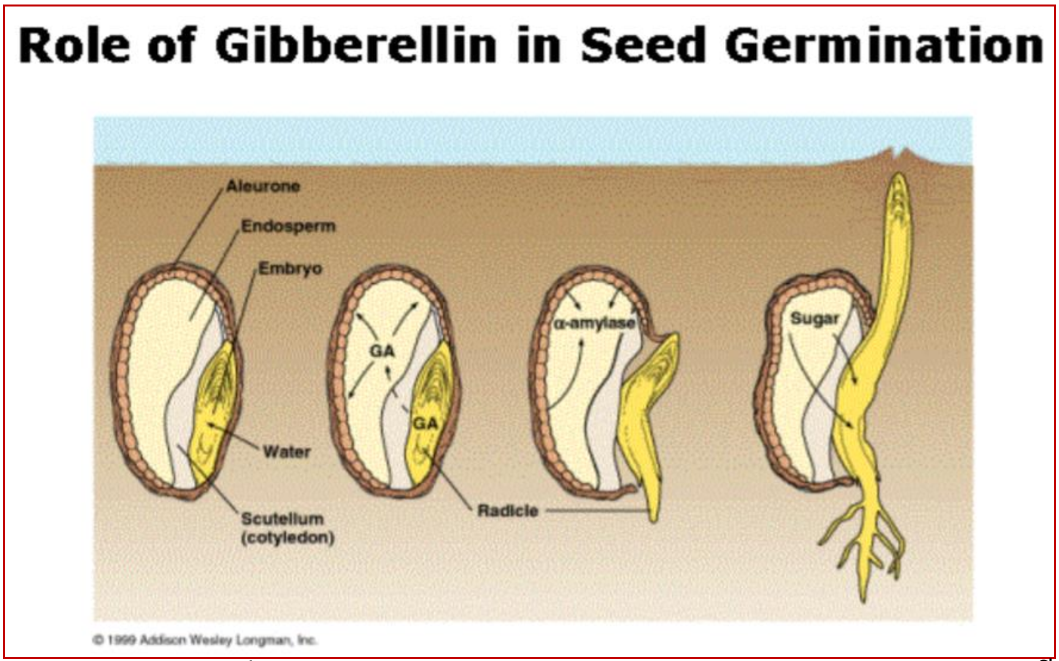
២. ពន្ធុសាស្ត្រពូជក្រិន (genetic dwarfism) មានការអភិវឌ្ឍដើមរុក្ខជាតិដែលកើតពីការកម្លាយពូជជាច្រើនដែលទាក់ទងនឹងការសំយោគសារធាតុជីបឺរេលលីន។ វាជាពួកកម្លាយពូជបែបឯកហ្សែន (single gene mutant) ដោយដើមរុក្ខជាតិនឹងមានខ្នាតប្រហែល ១/៥ នៃដើមធម្មតា និងមានថ្នាំងខ្លី។ ពេលដែលផ្តល់សារធាតុជីបឺរេលលីនលើដើមរុក្ខជាតិនោះ វានឹងបង្កើនទំហំធំដូចដើមធម្មតា តែមានពូជខ្លះដែលគ្មានប្រតិកម្មជាមួយសារធាតុជីបឺរេលលីន (gibberellin sensitivity mutants) ដែលមិនមានប្រតិកម្មទោះបីដាក់សារធាតុជីបឺរេលលីនហើយ។ វាមានកម្រិតរបស់ជីបឺរេលលីនស្មើនឹងដើមធម្មតា តែក៏នៅតែក្រិន។ លក្ខណៈបែបនេះអាចកើតពីលក្ខណៈដែលមានសារធាតុរារាំងការលូតលាស់ពីធម្មជាតិ (natural inhibitors) ច្រើនពេក ឬអាចជា receptor mutant ដែលជាការការពារការលូតលាស់របស់វាដោយខ្លួនឯងក្នុងការឆ្លើយតបនឹងសារធាតុជីបឺរេលលីន។

៣. ការបង្កកំណើត និងការចេញផ្កា (bolting and flowering) សារធាតុជីបឺរេលលីនទាក់ទងនឹងការជំរុញការចេញផ្ការបស់រុក្ខជាតិថ្នាក់ខ្ពស់ជាច្រើន។ សម្រាប់រុក្ខជាតិពពួក rosette plant (ដើមទាប) ស្លឹកនឹងវិវឌ្ឍន៍ខ្លាំង តែការពន្លូតរបស់ថ្នាំងត្រូវបានរារាំង តែពេលដែលដល់រយៈបន្តពូជ ដើមនឹងពន្លូតយ៉ាងខ្លាំងប្រហែល ៥ ទៅ ៦ ដងនៃដើមធម្មតា។ រុក្ខជាតិដែលមានលក្ខណៈបែប rosette ត្រូវការបរិស្ថានដែលមានពេលថ្ងៃវែង និងត្រូវការអាកាសធាតុត្រជាក់មុនចេញផ្កា។ បើសិនជាផ្តល់ជីបឺរេលលីនដល់ពពួករុក្ខជាតិ rosette plant ក្នុងលក្ខណៈគ្មានអ្វីមកជំរុញសម្រាប់ចេញផ្កា វានឹងជំរុញឱ្យផ្ទៃពោះ និងចេញផ្កា។ ទំនាក់ទំនងរបស់សារធាតុជីបឺរេលលីនក្នុងការជំរុញការចេញផ្កា កើតក្នុងលក្ខណៈគ្រប់គ្រងម្យ៉ាង។ មានរបាយការណ៍ថា ការប្រើ GA ក្នុងកម្រិតទាបនឹងជំរុញឱ្យកើតការបង្កកំណើតដោយមិនកើតផ្កា។ លទ្ធផលនេះធ្វើឱ្យមានអ្នកខ្លះជឿថាជីបឺរេលលីនមានឥទ្ធិពលដោយប្រយោលលើការចេញផ្កា។ គេបានប្រទះឃើញទៀតថា សារធាតុជីបឺរេលលីនមានទំនាក់ទំនងជាមួយការចេញផ្ការបស់រុក្ខជាតិជាច្រើន មិនមែនចំពោះតែកើតការមានផ្ទៃពោះនោះទេ។ ឥទ្ធិពលរបស់សារធាតុជីបឺរេលលីនលើការមានផ្ទៃពោះនោះ រួមទៅដល់ការជំរុញការចំណែកកោសិកា និងការពន្លូតខ្លួនរបស់កោសិកាទៀតផង។ ជាទូទៅសារធាតុជីបឺរេលលីន ជំរុញការចំណែកកោសិកា និងពន្លូតកោសិកាក្នុងបរិវេណបន្ទាប់ពីចុងត្រួយចុះមកខាងក្រោម។ សារធាតុរារាំងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិរារាំងការសំយោគជីបឺរេលលីន ធ្វើឱ្យរារាំងដល់ការចំណែកកោសិកាក្នុងបរិវេណក្រោមបរិវេណជាលិកាលូតលាស់ចុងត្រួយ និងជំរុញការកើតការពង្រីកមកផ្នែកខាងរបស់ចុងត្រួយ។

៤. ការបម្លាស់ទីរបស់សារធាតុចិញ្ចឹម ឥទ្ធិពលលើការដុះ និងអកិវឌ្ឍន៍របស់គ្រាប់ (**mobilization of storage compounds, effect on seed germination and dormancy**) តាមរយៈការសិក្សារបស់ Yomo (1960) និង Paleg (1960) ប្រទះឃើញថា សារធាតុជីបឺរេលលីនជំរុញអង់ស៊ីមអាល់ហ្វាអាមីលេស (α-amylase) និងអង់ស៊ីមហៃដ្រូឡៃស៊ីស (hydrolysis) ផ្សេងៗធ្វើឱ្យកើតការជំរុញប្រតិកម្មហៃដ្រូឡៃស៊ីសរបស់អាហារដែលសន្សំក្នុងអង់ដូស្ពែម (endosperm)។ បន្ទាប់មកបានប្រទះឃើញថាស្រទាប់អាលឺរ៉ុន (aleuronic layer: ស្រទាប់របស់គ្រាប់រុក្ខជាតិចូលទៅខាងក្នុងបន្ទាប់ពីសំបកក្រៅ) ជាអ្នកផលិតអង់ស៊ីម α-amylase ដែលមានប្រតិកម្មជាមួយសារធាតុជីបឺរេលលីន ហើយអង់ស៊ីមដែលកើតឡើងនោះនឹងចូលទៅក្នុងអង់ដូស្ពែម ធ្វើឱ្យកើតការផ្លាស់ប្តូរពីស្រទាប់ម្សៅក្លាយទៅជាស្ករម៉ូលេគុលតូចៗរលាយក្នុងទឹក។ សារធាតុជីបឺរេលលីនអាចជំរុញការលូតលាស់ដោយការបន្ថែមភាពបត់បែន (plasticity) របស់ភ្នាសគ្រោងកោសិកា (cell wall) និងតាមដោយប្រតិកម្មហៃដ្រូឡៃស៊ីស (hydrolysis) ម្សៅឱ្យក្លាយជាស្ករ ដែលនឹងទៅបន្ថយតម្លៃកំហាប់ខាងក្នុងកោសិកា ធ្វើឱ្យទឹកអាចហូរចូលកោសិកាបានច្រើនឡើង ហើយកោសិកាក៏មានការរីកចេញ។ តាមការស្រាវជ្រាវរកឃើញថា α-amylase ផលិតឡើងមកដើម្បីជាអ្នកទទួល ឬមានប្រតិកម្មជាមួយជីបឺរេលលីន។ ដោយដំបូងអំប្រ៊ីយ៉ុងផលិតជីបឺរេលលីនហើយបញ្ជូនទៅកាន់ស្រទាប់អាលីរ៉ូន បន្ទាប់មកស្រទាប់អាលីរ៉ូនបានផលិត α-amylase ហើយបញ្ជូនត្រលប់ទៅប្តូរម្សៅឱ្យក្លាយជាស្ករ។

៥. ពេលខ្លះគ្រាប់របស់រុក្ខជាតិខ្លះមិនអាចដុះចេញបានទេ ទោះបីជាធ្វើឱ្យបរិស្ថានមានភាពសមស្របក្នុងការលូតលាស់ក៏ដោយ។ គ្រាប់រុក្ខជាតិទាំងនោះស្ថិតក្នុងរយៈដំណេកគ្រាប់ដែលកើតមកពីច្រើនកត្តា។ ការដោះស្រាយដំណេកគ្រាប់អាចធ្វើបានច្រើនវិធី ទាំងវិធីផ្នែកគីមី និងរូបសាស្ត្រ។ គ្រាប់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះត្រូវឆ្លងកាត់អាកាសធាតុត្រជាក់ក្នុងរយៈពេលមួយ ក្នុងការដាស់ដំណេកគ្រាប់។ ការផ្តល់សារធាតុជីបឺរេលលីនសម្រាប់គ្រាប់រុក្ខជាតិនោះ អាចធ្វើឱ្យគ្រាប់ដុះជាប្រក្រតីដោយឆ្លងកាត់ភាពត្រជាក់។ ក្រៅពីនេះ មានការប្រើ

សារធាតុជីបឺរេលលីនក្នុងការប្តូរភេទរបស់ផ្កា (រុក្ខជាតិអំបូរត្រសក់) ជំរុញការកើតផ្កាភេទឈ្មោល ជំរុញ និងរារាំងការកើតផ្កាក្នុងរុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ ជំរុញការដុះគ្រាប់ និងភ្នែក និងបង្កើនទំហំរបស់ផ្លែ។



រូបភាព ៣.៣ តួនាទីរបស់ជីបឺរេលលីនក្នុងការដុះរបស់គ្រាប់ពូជ (១). គ្រាប់បានទទួលទឹកធ្វើឱ្យអំប្រីយ៉ុងផលិតសារធាតុជីបឺរេលលីន (២). ជីបឺរេលលីនទៅដាស់អង់ស៊ីម α-amylase ក្នុងស្រទាប់អាលីរ៉ូន (៣). អង់ស៊ីមអាល់ហ្វាអាមីលេសបំបែកអង់ដូស្ពែមពីម្សៅទៅជាស្ករ (៤). ស្ករជំរុញការលូតលាស់ក្នុងអំប្រីយ៉ុង

មានយ៉ាងតិច ៣ កន្លែងរបស់រុក្ខជាតិថ្នាក់ខ្ពស់ដែលប្រទះឃើញការផលិតសារធាតុជីបឺរេលលីន។ កន្លែងទីមួយគឺគ្រាប់ និងផ្លែដែលកំពុងអភិវឌ្ឍន៍ (developing fruit and seed) កន្លែងទីពីរគឺបរិវេណដែលកំពុងពន្លូតនៃចុងត្រួយ (elongating shoot apex region) ហើយកន្លែងទីបី គឺឫស (root)។ នៅក្នុងឫស និងត្រួយ បរិមាណសារធាតុជីបឺរេលលីនមានតិច។ សម្រាប់ការលូតលាស់ធម្មតា គ្រាប់របស់រុក្ខជាតិដែលកំពុងអភិវឌ្ឍន៍មានការផលិតសារធាតុជីបឺរេលលីន ២ ដំណាក់កាលគឺ (១) ផលិតភ្លាមៗក្រោយផ្សំកេសរ (shortly after anthesis) ក្នុងរយៈនេះ មានការផលិតសារធាតុជីបឺរេលលីនក្នុងបរិមាណមិនច្រើននោះទេ ដើម្បីប្រើក្នុងការគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ដូចគ្នាក្នុងជាលិកាផ្សេងៗក្នុងត្រួយ និងឫស។ (២) រយៈដែលមានការផ្លាស់ប្តូរទំហំរបស់គ្រាប់ដែលកំពុងចាស់ (increasing size of maturing seed) រយៈនេះមានការផលិតជីបឺរេលលីនក្នុងបរិមាណខ្ពស់ និងមានសារធាតុពពួក polyhydroxylated gibberellin ដែលផលិតឡើងថ្មីជាច្រើន ដែលមិនប្រទះឃើញជាលិកាធម្មតារបស់ដើមរុក្ខជាតិ (vegetative tissue)។

ជីបឺរេលលីនទាំងអស់ជាង ៩០ ប្រភេទ មានសកម្មភាពផ្នែកជីវវិទ្យារបស់សារធាតុជីបឺរេលលីនខុសៗគ្នា។ ប្រភេទខ្លះអាចមានបរិមាណច្រើន តែប្រភេទខ្លះទៀតមានបរិមាណតិច។ ដោយវាអាចអាស្រ័យទៅលើទម្រង់ផ្នែកខ្លះដែលមានភាពចាំបាច់ក្នុងការធ្វើឱ្យសកម្មភាពរបស់ជីបឺរេលលីនមានការកើនឡើងដូចជា GA_1, GA_2, GA_3, GA_7 ជាក្រុម 3β-hydroxylated-C-19 GA ដែលមានសកម្មភាពខ្ពស់។ ចំណែក GA_8, GA_{29}, GA_{34}, GA_{51} ជាប្រភេទ 2β-hydroxyl GAដែលជាប្រភេទមានសកម្មភាពជីបឺរេលលីនយឺត។

សារធាតុជីបឺរេលលីនមានឥទ្ធិពលលើការពន្លូតខ្លួនរបស់កោសិកា (GA and plant cell elongation) ការបង្កើនប្រវែងរបស់រុក្ខជាតិ កើតពីការពន្លូតរបស់កោសិកា និងការចំណែកកោសិកាឱ្យមានបរិមាណច្រើនឡើង។ ជីបឺរេលលីនមានឥទ្ធិពលលើការចំណែកកោសិកាបែបមីតូស (mitosis) ដោយធ្វើឱ្យរយៈ interphase ខ្លី ដោយជំរុញឱ្យកោសិការយៈ G_1 មានការផលិត DNA ។

ការបម្លាស់ទីរបស់ជីបឺរេលលីន (transport of GA) ពេលដែលផ្តល់សារធាតុជីបឺរេលលីនចំពោះដើមសណ្តែក (pea) ប្រទះឃើញថា មានការបម្លាស់ទីទាំងក្នុងបំពង់ស៊ីឡែម និងផ្លូអែម ដែលជាការបម្លាស់ទីមិនជាក់លាក់ មិនបានកំណត់ទិសដៅទៅណាជាក់លាក់ (non-polar movement)។

សំណួរប្រចាំមេរៀន

១. ជីបឺរេលលីនជាសារធាតុក្រុមណា មានទម្រង់ដូចម្តេច?
២. ជីបឺរេលលីនប្រភេទនីមួយៗខុសគ្នាដូចម្តេច?
៣. ចូរលើកឧទាហរណ៍ប្រវត្តិការរកឃើញសារធាតុជីបឺរេលលីន។
៤. ចូរអធិប្បាយការសំយោគសារធាតុជីបឺរេលលីន។
៥. ចូរលើកឧទាហរណ៍វិធីការពិសោធលើសារធាតុជីបឺរេលលីន។
៦. សារធាតុជីបឺរេលលីនមានឥទ្ធិពលដូចម្តេចលើវិធីសាស្ត្រផ្នែកសរីរវិទ្យា និងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ?
៧. ប្រភពណាខ្លះដែលមានសំយោគសារធាតុជីបឺរេលលីន?
៨. គ្រាប់ដែលកំពុងអភិវឌ្ឍន៍មានការផលិតជីបឺរេលលីនប៉ុន្មានរយៈ ចូរអធិប្បាយ។
៩. ជីបឺរេលលីនមានទំនាក់ទំនងជាមួយវិធីសាស្ត្រការចំណែកកោសិកាដូចម្តេច?
១០. ជីបឺរេលលីនមានការបម្លាស់ទីដូចម្តេច?

មេរៀនទី ៤
ស៊ីតូគីនីន

សារធាតុស៊ីតូគីនីន (cytokinins) ជាសារធាតុដែលជាបង្គុំសារធាតុ substituted adenine ដែលមានគុណសម្បត្តិក្នុងការជំរុញការចំណែកកោសិកា ដែលពាក្យថាស៊ីតូគីនីន ជាឈ្មោះដែលដាក់តាមគុណសម្បត្តិរបស់វា។ សារធាតុស៊ីតូគីនីនប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិថ្នាក់ខ្ពស់ ពពួកម៉ស (moss) ពពួកផ្សិត (fungi) ពពួកបាក់តេរី (bacteria) និងក្នុង tRNA របស់មីក្រូសារពាង្គកាយ និងកោសិកាសត្វភាគច្រើន។ បច្ចុប្បន្ននេះមានការប្រទះឃើញសារធាតុស៊ីតូគីនីនច្រើនជាង ២០០ ប្រភេទ ទាំងសារធាតុពីធម្មជាតិ និងសារធាតុសំយោគឡើងដោយមនុស្ស។

៤.១ ប្រវត្តិការរកឃើញសារធាតុស៊ីតូគីនីន

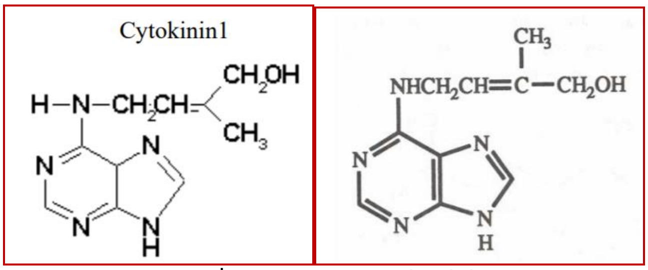
Haberlandt (1913) ប្រទះឃើញថាក្រៅពីសារធាតុអុកស៊ីន (auxin) ហើយនោះ វាមានអរម៉ូនមួយប្រភេទទៀតដែលជួយជំរុញការចំណែកកោសិកា។ គាត់ប្រើសារធាតុចម្រាញ់ដែលបានមកពីបំពង់នាំរបស់រុក្ខជាតិ ដាក់ចូលទៅបំណែករបស់ជំឡូងបារាំងដែលចិញ្ចឹមក្នុងអាហារសំយោគ ហើយសង្កេតឃើញថា វាអាចធ្វើឱ្យបំណែកជំឡូងបារាំងនោះចំណែកកោសិកាបានច្រើនជាងមុន។

Van Overbeek (1942) ប្រទះឃើញទឹកដូងក៏មានអរម៉ូនដែលជំរុញការចំណែកកោសិការបស់ជាលិកាដែលបណ្តុះក្នុងអាហារសំយោគ។ ក្នុងឆ្នាំ ១៩៤៤ គាត់និងក្រុមការងារបានរាយការណ៍ថា សារធាតុចម្រាញ់ពីដើមខ្ចីរបស់រុក្ខជាតិពពួក wheat germ, almond meal អាចជំរុញការចំណែកកោសិកាបាន បានន័យថា មានសារធាតុប្រភេទនេះក្នុងរុក្ខជាតិច្រើនប្រភេទ។

F.C. Steward រកឃើញសារធាតុ myoinositol, 1,3-diphenylurea, leucoanthocyanin ក្នុងទឹកដូងដែលជំរុញការចំណែកកោសិកា។

Skoog (1948) ប្រទះឃើញការបណ្តុះជាលិការុក្ខជាតិក្នុងអាហារធម្មតាគឺជាលិកានឹងលូតលាស់ក្នុងពេលមួយដែលកំណត់ តែបើសិនជាបន្ថែមទឹកដូង ឬសារធាតុចម្រាញ់ពីពពួកមេដំបែ ឬយីស (yeast) ក្នុងអាហារបណ្តុះជាលិកា នឹងធ្វើឱ្យរយៈពេលនៃការលូតលាស់របស់ជាលិកាបានយូរជាងមុន។

Skoog and miller (1955) ចម្រាញ់សារធាតុពី DNA របស់យីស ហើយទទួលបានសារធាតុ 6-furfuryladenine អាចជំរុញការចំណែកកោសិការបស់រុក្ខជាតិទូទៅ និងហៅសារធាតុនេះថា ឃីនេទិន (kinetin)។ បន្ទាប់មកសារធាតុឃីនេទិន និងសារធាតុដែលមានគុណសម្បត្តិស្រដៀងគ្នា រួមគ្នាហៅថា ស៊ីតូគីនីន (cytokinin)។



រូបភាព ៤.១ ទម្រង់របស់សារធាតុស៊ីតូគីនីន និង zeatin

Hall and de Ropp (1955) បានរាយការណ៍ថា អាចផលិតសារធាតុស៊ីតូគីនីនដោយការ autoclave សារធាតុផ្សំរវាង adenine និង furfuryl alcohol នោះបង្ហាញថាសារធាតុស៊ីតូគីនីនអាចកើតពីសារធាតុដែលបំបែកធាតុរបស់ DNA ។

Miller (1961) រាយការណ៍អំពីសារធាតុស្រដៀងឃីនេទិនដែលប្រទះឃើញក្នុងពោត ដែលបន្ទាប់មកមានឈ្មោះថា zeatin ។

៤.២ ការសំយោគស៊ីតូគីនីន

ស៊ីតូគីនីនដែលប្រទះឃើញក្នុងជាលិការបស់រុក្ខជាតិហៅថា endogenous ឬ free cytokinins វាអាចកើតឡើងដោយ៖

១). ការមកជំនួសដៃម្ខាងរបស់កាបូនលំដាប់ទី ៦ របស់ purine ring ដោយ adenine, adenine ribside ឬ adenine ribotide ។

២). ការ hydrolysis របស់ tRNA ដែលមាន cytokinin group ដោយមាន adenine នៅរួមជាមួយដៃម្ខាងរបស់ isopentennyl កាបូនលំដាប់ទី ៦។

មានការជឿជាក់ថា free cytokinins ត្រូវបានសំយោគដោយវិធិសាស្ត្រសេរីរបស់ការបំបែកធាតុនៃ tRNA ច្រើនជាង គឺកើតពីការបម្លាស់ទីសារធាតុពពួក isopentennyl ពី IPP (isopentenyl pyrophosphate) ទៅកាន់តំណែងកាបូនលំដាប់ទី ៦ របស់ purine ឬ riboside ឬ ribotide ។ ការសិក្សាអាចបញ្ជាក់ដោយប្រើ ^{14}C ក្រៅពីមកជំនួសក្នុង side chain ហើយនោះ ស៊ីតូគីនីនក្នុងធម្មជាតិអាចកើតពីការប្តូរត្រលប់ពីស៊ីតូគីនីនប្រភេទមួយទៅជាប្រភេទមួយទៀត។ ការបំបែកធាតុរបស់ស៊ីតូគីនីនកើតឡើងដោយ cytokinin oxidase ដែលបញ្ចេញ side chain ដែលមានកាបូន ៥ អាតូម និងបាន adenine ចេញមកពី zeatin ឬបាន adenosine ចេញពី zeatin riboside ។

ជាលិកាលូតលាស់ចុងឫសជាបរិវេណដែលមានការសំយោគ free cytokinins របស់រុក្ខជាតិ និងបម្លាស់ទីពីបំពង់នាំស៊ីឡែមរបស់ឫសរុក្ខជាតិទៅដើម និងស្លឹក។ បរិស្ថានផ្នែកខាងក្រៅដូចជា ការកើតភាពតានតឹងពីទឹកមានឥទ្ធិពលធ្វើឱ្យសារធាតុស៊ីតូគីនីនក្នុងបំពង់ស៊ីឡែមថយចុះ។ ក្រៅពីនេះមានការរាយការណ៍ថា បរិវេណចុងឫស និងចុងត្រួយរបស់ដើមថ្នាំជក់ មានសារធាតុស៊ីតូគីនីនច្រើន អាចកើតពីការផលិតស៊ីតូគីនីនក្នុងបរិមាណច្រើនក្នុងការអភិវឌ្ឍ តែគ្មានភ័ស្តុតាងច្បាស់លាស់។ ក្រៅពីនេះមានការប្រទះសារធាតុស៊ីតូគីនីនខ្ពស់ក្នុងអំឡុងពេលផលិតផ្លែ និងគ្រាប់របស់រុក្ខជាតិ។

៤.៣ ស៊ីតូគីនីនដែលប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិ

Zeatin [6-(4-hydroxy-3-methyl-trans-2-butenyl-amino) purine]: ជាស៊ីតូគីនីនដំបូងដែលចម្រាញ់ចេញពីរុក្ខជាតិថ្នាក់ខ្ពស់ ពីអង់ដូស្ពែមរបស់គ្រាប់ពោត Zeatin riboside ប្រទះក្នុងពោតផ្អែម និងទឹកដូង Isopentenyl adenine នៅក្នុងសណ្តែកពារ។

ស៊ីតូគីនីនមានច្រើនបំផុតក្នុងបរិវេណដែលកំពុងលូតលាស់ និងបរិវេណដែលមានការលូតលាស់ជាបន្តបន្ទាប់ រួមទាំងប្រព័ន្ធឫស ស្លឹកខ្ចី ផ្លែ និងគ្រាប់ដែលកំពុងអភិវឌ្ឍន៍។ មានការជឿជាក់ថាប្រភពការផលិតស៊ីតូគីនីនគឺចុងឫស ហើយបញ្ជូនទៅកាន់ផ្នែកផ្សេងៗតាមបំពង់នាំ។

ក្រោយពីប្រទះឃើញឃីនេទិនក្នុងធម្មជាតិជាពពួកសារធាតុ 6-furfurylandemine ទើបមានការសិក្សាពីសារធាតុសំយោគផ្សេងៗ ដែលគិតថាមានគុណសម្បត្តិជាស៊ីតូគីនីន ជាពិសេសសារធាតុក្រុម 6-substituted purines ធ្វើឱ្យប្រទះឃើញសារធាតុស៊ីតូគីនីនសំខាន់ជាច្រើន។ បច្ចុប្បន្ននេះមានសារធាតុស៊ីតូគីនីនច្រើនប្រភេទដូចជា Kinetin (6-furfurylaminopurine), BA (6-benzylaminopurine) ជាស៊ីតូគីនីនដែលមានសកម្មភាពស្មើនឹងឃីនេទិន, BPA [6-(benzylamino)-9-(2-tetrahydropyranyl)-9H-purine] ។

ឧទាហរណ៍ស៊ីតូគីនីនដែលស្ថិតក្នុងលក្ខណៈសេរីមានដូចជា Zeatin និង isopentenyladenine ។ ស៊ីតូគីនីនក្នុងលក្ខណៈដែលចាប់ជាមួយសារធាតុផ្សេងដូចជា ស៊ីតូគីនីនដែលចាប់ជាមួយគ្លុយកូស (glucoside conjugate) ទាំងនេះគឺអាចជាកើតលក្ខណៈការស្តុកទុក ឬដឹកបញ្ជូនរបស់ស៊ីតូគីនីនក្នុងករណីខ្លះ។ ចំណែកលក្ខណៈដែលចាប់ជាមួយអាឡានីន (alanine conjugate) ជាលក្ខណៈដែលមិនអាចប្តូរត្រលប់មកដូចដើមវិញបាន ទើបជាវិធីសាស្ត្រក្នុងការដោះពិសចេញពីស៊ីតូគីនីនក្នុងរុក្ខជាតិ។ ការបំបែកធាតុរបស់ស៊ីតូគីនីនកើតឡើងដោយអង់ស៊ីម cytokinins oxidase ដែលបញ្ចេញ side chain ដែលជាកាបូន ៥ អាតូម និងបានផលជា adenine ចេញមកពី zeatin ឬបាន adenosine ចេញពី zeatin robiside។

៤.៤ ការពិសោធទាក់ទងនឹងស៊ីតូគីនីន

Nicotiana (tobacco) stem split callus bioassay ក្នុងវិធីនេះបើសិនជាបានទទួលកត្តាផ្សេងៗដែលចាំបាច់ក្នុងការកើតយៃលឡាស់ (callus) តែគ្មានស៊ីតូគីនីន នឹងកើតកោសិកាតិចតួចប៉ុណ្ណោះ ឬអាចជាមិនកើតសោះឡើយ។ ពេលដែលប្រើស៊ីតូគីនីននឹងកើតការលូតលាស់យ៉ាងឆាប់រហ័ស ធ្វើឱ្យកើតយៃលឡាស់ច្រើនឡើង។

Nicotiana (tobacco) gene expression bioassay ជាការពិសោធទាក់ទងនឹងការបញ្ចេញលក្ខណៈរបស់ chimeric gene ក្នុងក្លរ៉ូប្លាស (chloroplast) ពីស្រទាប់មីសូហ្វីល (mesophyll) របស់ស្លឹកថ្នាំជក់ដែលកាត់តហ្សែន (gene) ឱ្យមានការឆ្លើយតបទៅលើអុកស៊ីសែន (O_2) និងស៊ីតូគីនីន។ បរិមាណរបស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិប្រភេទនីមួយៗ ផ្អែកទៅលើពណ៌ និងប្រតិកម្មដែលមើលឃើញ។

Raphanus (radish) cotyledon expansion bioassay ទាក់ទងនឹងឥទ្ធិពលនៃស៊ីតូគីនីនក្នុងការជំរុញការពង្រីកទំហំស្លឹកកូទីលេដុនរបស់ឆៃថាវ។ បរិមាណការពង្រីកជាកត្តាចង្អុលបង្ហាញបរិមាណរបស់សារធាតុស៊ីតូគីនីនដែលមានក្នុងដើមរបស់វា។

Clycine (soybean) hypocotyl elongation bioassay ទាក់ទងនឹងឥទ្ធិពលនៃស៊ីតូគីនីនលើការជំរុញការពន្លូតកោសិការបស់សណ្តែក។

Amaranthus (pigweed) dark betacyanin promption bioassay គ្រាប់ពណ៌ក្រហម បេតាស៊ី-យ៉ានីន (betacyanin) ធម្មតាត្រូវការពន្លឺក្នុងការធ្វើរស្មីសំយោគ ការពិសោធនេះបានបង្ហាញថាសារធាតុស៊ីតូគីនីនអាចជំរុញការផលិតបេតាសៃយ៉ានីនក្នុងដើមផ្ទីដែលដាំក្នុងកន្លែងងងឹតបាន។

៤.៥ ឥទ្ធិពលនៃស៊ីតូគីនីនលើសរីរវិទ្យារបស់រុក្ខជាតិ

១. ការអភិវឌ្ឍរបស់ភ្នែក និងត្រួយ (bud and shoot development) ស៊ីតូគីនីនជំរុញការបែកភ្នែកខាង និងបញ្ឈប់ការរាំងកើតចុងត្រួយ (apical dominance) ផ្នែកខ្លះ។ ការសិក្សាលើរុក្ខជាតិដែលកាត់តែងហ្សែន (gene) ដែលទាក់ទងនឹងការសំយោគស៊ីតូគីនីនបានឱ្យដឹងថា វានឹងបន្ថែមបរិមាណរបស់ zeatin និង

សារជាតុដែលមានទំនាក់ទំនងគ្នានោះកើនឡើងច្រើន ហើយធ្វើឱ្យដើមរុក្ខជាតិមានការលូតលាស់ផ្នែកក្ខែកខាងច្រើន និងមិនធ្វើឱ្យកើតការរារាំងការដុះចុងត្រួយ។ ការរារាំងការដុះចុងត្រួយត្រូវបានគ្រប់គ្រងដោយតុល្យភាពរបស់សារជាតុស៊ីតូគីនីន និង IAA ក្នុងដើមរុក្ខជាតិ។ មាន ២ ទ្រឹស្តីដែលលើកឡើងទាក់ទងនឹងស៊ីតូគីនីនបញ្ឈប់ការរារាំងការកើតចុងត្រួយ។ ទ្រឹស្តីទី ១ ស្នើមកថា ស៊ីតូគីនីនជាអ្នករារាំងអង់ស៊ីម IAA oxidase ក្នុងក្ខែកខាង ធ្វើឱ្យអុកស៊ីន (auxin) កើនបរិមាណក្នុងកម្រិតដែលអាចឱ្យក្ខែកខាងពន្លូតចេញមកបាន។ ចំណែកទ្រឹស្តីទី ២ បានស្នើថា ស៊ីតូគីនីនអាចធ្វើឱ្យកើតវិធីសាស្ត្រក្នុងការប្រើប្រាស់សារជាតុចិញ្ចឹម (initiate sink mechanism) ក្នុងក្ខែកខាង និងជំរុញឱ្យមានការបម្លាស់ទីរបស់សារជាតុចិញ្ចឹម វីតាមីន អំបិលខនិជ និងសារជាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ផ្សេងៗ (ដែលទាំងអស់អាចជាអ្នកកំណត់ការលូតលាស់)។

២. ការចំណែកកោសិកា និងការផលិតសរីរៈ (cell division and organ formation) តួនាទីគោលរបស់ស៊ីតូគីនីនក្នុងរុក្ខជាតិគឺជំរុញការចំណែកកោសិកា។ មានរាយការណ៍មកថា ការលូតលាស់របស់ឃែលឡាស់ (callus) ក្នុងស្រទាប់ pith របស់ដើមថ្នាំជក់ មានប្រតិកម្មជាមួយឃីនេទិន ឬ IAA តែម្យ៉ាង តែបើសិនជាការលូតលាស់កើតជាបន្តបន្ទាប់នឹងត្រូវបន្ថែមទាំងសារជាតុឃីនេទិន និង IAA ក្នុងអាហារបណ្តុះ។ យើងអាចសរុបបានថា ក្នុងរយៈដំបូងសារជាតុ IAA ឬស៊ីតូគីនីនដែលមានក្នុងរុក្ខជាតិអាចធ្វើប្រតិកម្មជាមួយស៊ីតូគីនីន ឬ IAA ដែលផ្តល់ឱ្យក្នុងអាហារបណ្តុះ តែក្នុងរយៈពេលយូរ កម្រិតអរម៉ូនក្នុងអាហារនឹងថយចុះ ការលូតលាស់ក៏ត្រូវបញ្ឈប់។ ការគ្រប់គ្រងឱ្យមានសមាមាត្រសមស្របនៃសារជាតុសៃតូខៃនិន និង IAA នឹងធ្វើឱ្យទទួលបានឃែលឡាស់ដែលមានទាំងឫស និងដើម។

៣. ការដុះរបស់គ្រាប់ និងការពង្រីកខ្នាតរបស់កោសិកា និងសរីរៈ (seed germination, cell and organ enlargement) ឃីនេទិនអាចបញ្ឈប់ឥទ្ធិពលនៃសារជាតុរារាំងការដុះរបស់គ្រាប់ស្ពៃក្រញ៉ាញ់ដែលកើតពីពន្លឺអ៊ីនហ្វារេតបាន។ ជាទូទៅស៊ីតូគីនីនត្រូវបានចាត់ទុកជាសារជាតុជំរុញការចំណែកកោសិកា តែវាក៏មានឥទ្ធិពលលើការពង្រីកទំហំរបស់កោសិកាដែរ។ ស៊ីតូគីនីនជំរុញការពង្រីកទំហំកោសិការបស់ស្លឹកកូទីលេដុងដែលកាត់ចេញពីដើម (excised cotyledon) នៃរុក្ខជាតិស្លឹកធំច្រើនប្រភេទ។ ពេលក្តិចស្លឹកកូទីលេដុងចេញពីដើមរុក្ខជាតិ នឹងធ្វើឱ្យខ្វះប្រភពរបស់ស៊ីតូគីនីនតាមធម្មជាតិ។ តែពេលដែលផ្តល់សារជាតុស៊ីតូគីនីនពីខាងក្រៅវាអាចជំរុញការលូតលាស់របស់ស្លឹកកូទីលេដុងនោះបាន។ ការពង្រីកធំរបស់កោសិកា ទាក់ទងនឹងការស្រូបទឹកដែលកើតពីការបន្ថយតម្លៃប៉ូតង់ស្យែលអូស្មូស(osmotic potential) របស់កោសិកា។ នោះជាការជំរុញដោយការកើតការផ្លាស់ប្តូររបស់ខ្លាញ់ (lipid) ដែលជាអាហារស្តុកនៅខាងក្នុងស្លឹកកូទីលេដុង ទៅជាស្ករវីឌូវ (reducing sugar:-glucose, fructose)។

៤. ការពន្យារការខូតខាតតាមអាយុកាល និងការជំរុញការបម្លាស់ទីសារជាតុចិញ្ចឹម (delay of senescence and promotion of translocation of nutrients and organic substances) ពេលដែលក្តិចស្លឹកដែលធំពេញលេញចេញពីដើម នឹងកើតការបំបែកជាតុរបស់ប្រូតេអ៊ីនយ៉ាងឆាប់រហ័ស។ ក្លរ៉ូប្លាសបំបែកជាតុធ្វើឱ្យខូចក្លរ៉ូភីល និងកើតការហូរចេញទៅក្រៅនៃអាសូតដែលមិនបានជាទម្រង់របស់ប្រូតេអ៊ីន (non-protein nitrogen) ខ្លាញ់ អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច (nucleic acid) ដោយឆ្លងកាត់តាមស្នាមបែករបស់ភ្នាសរុំកោសិកា។ បើជំរុញឱ្យស្លឹកនោះផលិតឫស ក៏នឹងធ្វើឱ្យការខូចខាតតាមអាយុយឺតជាងមុន ហើយប្រទះឃើញថា ការផ្តល់សារជាតស៊ីតូគីនីន នឹងអាចពន្យារការចាស់បានដែរព្រោះវាធ្វើឱ្យកើតឫស។ ក្នុងសភាវៈងងឹត ជាការពន្លឿនការចាស់យ៉ាងឆាប់រហ័ស។ ការប្រើស៊ីតូគីនីនអាចជំនួសឥទ្ធិពលនៃពន្លឺលើការពន្យារការខូចខាតតាមអាយុបាន

ដែលអាចកើតពីការរក្សាលក្ខណៈតឹងណែននៃកោសិកាឬ integrity of tonoplast membrane ពេលដែលផ្តល់សារជាតុស៊ីតូគីនីនទៅលើស្លឹក ឬស្លឹកកូទីលេដូនរបស់រុក្ខជាតិដែលដាំក្នុងកន្លែងងងឹត ២ ទៅ ៣ ម៉ោង មុននឹងបានទទួលពន្លឺប្រទះឃើញថាអ៊ីធីអូប្លាស (etioplast) នឹងត្រូវប្តូរទៅជាក្លរ៉ូប្លាស ធ្វើឱ្យមានការផលិតក្លរ៉ូភីលបន្ថែម។ ស៊ីតូគីនីនអាចពន្យារអាយុការខូចរបស់ផ្កា (cutting flower) និងបន្លែស្រស់បាន។ ក្រៅពីនោះមានការរាយការណ៍មកថា ឃីនេទិនអាចជំរុញការបម្លាស់ទីរបស់សារជាតុសរីរាង្គ (organic compound) ក្នុងស្លឹករុក្ខជាតិដែលត្រូវបានកាត់ក្នុងកន្លែងងងឹតបានទៀតផង។ ក្រៅពីនេះមានការរកឃើញថា ពេលបាញ់ស៊ីតូគីនីនលើស្លឹកណាមួយ ស្លឹកដែលនៅជិតៗគ្នា នឹងកើតជរាភាព។ ក្រៅពីនេះការផ្តល់ស៊ីតូគីនីនចំពោះស្លឹកដែលចាប់ផ្តើមឡើងពណ៌លឿង ហើយធ្វើឱ្យស្លឹកត្រលប់មកមានពណ៌បៃតងព្រោះមានការផលិតក្លរ៉ូភីល។

៤.៦ ការប្រើស៊ីតូគីនីនក្នុងវិស័យកសិកម្ម

សព្វថ្ងៃនេះមានការប្រើប្រាស់ស៊ីតូគីនីនក្នុងវិស័យកសិកម្មជាច្រើន ក្នុងនោះគឺប្រើក្នុងការងារបណ្តុះជាលិការុក្ខជាតិ។ តាមការសិក្សា Madeeyah et al. (2017) បានធ្វើការបណ្តុះជាលិកាដើមខាឡាដៀម (*Caladium bicolor* Vent.) ក្នុងសភាវៈគ្មានមេរោគ ដោយបាននាំយកផ្នែកផ្សេងៗរបស់ដើមខាឡាដៀម រួមមាន ចុងត្រួយ ស្លឹកដែលមានទង ស្លឹកដែលគ្មានទង និងផ្នែកទងស្លឹក។ យកបំណែកដើមខាឡាដៀមមកចិញ្ចឹមក្នុងអាហារពាក់កណ្តាលសម្រេច Murashige and Skoog (MS) ដែលបន្ថែមសារជាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ក្រុមស៊ីតូគីនីនគឺ BA កំហាប់ 3mg/L ស្ករស៊ូក្រូស ៣% និងសារាយ ១.១%។ ក្រោយបណ្តុះបាន ៨ សប្តាហ៍ប្រទះឃើញថា ផ្នែករបស់ដើមខាឡាដៀមដែលលូតលាស់កើតជាត្រួយថ្មីបានល្អបំផុតនោះគឺផ្នែកត្រួយ ដោយមានភាគរយការកើតត្រួយថ្មីដល់ទៅ ៨៥% ហើយមានចំនួនត្រួយ ២២.៨៥ ត្រួយ/សំណាក។ ចំណែកកំហាប់របស់ BA ដែលសមស្របលើការកើតត្រួយថ្មីរបស់ដើមខាឡាដៀមនោះ បានធ្វើការពិសោធដោយការនាំយកត្រួយរបស់ខាឡាដៀមមកបណ្តុះក្នុងអាហារ MS ដែលមានបន្ថែមសារជាតុស៊ីតូគីនីនជាប្រភេទ BA ក្នុងកំហាប់ ០, ១, ៣ និង ៥ មីលីក្រាម/លីត្រ។ ក្រោយបណ្តុះ ៨ សប្តាហ៍បានឃើញថា កំហាប់របស់ BA ដែលសមស្របគឺ ៥ មីលីក្រាម/លីត្រ ដោយមិនត្រឹមតែធ្វើឱ្យត្រួយខាឡាដៀមកើតត្រួយ ១០០% នោះទេ តែវាធ្វើឱ្យសំណាកត្រួយខាឡាដៀមមានចំនួនត្រួយខ្ពស់បំផុតគឺ ១៨.០៨%។

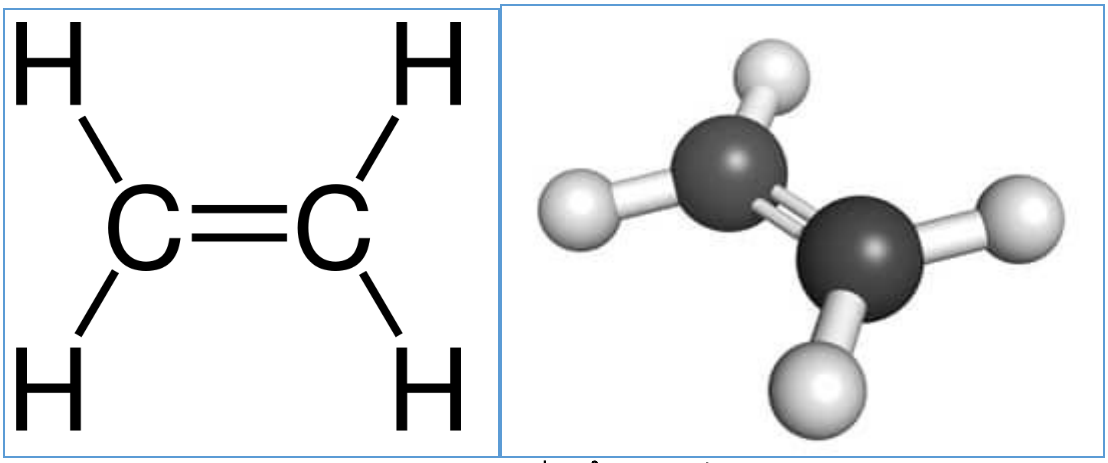
ក្រៅពីនេះគេប្រើស៊ីតូគីនីនក្នុងការគ្រប់គ្រងសំយោគមែកដើមឈើ និងជំរុញឱ្យវាបែកមែក និងជំរុញការលូតលាស់ភ្នែកខាង និងការពន្លឿកពូជដោយការភ្ជាប់ភ្នែក។ ម្យ៉ាងទៀតមានការប្រើសារជាតុនេះដើម្បីពន្យារភាពចាស់របស់ផលផលិត ជួយរក្សាបន្លែផ្លែឈើឱ្យស្រស់បានយូរ និងពន្យារអាយុផ្កាលម្អ។ ការបន្ថែមសារជាតុ BA ចូលទៅក្នុងទឹកត្រាំផ្កាក្នុងថូផ្កាអាចបន្ថែមសារជាតុអាដេនិន (adenine) ចូលទៅដើម្បីឱ្យម៉ូលេគុលរបស់ soluble DNA ស្ថិតក្នុងលក្ខណៈដើម អាចពន្យារការខូចខាតរបស់ផ្កាដូចជា ផ្កាគ្រីសសេនធីមុំ និងខានេស្សិនជាដើម។ សារជាតុ BA ដែលមានកំហាប់ ២៥ មីលីក្រាម/លីត្រ ក្នុងថូផ្កា *Polianthe tuberose* L. បាន ១៥.៨ ថ្ងៃ ពេលប្រៀបធៀបជាមួយផ្កានេះដែលត្រាំក្នុងទឹកធម្មតា ដែលមានអាយុត្រឹម ១៣.២ ថ្ងៃ។ ការប្រើស៊ីតូគីនីនសម្រាប់រុក្ខជាតិលម្អស្លឹកក៏បានទទួលលទ្ធផលវិជ្ជមានដូចគ្នាដូចជា ការត្រាំស្លឹកហ្វីនក្នុងសារជាតុសូលុយស្យុង TDZ ក្នុងកំហាប់ ១០ មីក្រូម៉ូឡា អាចពន្យារការថយចុះនៃទម្ងន់ស្រស់ និងអត្រាការស្រូបទឹកបាន។

សំណួរប្រចាំមេរៀន

១. ស៊ីតូគីនីនមានគុណសម្បត្តិដូចម្ដេច និងប្រទះឃើញក្នុងភាវៈរស់បែបណាខ្លះ?
២. ចូរលើកឧទាហរណ៍ប្រវត្តិការរកឃើញសារធាតុស៊ីតូគីនីន។
៣. ចូរអធិប្បាយពីការសំយោគពន្លឺរបស់ស៊ីតូគីនីន។
៤. ចូរលើកឧទាហរណ៍ស៊ីតូគីនីនដែលប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិ។
៥. ប្រភពសំខាន់ដែលមានការសាងស៊ីតូគីនីនក្នុងបរិវេណណា?
៦. ចូរលើកឧទាហរណ៍ស៊ីតូគីនីនសំយោគ។
៧. ការបំបែកធាតុរបស់ស៊ីតូគីនីនកើតឡើងដូចម្ដេច?
៨. ចូរលើកឧទាហរណ៍វិធីការពិសោធរបស់ស៊ីតូគីនីន។
៩. ស៊ីតូគីនីនមានឥទ្ធិពលដូចម្ដេចលើវិធិសាស្ត្រផ្នែកសរីរវិទ្យា និងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ?
១០. ក្នុងវិស័យកសិកម្មមានការប្រើស៊ីតូគីនីនលើអ្វីខ្លះ?

មេរៀនទី ៥
អេទីឡែន

អេទីឡែន (ethylene : C_2H_4 : $H_2C=CH_2$) ជាអរម៉ូនរុក្ខជាតិដែលស្ថិតក្នុងលក្ខណៈជាឧស្ម័ន។ ក្នុងសម័យមុនគេមិនបានចាត់ទុកវាជាអរម៉ូននោះទេ តែចាត់ទុកវាជាសារធាតុដែលកើតពីរុក្ខជាតិដែលត្រូវមេរោគចូលបំផ្លាញ ឬបានមកពីភាពខុសប្រក្រតីនៃដំណាំ។ មូលហេតុដែលគេយល់ឃើញដូច្នេះ អាចបណ្តាលមកពីឧស្ម័នអេទីឡែនតែងតែកើតក្នុងសភាវៈដែលរុក្ខជាតិមានលក្ខណៈខូចខាត ដូចជាផ្លែឈើត្រូវសត្វល្អិតចោះ ស្អុយរលួយ ឬផ្លែឈើទុំជ្រុលជាដើម។ បច្ចុប្បន្នគេដឹងហើយថា អេទីឡែនជាអរម៉ូនរុក្ខជាតិ ដោយរុក្ខជាតិផលិតចេញមកដើម្បីប្រើក្នុងការគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍ផ្នែកផ្សេងៗដូចជា ការចេញផ្កា ការទុំរបស់ផ្លែឈើជាដើម។ អេទីឡែនជាឧស្ម័នដែលប្រទះឃើញក្នុងធម្មជាតិ និងក្នុងផ្សែងភ្លើង ដែលមានការសង្កេតឃើញថា វាមានឥទ្ធិពលលើការធ្វើឱ្យកើតពណ៌លឿង និងជ្រុះនៃស្លឹករុក្ខជាតិ និងការទុំរបស់ផ្លែឈើ។



រូបភាព ៥.១ ទម្រង់រូបធាតុរបស់អេទីឡែន

(ប្រភព៖ https://pediaa.com/difference-between-ethane-and-ethene/)

៥.១ ប្រវត្តិការរកឃើញអេទីឡែន

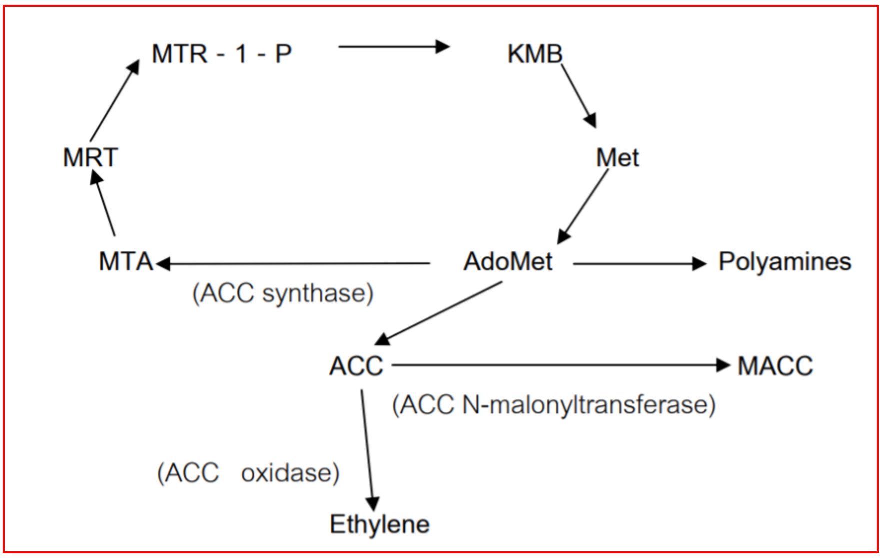
Girardin (1864) រកឃើញថាឧស្ម័នដែលបានមកពីចង្កៀងដែលផ្តល់ពន្លឺតាមថ្នល់ (កើតពីការដុតធ្យូងថ្ម) ធ្វើឱ្យកើតស្លឹកឈើជ្រុះបរិវេណជិតៗមុនវាចាស់ (premature shedding) ហើយបន្ទាប់មកក្នុងឆ្នាំ ១៩០១ បានរកឃើញថា វាជាឧស្ម័នអេទីឡែន (ethylene)។

ក្នុងឆ្នាំ ១៩១៧ លោក Doubt បានប្រទះឃើញឧស្ម័នអេទីឡែនជំរុញការជ្រុះស្លឹក (abscission) ហើយក្នុងឆ្នាំ ១៩១០ Cousines ជាមនុស្សដំបូងដែលបានស្នើមកថា ផ្លែឈើមានការបញ្ចេញឧស្ម័នដែលជំរុញការទុំ គាត់បានរកឃើញថា ផ្លែក្រូចដែលប្រមូលទុករួមគ្នាជាមួយចេកទុំ វានឹងធ្វើឱ្យផ្លែក្រូចទុំមុនកំណត់ (premature)។

Gane (1934) ជនជាតិអង់គ្លេសបានពិសោធន៍ឱ្យឃើញថា រុក្ខជាតិអាចផលិតអេទីឡែនបាន ហើយអេទីឡែនធ្វើតួនាទីជាអ្នកជំរុញការទុំ។ ក្នុងឆ្នាំ ១៩៣៥ លោក Crocker និងក្រុមការងារបានស្នើថា ឧស្ម័នអេទីឡែនជាអរម៉ូនដែលគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ។ បន្ទាប់ពីមានការសិក្សាច្រើនឡើង រហូតដល់មានការប្រទះឃើញថា ethephon (2-chloroethylphosphoric acid) ដែលជាវត្ថុរាវហើយត្រូវបានស្រូបយកដោយរុក្ខជាតិដោយងាយ និងកើតប្រតិកម្មបញ្ចេញសារធាតុអេទីឡែនចេញមកខាងក្រៅ។ បន្ទាប់មកមានការផលិតសារធាតុនេះចំណាយក្នុងឈ្មោះថាអេទ្រើល (ethrel) ក្នុងឆ្នាំ ១៩៦៥ ហើយបន្ទាប់មកមានការប្រើសារធាតុផ្សេងមកជំនួសជាច្រើន។

៥.២ ការសំយោគអេទីឡែន

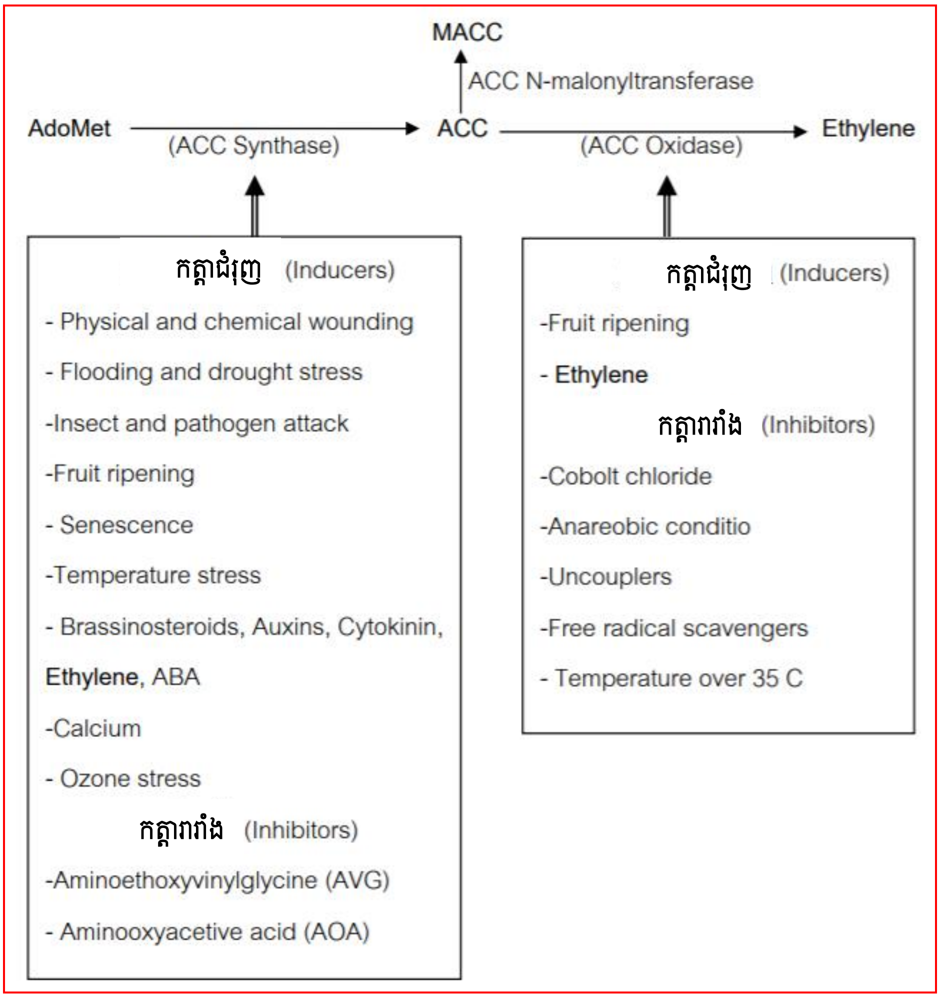
អេទីឡែនជាឧស្ម័នដែលគ្មានពណ៌ មានក្លិនក្រអូបតិចៗ ឆេះភ្លើងដោយងាយ អាចត្រូវ oxidized ដោយអុកស៊ីសែន អូសូន និងប៉ូតាស្យូមពែម៉ង់កាណេត (potassium permanganate : $KMnO_4$)។ អេទីឡែនត្រូវបានបង្កើតឡើងក្នុងរុក្ខជាតិ និងក្នុងភាវៈរស់ច្រើនប្រភេទ។ សារធាតុដើមកំណើតរបស់អេទីឡែនក្នុងរុក្ខជាតិនោះគឺអាស៊ីតអាមីណូក្រុមមេតធីអូនីន (methionine) ដោយមានអង់ស៊ីមឈ្មោះថាផឺរ៉ុកស៊ីដេស (peroxidase) ជាអ្នកជំរុញប្រតិកម្មគីមី និងមានសារធាតុ flavin mononucleotide និង ion របស់លោហៈជា co-factor ។



Met = Methionine
AdoMet = adenosylmethionine
ACC = 1-aminocyclopropane-1-carboylic acid
MTR = methylthioribose
MACC = malonyl ACC (inactive)
MTR-1-P = methylthioribose-1-phosphate
MTA = methylthioadenine
KMB = 2-keto-4-methylbutyrate

Methionine ត្រូវបានប្តូរទៅជា adenosylmethionine ដោយអង់ស៊ីម adenosylmethionine synthase ផ្នែកមួយរបស់ adenosylmethionine នឹងចូលទៅក្នុងវដ្តតាមលំដាប់។ adenosylmetionine អាចចូលទៅក្នុងវិធីសាស្ត្រ polyamine ផងដែរ ហើយវាមានការផ្លាស់ប្តូរទៅជា ACC (ដោយអង់ស៊ីម ACC

synthase ដែលជា rate limiting step នៃវិធីសាស្ត្រនេះ) ដែលបន្តទៅកើតបាន ២ បែបគឺ ប្តូរទៅជាអេទីឡែនដោយ ACC oxidase ឬជា MACC (ដែលជារូបណឹត) ដោយ ACC N-malonytransferase ។



ដំណាក់កាលសំខាន់ក្នុងការប្តូរ adenosylmetionine ទៅជាអេទីឡែននោះ មានច្រើនកត្តាដែលមកជួយជំរុញ រួមទាំងអេទីឡែនខ្លួនឯងដែរ។ វិធីសាស្ត្រជំរុញខ្លួនឯងដែលហៅថា Autocatalytic ethylene production ។ ដំបូងអេទីឡែននឹងទៅជំរុញ ACC oxidase និងតាមដោយការបន្ថែមសកម្មភាពរបស់ ACC synthase ច្រើនឡើង។

៥.៣ គុណសម្បត្តិរបស់អេទីឡែន

អេទីឡែនជាសារធាតុអ៊ីដ្រូកាបូន (hydrocarbon) ដែលមិនឆ្អែត មានទម្ងន់ម៉ូលេគុលស្មើនឹង ២៨.០៥ មានចំណុចរំពុះប្រហែល ១០៣ អង្សាសេ គ្មានពណ៌ ងាយក្នុងការឆេះ ស្រាលជាងអាកាស និងរលាយក្នុងទឹកបានល្អ (315µl/L ក្នុងសីតុណ្ហភាព 0°C, 140 µl/L ក្នុងសីតុណ្ហភាព 25°C)។ តាមរយៈការសិក្សាពីទម្រង់ និងការកើតប្រតិកម្ម របស់សារធាតុអ៊ីដ្រូកាបូនប្រភេទផ្សេងៗ សង្កេតឃើញថា សារធាតុអេទីឡែនមានប្រតិកម្មខ្ពស់ជាងអ៊ីដ្រូកាបូនប្រភេទផ្សេងដូចដែលមានក្នុងតារាងខាងក្រោម។

Compound	Formula	Relative Activity
Ethylene	$CH_2 = CH_2$	1
Propylene	$CH_3CH = CH_2$	100
Vinyl chloride	$CH_2 = CHCl$	1,400
Carbon monoxide	CO	2,700
Acetylene	$CH \equiv CH$	2,800
Vinyl fluoride	$CH_2 = CHF$	4,300
Propyne	$CH_3C \equiv CH$	8,000
Vinyl methyl ether	$CH_2 = CH\text{-}O\text{-}CH_3$	100,000
1-Butene	$CH_3CH_2CH = CH_2$	270,000
Carbon dioxide	CO_2	300,000

មានកម្មវិធីផ្សេងៗដែលធ្វើឱ្យកើតឧស្ម័នអេទីឡែន ក្នុងនោះក៏ត្រូវបានរកឃើញថាសារធាតុអុកស៊ីនជាអ្នកជំរុញក្នុងការកើតឧស្ម័នអេទីឡែនក្នុងរុក្ខជាតិ (induction of ethylene by auxins)។ Zimmermann and Wilcoxon (1935) ប្រទះឃើញថា អុកស៊ីន (auxin) ជំរុញការផលិតអេទីឡែន បើសិនជាផ្តល់ជាតុអុកស៊ីនលើត្រួយ នឹងធ្វើឱ្យត្រួយកើតអាការខុសប្រក្រតី (epinasty)។ តាមរយៈអ្វីដែលគាត់បានជួប និងការដែលសារធាតុអុកស៊ីន និងអេទីឡែនធ្វើឱ្យមានឥទ្ធិពលលើរុក្ខជាតិស្រដៀងគ្នាច្រើនយ៉ាង ធ្វើឱ្យមានការលើកយោបល់មកថា ប្រតិកម្មលើអុកស៊ីនទាំងនេះកើតដោយសារអេទីឡែន។ ក្នុងឆ្នាំ ១៩៦៤ លោក Morgan and Hall បានបញ្ចេញយោបល់ឱ្យឃើញពីទំនាក់ទំនងដែលស្របគ្នានៃប្រតិកម្មរបស់អុកស៊ីន និងអេទីឡែន ដោយសង្កេតឃើញថាអុកស៊ីនមានសមត្ថភាពក្នុងការជំរុញការកើតអេទីឡែន។ បច្ចុប្បន្នត្រូវបានទទួលស្គាល់ថាអុកស៊ីនជំរុញការបង្កើតអេទីឡែន និងជឿថាក្នុងជាលិការុក្ខជាតិនោះ ការផលិតអេទីឡែនត្រូវគ្រប់គ្រងដោយកម្រិតរបស់អុកស៊ីនដែលមានក្នុងជាលិកានោះ។

ភាពតានតឹងរបស់រុក្ខជាតិក៏អាចធ្វើឱ្យវាផលិតឧស្ម័នអេទីឡែនបានដែរ (stress ethylene production)។ ការដែលប្រទះឃើញរុក្ខជាតិក្នុងភាវៈតានតឹងហើយផលិតអេទីឡែននេះ ធ្វើឱ្យគេប្រើពាក្យថា stress ethylene (អេទីឡែនដែលផលិតឡើងក្នុងពេលរុក្ខជាតិជួបភាពតានតឹង)។ ភាពតានតឹងរបស់រុក្ខជាតិដែលកើតពីកត្តាផ្សេងៗដូចជា សារធាតុគីមីពុល ភាពរាំងស្ងួត ទឹកជន់ ជាតុវិទ្យុសកម្ម ការចូលបំផ្លាញពីសត្វល្អិតចង្រៃ និងជំងឺជាដើម។ កត្តាទាំងនេះជំរុញការផលិតអេទីឡែន ដោយការផលិតអេទីឡែនក្នុងបរិវេណដែលកើតភាវៈតានតឹងដោយកោសិកាមានជីវិត។ ពេលកោសិកាស្លាប់ក៏គ្មានការផលិតអេទីឡែនទៀតទេ។ អេទីឡែនដែលផលិតមកនោះក្នុងការតបស្នងលើភាពតានតឹងជា secondary messenger សម្រាប់ការឆ្លើយតបរបស់រុក្ខជាតិ។

តាំងពីអតីតរហូតមកដល់បច្ចុប្បន្ននេះ មានការសិក្សាជាច្រើនដែលទាក់ទងនឹងអេទីឡែន។ ការពិសោធរឿងដែលទាក់ទងនឹងសណ្តែកដែលមានឈ្មោះថា Pisum (pea) etiolated stem inhibition, swelling and diageotropism induction (triple response) bioassay : សមត្ថភាពរបស់អេទីឡែនក្នុងការរារាំងការពន្លូត និងការបន្ធូរ របស់ផ្នែក epicotyl hook និងជំរុញការលូតលាស់ក្នុងផ្នែកដេក (horizontal growth)។ ការឆ្លើយតបទាំង ៣ បែបនេះអាចប្រើក្នុងការរកបរិមាណអេទីឡែនក្នុងសំណាកនោះផងដែរ។ ការពិសោធម្យ៉ាង

ទៀតក្នុងដើមប៉េងប៉ោះដែលមានឈ្មោះថា Lycopersicon (tomato) leaf and stem epinasty induction : Epinasty ជាអាការពត់កោងចុះក្រោមរបស់ទងស្លឹក (downward bending of petiole) ដោយមុំក្នុងការកោងចុះនេះ អាចប្រាប់ពីបរិមាណរបស់អេទីឡែនដែលបានទទួល។ ការពិសោធ Fruit ripening promotion bioassay : ជាសមត្ថភាពក្នុងការជំរុញឱ្យផ្លែឈើទុំ ពេលដែលប្រើក្នុងការជំរុញឱ្យផ្លែឈើទុំនោះជាសមាមាត្រជាមួយបរិមាណរបស់អេទីឡែនដែលបានទទួល។ ការពិសោធ Gossypium (cotton) debladded cotyledonary petiole abscission bioassay : ជាការវាស់សមត្ថភាពរបស់អេទីឡែនក្នុងការជំរុញការធ្លាក់ជ្រុះ។ មុំរបស់ការជ្រុះនឹងជាសមាមាត្រជាមួយបរិមាណអេទីឡែនដែលមានក្នុងសំណាក (វិធីនេះដូចគ្នាជាមួយ ABA)។

៥.៤ ឥទ្ធិពលនៃអេទីឡែនលើសរីរវិទ្យារបស់រុក្ខជាតិ

១). ការទុំរបស់ផ្លែឈើ (fruit ripening) ជនជាតិអេស៊ីបបុរាណ ប្រើប្រយោជន៍ដោយចៃដន្យពីការដែលមានផលិតអេទីឡែនដោយការកើតដំបៅ ដោយការកាត់ផ្លែល្វា (sycamore fig) ដែលមិនទាន់ទុំដើម្បីជំរុញឱ្យទុំ។ ផ្លែឈើដែលមានសាច់ (fleshy fruit) អាចចែកចេញជា ២ ក្រុមគឺ៖

(១) non-climateric fruit ហើយផ្លែឈើក្នុងក្រុមនេះចែកចេញជា ២ ក្រុមទៀតគឺពួកដែលមានដំណាកដង្ហើមក្នុងរយៈពេលទុំមានដូចជា ក្រូច ក្រូចឆ្មា ជាដើម។ ចំណែកក្រុមទី ២ គឺពួកដែលមានអត្រាការដកដង្ហើមថយចុះបន្តិចម្តងៗពេលទុំ មានដូចជាម្រេចជាដើម។

(២) respiratory climacteric fruits ជាផ្លែដែលលូតលាស់ពេញលេញហើយ (សន្សំអាហារពេញលេញហើយ) អត្រាការសំយោគពន្លឺនឹងថយចុះ អាចជាព្រោះកោសិកាចាស់ វិធីផ្នែកគីមីជីវផ្សេងៗចាប់ផ្តើមថយចុះ តែពេលដែលផ្លែឈើទុំ ការដកដង្ហើមដែលកើតឡើង នឹងថយចុះយ៉ាងឆាប់រហ័ស។ យើងហៅការបន្ថយការដកដង្ហើមយ៉ាងឆាប់រហ័សនេះថា climacteric rise ដូចជា ចេក ស្វាយ ទន្លាប់ ប៉ោមជាដើម។

អេទីឡែនដើរតួនាទីសំខាន់ក្នុងការទុំរបស់ផ្លែឈើប្រភេទ climacteric fruit ដោយបានន័យថាផ្លែឈើទាំងនោះត្រូវពឹងផ្អែកលើអេទីឡែនដើម្បីទុំ។ អេទីឡែនបរិមាណតិចណាស់ត្រឹមតែ 0.1 - 1 μ/L ក៏អាចជំរុញការទុំរបស់ផ្លែឈើបាន។ក្នុងពេលជាមួយគ្នានេះ ផ្លែឈើក្នុងក្រុម non-climacteric fruit មានការផលិតអេទីឡែនតិចណាស់ ហើយមិនបានជំរុញឱ្យកើតការទុំនោះទេ។ ពាក្យថា climacteric នោះពីមុនប្រើសំដៅទៅលើការបន្ថែមការដកដង្ហើមរបស់ផ្លែឈើ តែបច្ចុប្បន្នបានសំដៅទាំងការផលិតអេទីឡែនផងដែរ។ ការផលិតអេទីឡែននឹងថយចុះយ៉ាងខ្លាំងក្នុងផ្លែប៉េងប៉ោះដែលកាត់តែងហ្សែន (transgenic tomato plants) ដោយការបញ្ចេញលក្ខណៈរបស់ antisense gene ដែលសំយោគ ACC oxidase ឬ ACC synthase ដោយ sense gene ដែលផលិត ACC deaninase ដែលធ្វើឱ្យការទុំរបស់ផ្លែឈើយឺតជាងមុន។ តាមរយៈការសិក្សាពីការកាត់តហ្សែន បង្ហាញឱ្យឃើញថាកម្រិតរបស់អេទីឡែនដែលថយចុះនឹងមានទំនាក់ទំនងជាមួយភាពយឺតយ៉ាវរបស់ការទុំនៃផ្លែឈើ។ ថ្មីៗនេះមានការញែកសារធាតុបរិសុទ្ធដែលជាអង់ស៊ីម ACC NMTase ដែលជាអង់ស៊ីមដែលប្តូរ ACC ទៅជា MACC ដែលជាសារធាតុឈឹត ធ្វើឱ្យមានការសិក្សាដាក់ហ្សែនដែលផលិតអង់ស៊ីម ACC N-MTase ដើម្បីបញ្ជូនទៅដល់រុក្ខជាតិក្នុងការធ្វើឱ្យផ្លែទុំយឺតជាងមុន ដូចគ្នាជាមួយករណីរបស់ deaninase gene ដែរ។

២. ការលូតលាស់របស់កូនពូជ (seedling growth) ឥទ្ធិពលដំបូងរបស់អេទីឡែននោះ គឺបង្ហាញឱ្យឃើញក្នុងដើមសណ្តែកបណ្តុះដែលដុះក្នុងទីងងឹត (etiolated pea seedling) ដោយឃើញថាអេទីឡែនរារាំងការពន្លូតនៃដើម ហើយជំរុញការពង្រីកទំហំផ្នែកខាង និងលូតលាស់ផ្នែកទទឹង។ បច្ចុប្បន្នគេជឿថាអេទីឡែន

អាចជំរុញ ឬរារាំងការពន្លូតរបស់ដើម ឫសបាន ហើយវាអាចមានតួនាទីលើការផ្លាស់ប្តូររបស់ក្នាសគ្រោងនៃផ្នែកការតម្រៀបមីក្រូធូប៊ូល (microtubule) និង cellulose microfibril ។ ឥទ្ធិពលនៃអេទីឡែនលើការដុះរបស់ដើមពូជ ដោយការរារាំងការពន្លូតប្រវែងរបស់ផ្នែក hypocotyl ធ្វើឱ្យពត់កឱ្យកោងដូចទំពក់ (hook) ជាលក្ខណៈដែលមានក្នុងធម្មជាតិរបស់រុក្ខជាតិឌីកូទីលេដូន (dicotyledon) ដើម្បីការពារគ្រោះថ្នាក់ឱ្យចុងត្រួយពេលដើមលូតលាស់មកលើដី។ អេទីឡែនក៏ត្រូវបានរុក្ខជាតិប្រើក្នុងការយករួចខ្លួន (survival mechanism) របស់ដើមពូជដែលដុះថ្មីផងដែរ។ ឧទាហរណ៍ដូចជាដើមពូជដែលដុះចេញពីគ្រាប់ តែវាស្ថិតនៅក្នុងដី ដែលមានលក្ខណៈរឹង ធ្វើឱ្យមិនអាចចាក់ធ្លុះដីចេញមកខាងក្រៅបាននោះទេ ឬបើចាក់ត្រង់ៗ នឹងធ្វើឱ្យប៉ះពាល់ដល់ចុងត្រួយ។ វិធីការយករួចខ្លួនរបស់វាគឺ ផលិតឧស្ម័នអេទីឡែនក្នុងបរិវេណចុងជាច្រើន ដែលធ្វើឱ្យចុងត្រួយរបស់វាមានលក្ខណៈកោងជាទំពក់ (hook) ហើយវាប្រើទំពក់នោះចាក់មកខាងលើ ដែលមិនធ្វើឱ្យមានផលប៉ះពាល់ដល់ត្រួយរបស់ដើមវាឡើយ។

៣. ការជ្រុះ (abscission) ជាការញែកគ្នានៃសរីរៈ ឬផ្នែកណាមួយរបស់រុក្ខជាតិចេញពីដើមគោល។ វិធីសាស្ត្រនេះមានសារៈសំខាន់ណាស់ក្នុងវិស័យកសិកម្ម ដោយសារការជ្រុះ និងមិនរបូតរបស់ផ្លែ ផ្កា ឬស្លឹក នឹងធ្វើឱ្យប៉ះពាល់លើផលផលិត និងគុណភាពរបស់វា។ គេជឿជាក់ថា ឧស្ម័នអេទីឡែនមានឥទ្ធិពលដោយផ្ទាល់លើការជ្រុះនៃរុក្ខជាតិ ដោយមានហេតុផល ៣ យ៉ាងដែលបញ្ជាក់ថាឧស្ម័នអេទីឡែនជាអ្នកធ្វើឱ្យផ្នែកណាមួយរបស់រុក្ខជាតិជ្រុះ។

(១) មានការផលិតអេទីឡែនកើនឡើងមុននឹងជ្រុះសរីរៈរបស់រុក្ខជាតិដែលកំពង់ជ្រុះច្រើនប្រភេទ។

(២) ការផ្តល់ឧស្ម័នអេទីឡែន និងសារជាតុបញ្ចេញអេទីឡែនដាក់លើរុក្ខជាតិច្រើនប្រភេទ ហើយលទ្ធផលបង្ហាញថា វាជំរុញការជ្រុះផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិនោះ។

(៣) ការផ្តល់សារជាតុរារាំងការសំយោគអេទីឡែន ឬសារជាតុរារាំងការធ្វើការរបស់អេទីឡែន អាចរារាំងការជ្រុះនៃសរីរៈរុក្ខជាតិ។

៤. ការចេញផ្កា (flowering) មានការរាយការណ៍មកថា ការប្រើផ្សែងភ្លើង អាចជំរុញការចេញផ្ការបស់ម្នាស់ និងស្វាយ តែបន្ទាប់មកសង្កេតឃើញថា ការផ្អាប់ដោយផ្សែងដែលមានឧស្ម័នអេទីឡែន ជាទម្រង់ដែលសំខាន់ក្នុងការជំរុញការចេញផ្កា។ ភាគច្រើនឧស្ម័នអេទីឡែននឹងរារាំងការចេញផ្កា តែក៏មានរុក្ខជាតិខ្លះដែលការប្រើអេទីឡែនហើយទៅជំរុញការចេញផ្កាដូចជា ម្នាស់ ស្វាយ គូលែនជាដើម។

៥. ការចាស់តាមអាយុ (senescence) ជាការបាត់បង់សមត្ថភាពក្នុងការធ្វើប្រតិកម្មដែលទាក់ទងជាមួយការសំយោគសារជាតុផ្សេងៗធ្វើឱ្យកោសិកាស្លាប់ និងជាអំឡុងពេលដែលការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិបន្ទាប់ពីការចាស់ខ្លាំង (full maturity) រហូតដល់រុក្ខជាតិស្លាប់ សង្កេតឃើញពីការបំបែកជាតុនៃពពួកក្លរ៉ូភីល ឬ RNA និងកត្តាផ្សេងៗទៀត។ តាមរយៈការសិក្សាក្នុងរុក្ខជាតិមានផ្កាប្រទះឃើញថា ការផ្តល់អេទីឡែនពីខាងក្រៅនឹងបន្ថែមវិធីសាស្ត្រការចាស់តាមអាយុ និងប្រទះឃើញថា មានការផលិតអេទីឡែនច្រើនឡើងក្នុងអំឡុងការពន្លឿនអាយុ (aging) តែវាមិនមែនមានតែអេទីឡែនប៉ុណ្ណោះទេដែលមានឥទ្ធិពលលើការចាស់របស់រុក្ខជាតិ។ មានការរាយការណ៍ថាក្នុងស្លឹករបស់ Arabidopsis ពួកកើតកម្លាយពូជ គឺគ្មានប្រតិកម្មជាមួយអេទីឡែន (ethylene insensitive) ក៏កើតការចាស់តាមអាយុតែកើតក្នុងអត្រាដែលយឺតជាងដើមធម្មតា។ នោះបង្ហាញឱ្យឃើញថា មិនមែនមានចំពោះតែអេទីឡែនប៉ុណ្ណោះទេដែលចូលមកមានទំនាក់ទំនងជាមួយការចាស់របស់រុក្ខជាតិ។ ក្រៅពីនោះមានការរកឃើញថា មានរុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះដែលគ្មានការផលិតអេទីឡែនកើនឡើងនោះទេ

មុននឹងចាប់ផ្ដើមចាស់ជរា។ ក្នុងករណីនេះអាចកើតដោយសារដើមរបស់វាបន្ថែមប្រតិកម្មទៅលើអេទីឡែន កាន់តែខ្លាំងជាងធម្មតា (increase in sensitivity to ethylene)។

៥.៥ ការនាំយកអេទីឡែនមកប្រើប្រាស់

១. ប្រើក្នុងការបន្ទុំផ្លែឈើឱ្យទុំ ដោយត្រូវប្រើបន្ទប់ ឬទូដែលបិទជិត។ កសិករក្នុងប្រទេសកម្ពុជាយើង ប្រើធ្យូងខ្ចប់ក្រដាសហើយដាក់ក្នុងកងផ្លែឈើក្នុងពាង ហើយបិទគ្របឱ្យជិត។ ពេលសំណើមរបស់ផ្លែឈើហួត ចេញមកខាងក្រៅប៉ះជាមួយឧស្ម័នពីធ្យូង នឹងធ្វើប្រតិកម្មជាមួយឧស្ម័នអាសេធីលីន (acetylene) ដែលអាច ជំរុញឱ្យផ្លែឆាប់ទុំបានដែលឧស្ម័នអេទីឡែនដែរ។

២. ជំរុញការចេញផ្ការបស់ម្នាស់ កសិករដែលដាំម្នាស់ភាគច្រើនតែងតែប្រើសារធាតុដែលមានឈ្មោះថា អេធីហ្វុន (ethephon : 2-chloroethylphosphonic acid) វាជាសារធាតុដែលបំបែកធាតុហើយក្លាយជាឧស្ម័ន អេទីឡែន ក្នុងកន្លែងដែលមានកំហាប់ pH ខ្ពស់ជាង ៣.៥ ជាសារធាតុគីមីដែលកំពុងទទួលការពេញនិយមប្រើ ណាស់សម្រាប់កសិករដែលមានការដាំដុះម្នាស់ក្នុងផ្ទៃដីទាំងតូច ទាំងធំ ដោយសារមានភាពងាយស្រួលក្នុងការ ប្រើខ្ពស់ ព្រោះមានលក្ខណៈជាទឹក ហើយមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់។

៣. បញ្ឈប់ដំណេករបស់មើមដំឡូងបារាំង តាមរយៈការសិក្សារបស់ Rylski et al. (1974) បានសិក្សា ពីឥទ្ធិពលនៃឧស្ម័នអេទីឡែនលើការដាស់ដំណេក និងការដុះពន្លកនៃដំឡូងបារាំង។ លទ្ធផលបានបង្ហាញថាការ ប្រើឧស្ម័នអេទីឡែនបរិមាណ ២ មីក្រូលីត្រ/លីត្រ អាចដាស់ដំណេក និងធ្វើឱ្យដំឡូងបារាំងដុះពន្លកបានល្អបំផុត។

៤. ប្រើបន្ថយភាពស្វិតនៃទងផ្លែឈើប្រភេទខ្លះ ធ្វើឱ្យប្រមូលផលបានដោយងាយ។

សំណួរប្រចាំមេរៀន

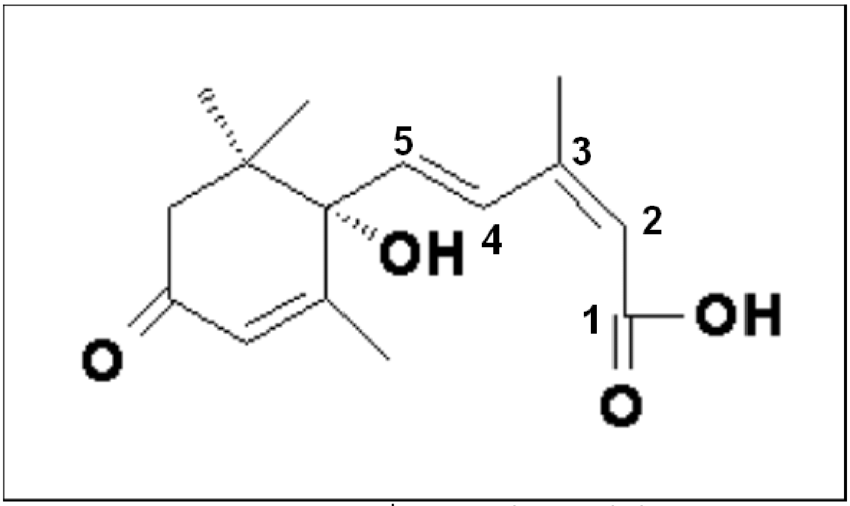
១. ហេតុអ្វីបានជាគិតថាអេទីឡែនមិនមែនជាអរម៉ូន?
២. ចូរលើកឧទាហរណ៍ពីប្រវត្តិការប្រទះឃើញអេទីឡែន។
៣. ចូរសរសេរដៃអាក្រាមការសំយោគអេទីឡែន និងអធិប្បាយ។
៤. ចូរអធិប្បាយទំនាក់ទំនងរវាងអុកស៊ីន និងអេទីឡែន។
៥. "Stress ethylene" សំដៅទៅលើអ្វី?
៦. ចូរលើកឧទាហរណ៍អំពីការសាកល្បងអេទីឡែន។
៧. អេទីឡែនមានឥទ្ធិពលអ្វីខ្លះលើវិធីសាស្ត្រផ្នែកសរីរវិទ្យា និងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ?
៨. អេទីឡែនមានប្រយោជន៍ដូចម្ដេចខ្លះក្នុងវិស័យកសិកម្ម?

មេរៀនទី ៦
សារធាតុរារាំងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ

សារធាតុរារាំងការលូតលាស់រុក្ខជាតិ (plant growth inhibitors) ជាក្រុមសារធាតុដែលអាចរារាំង ឬពន្យារវិធីសាស្ត្រមេតាប៉ូលីស ឬគីមីជីវៈក្នុងដើមរុក្ខជាតិ។ សារធាតុដែលជួយរារាំងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិមានដូចជា អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក (abscisic acid; ABA) សារធាតុ phenolics (ដូចជាពួក cinnamic acide) សារធាតុពពួក lactones (ដូចជា coumarin) ជាដើម។ ភាគច្រើនជាសារធាតុមេតាប៉ូលីសទី ២ ដែលស្តុកក្នុងរុក្ខជាតិ មិនសូវមានតួនាទីក្នុងវិធីសាស្ត្រមេតាប៉ូលីសធម្មតានោះទេ។

៦.១ អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក

អាស៊ីតនេះប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិទូទៅ មានការរារាំងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិធ្ងន់ធ្ងរជាងសារធាតុ phenolics និង lactones តែប្រទះឃើញក្នុងបរិមាណតិចជាង។ អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកជាសារធាតុក្រុម sesquiterpenoid ដែលមានកាបូន ៥ អាតូម ដែលផ្នែកខ្លះអាចផលិតក្នុងក្លរ៉ូប្លាស (chloroplast) និងប្លាសស្ទីត (plastid) ផ្សេងៗ។ វាមានទំនាក់ទំនងជាមួយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិក្នុងផ្នែកការរារាំង និងជំរុញ។ វាដើរតួនាទីជាអ្នកផ្តល់និមិត្តសញ្ញាថារុក្ខជាតិស្ថិតក្នុងសភាវៈតានតឹង (stress) តែវាក៏មានទំនាក់ទំនងក្នុងវិធីសាស្ត្រផ្នែកសរីរវិទ្យាជាទូទៅរបស់រុក្ខជាតិផងដែរ។ ក្រៅពីមានក្នុងរុក្ខជាតិថ្នាក់ខ្ពស់ហើយ វាមានក្នុងរុក្ខជាតិថ្នាក់ទាបដូចជាពពួកម៉ស (moss) សារាយបៃតង (green algae) និងផ្សិត (fungi) ទៀតផង។



រូបភាព ៦.១ ទម្រង់របស់អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក

(**ប្រភព៖** Ma-Lauer, 2021)

៦.២ ប្រវត្តិការរកឃើញអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក

អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក (abscisic acid: ABA) ជាអរម៉ូនរុក្ខជាតិដែលញែកបានជាច្រើនដងកាលពីសម័យអតីត។ អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រដើមឆ្នាំ ១៩៥០ បានញែក (isolate) សារធាតុដែលជាអាស៊ីត (acidic compound) ដោយវាត្រូវបានហៅថាបេតាអ៊ីនហ៊ីបប៊ីទ័រ β-inhibitors ដែលមានក្នុងរុក្ខជាតិ។ គេបានញែក

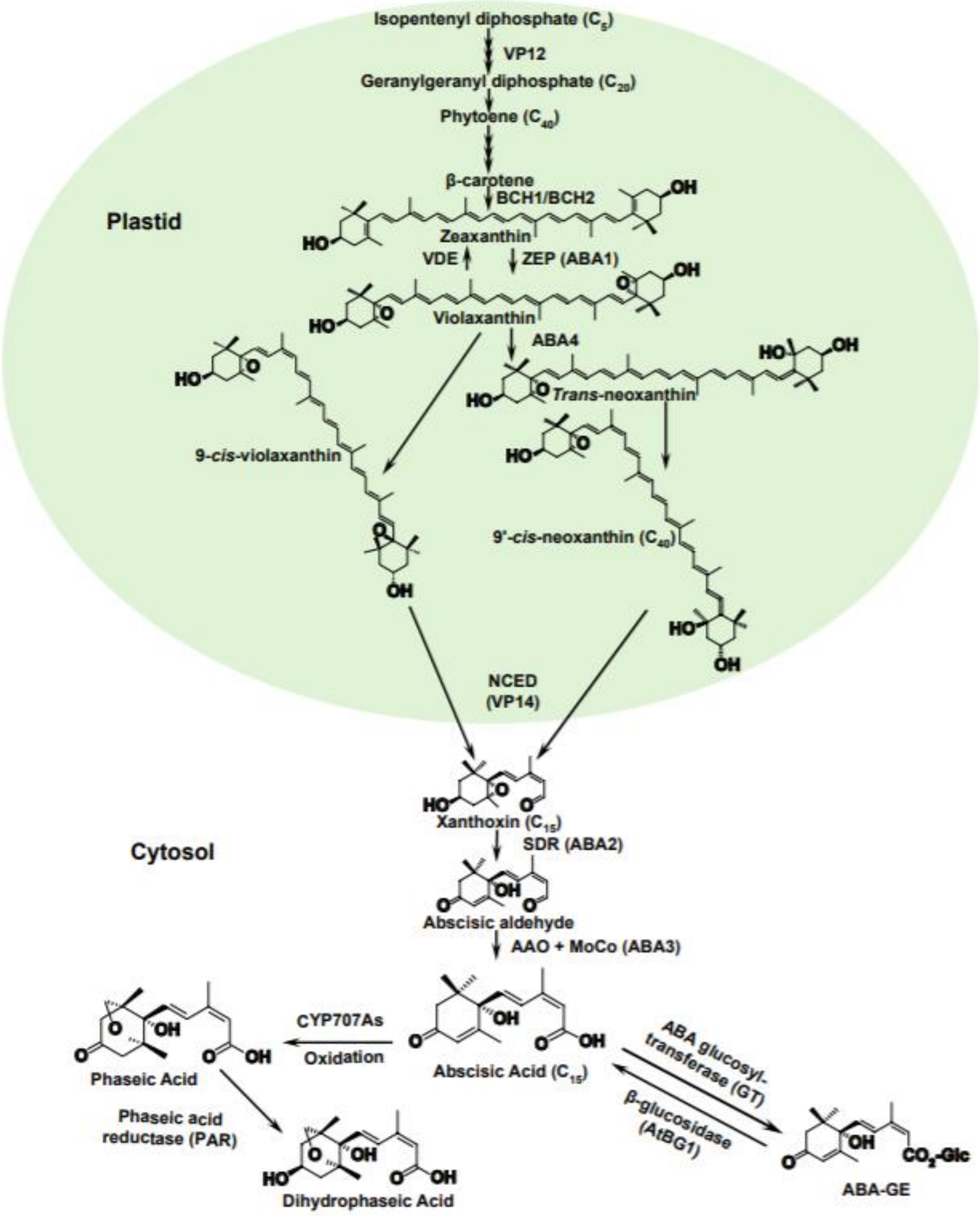
សារធាតុនេះដោយវិធី paper chromatography ហើយបង្ហាញថា សារធាតុ β-inhibitors នេះរារាំងការពន្លូតនៃផ្នែក coleoptile ក្នុងដើមអូត (oat)។

បន្ទាប់មក Liu and Cams (1961) ចម្រាញ់សារធាតុពីផ្លែកប្បាសចាស់ ហើយប្រទះឃើញថា សារធាតុចម្រាញ់នោះអាចជំរុញការជ្រុះនៃទងស្លឹកកប្បាសបាន។ បន្ទាប់មក Addicott et al. (1963) បានចម្រាញ់សារធាតុពីផ្លែកប្បាសខ្ចី ពេលនាំយកសារធាតុនេះទៅដាក់លើផ្លែកប្បាសផ្សេងៗ ធ្វើឱ្យផ្លែនោះជ្រុះ ហើយបានដាក់ឈ្មោះសារធាតុនេះថា abscisin II ។ ក្នុងឆ្នាំបន្ទាប់ដែលមិនយូរប៉ុន្មាននោះ Wareing បានចម្រាញ់សារធាតុរារាំងការលូតលាស់ពីស្លឹករបស់ដើម birch ដែលបានទទួលពន្លឺថ្ងៃខ្លី ហើយពេលដែលផ្តល់សារធាតុនេះទៅដើមតូចរបស់ birch វាអាចរារាំងការលូតលាស់ភ្នែកផ្កាបាន។ គាត់បានស្នើថា វាជាអ្នកជំរុញឱ្យរុក្ខជាតិចូលក្នុងដំណេក ហើយហៅសារធាតុនេះថាដូមិន (dormin)។ បន្ទាប់មកទាំង ២ ក្រុមបានសិក្សាលក្ខណៈទម្រង់ និងគុណសម្បត្តិរបស់សារធាតុទាំង ២ ប្រភេទ ហើយសង្កេតឃើញថាជាសារធាតុតែមួយប្រភេទតែមួយគឺអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក (abscisic)។ ក្រោយពីនោះក៏មានការប្រទះឃើញអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកក្នុងរុក្ខជាតិទូទៅ និងមានឥទ្ធិពលលើរុក្ខជាតិច្រើនយ៉ាង រួមទាំងដំណេកកោសិកា និងការជ្រុះផងដែរ។ បើត្រលប់ទៅកាលពីមុននោះលោក Kockemann (1934) បានរកឃើញសារធាតុ coumarin និង lactone អាចរារាំងការលូតលាស់ ឬការដុះរបស់គ្រាប់បាន។

៦.៣ ការសំយោគអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក

ដូចគ្នាជាមួយអរម៉ូនរុក្ខជាតិប្រភេទផ្សេងដែរ ព្រំដែននៃប្រតិកម្មរបស់សារធាតុ ABA អាស្រ័យទៅលើកំហាប់ដែលស្ថិតក្នុងរុក្ខជាតិជាក់លាក់ណាមួយ និងប្រតិកម្មរបស់ជាលិការុក្ខជាតិនោះមកលើសារធាតុ ABA។ ការសំយោគសារធាតុ ABA ការប្រើប្រាស់ និងការបញ្ជូនសារធាតុនេះក្នុងដើមរុក្ខជាតិ គឺអាស្រ័យទៅលើកំហាប់របស់សារធាតុនេះ។ សម្រាប់ភាវៈរស់ពពួកផ្សិត ការសំយោគសារធាតុ ABA គឺបានផ្ទាល់ពីសារធាតុ farnesyl diphosphate តែសម្រាប់រុក្ខជាតិ សារធាតុ ABA ត្រូវបានសំយោគដោយប្រយោលពី carotinoids ។ ក្នុងរុក្ខជាតិចំណុចដំបូងដែលមានការសំយោគ ABA គឺក្លរ៉ូប្លាស់ (chloroplast) និងគ្រាប់ពណ៌ផ្សេងៗទៀត។ វាចាប់ផ្តើមពីសារធាតុដែលមានកាបូន ៥ អាតូម C_5 = isopentenyl diphosphate (IPP) ដោយវាជាឯកតាតូចបំផុតរបស់អាយសូព្រីន (biological isoprene unit) ដែលជាវត្ថុធាតុដើមដំបូងក្នុងការផលិតសារធាតុស៊ីតូគីនីន (cytokinins) ជីបឺរេលលីន (gibberellin; GAs) stigolactones និង brassionosteroids ។ បន្ទាប់ពីនោះមានការបន្ថែមសារធាតុ IPP ចំនួន ៣ ម៉ូលេគុលទៅកាន់ dimethylally diphosphate ដែលជាសារធាតុមានសម្ព័ន្ធ ២ នៃអ៊ីសូម័ររបស់ IPP ហើយវាផលិតបានជាសារធាតុ geranylgeranyl diphosphate (GGPP) ដែលជាសារធាតុមានកាបូន ២០ អាតូម ហើយវាជាសារធាតុផ្តើមក្នុងការផលិតជាតិពណ៌ពពួក plastidal isoprenoids ដែលរួមមានពពួកការ៉ូទីណូអ៊ីត (carotinoids) ជាដើម។ ជំហានដំបូងក្នុងការសំយោគសារធាតុការ៉ូទីណូអ៊ីតគឺការផលិតសារធាតុដែលមានកាបូន ៤០ អាតូម (C_{40}) ដែលមានឈ្មោះថា phytoene ពីការរួមបញ្ចូលគ្នានៃ GGPP ២ ម៉ូលេគុល ដោយមានអង់ស៊ីមមកជំរុញប្រតិកម្មគឺអង់ស៊ីមហ្វៃតូអ៊ីនស៊ីនថេស (phytoene synthase)។ ដំណាក់កាលនេះត្រូវបានពិចារណាថាជាកដប (bottleneck) ក្នុងវដ្តរបស់ការ៉ូទីណូអ៊ីត (carotenoid pathway)។ ដំណាក់កាលដែលកើតឡើងជាបន្តបន្ទាប់ដែលកើតពីសារធាតុនេះមិនទាន់ឆ្អែត (desaturation) ការផ្លាស់ប្តូរនៃអ៊ីសូម័រ (isomerization) និងវដ្តផ្សេងៗ (cyclization) នាំទៅកាន់ការផលិតសារធាតុផ្សេងទៀតគឺ α- ឬ β-carotene តែមានតែបេតាការ៉ូទីនតែប៉ុណ្ណោះ ដែលនឹងវិវឌ្ឍន៍តាមវិធីមេតាប៉ូលីស

ក្លាយទៅជាអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកតាមរយៈ zeaxanthin ។ ការផលិត zeaxanthin ជាការជំរុញពីអង់ស៊ីម β-carotene hydroxylase ហើយចូលលេខសម្ងាត់ (encode) ដោយហ្សែនដែលមានលក្ខណៈដូចគ្នា ២ (homologous gene) គឺ *BCH1* និង *BCH2* ក្នុងរុក្ខជាតិពួក Arabidopsis ។



រូបភាព ៦.២ ការសំយោគសារធាតុអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក (abscisic acid, ABA) ក្នុងរុក្ខជាតិ
(ប្រភព៖ Li et al. 2017)

យើងអាចបន្សាបសារធាតុ ABA មិនឱ្យមានប្រតិកម្មបាន ២ វិធីគឺ៖ (១) ការប្តូរសារធាតុ ABA ទៅជា abscisyl-β-D-glucopuranoside ដែលជាប្រតិកម្មដែលអាចវិលត្រលប់វិញបាន (return) និង (២) ការប្តូរដោយមិនអាចត្រលប់វិញបាន ដោយប្តូរសារធាតុ ABA ឱ្យក្លាយទៅជា 6-hydroxymethyl ABA, phaseic

acid ឬ 4-dihydrophaseic acid ។ អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកអាចត្រូវបានបន្សាបមិនឱ្យបញ្ចេញប្រតិកម្ម ដោយឱ្យស្ករគ្លុយកូសចូលទៅចាប់ជាមួយក្រុម carboxyl group ក្នុងទម្រង់ដែលធ្វើឱ្យកើត ABA – glucose ester ។ ការចាប់នេះកើតឡើងដូចគ្នាជាមួយសារធាតុ IAA ជីបឺរេលលីន និងស៊ីតូគីនីន។

៦.៤ ការពិសោធទាក់ទងនឹងសារធាតុអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក

Lactuca (lettuce) seed germination inhibition bioassay: អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីករារាំងការដុះរបស់គ្រាប់ផ្លៃថាវដោយទៅរារាំង (stricting) ការពន្លូតខ្លួនរបស់ផ្នែកអ៊ីប៉ូកូទីល (hypocotyl) និងពន្លកឫស (radicle) ភាពធ្ងន់ធ្ងរនៃការរារាំងនឹងធ្វើប្រាប់ពីបរិមាណរបស់អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក។

Gossypium (cotton) petiole abscission bioassay: ជាឥទ្ធិពលនៃអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកក្នុងការជំរុញការជ្រុះរបស់ស្លឹកកប្បាស។ បើសិនជាកើតការជ្រុះកាន់តែខ្លាំងបញ្ជាក់ពីបរិមាណរបស់ ABA ច្រើន។

Oryza (rice) seedling growth inhibition bioassay: អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកនឹងចូលទៅរារាំងការលូតលាស់ទងស្លឹក ប្រវែងស្រទបស្លឹកដែលថយចុះ ជាសមាមាត្រនៃកម្រិតបរិមាណរបស់ ABA។

Commelina (day flower) stomatal closure bioassay: អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកជំរុញការបិទស្តូម៉ាត (stomata) ចំនួន និងកម្រិតការបិទរន្ធស្តូម៉ាត នឹងជាអ្នកប្រាប់ពីបរិមាណរបស់អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកដែលមានក្នុងសភាវៈដែលមានការពិសោធនោះ។

៦.៥ ឥទ្ធិពលនៃសារធាតុអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក

អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកមានតួនាទីសំខាន់ដែលធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិអាចរស់នៅក្នុងពិភពលោកយើងបាន ក្នុងបរិស្ថានដែលមិនសមស្រប។ ការធ្វើការរបស់វា ទាក់ទងនឹងការធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិរួចផុតពីស្ថានភាពមិនសមស្របផ្សេងៗដូចជា ការបន្ថយការបាត់បង់ទឹកក្នុងសភាវៈរាំងស្ងួត ការកើតដំណេកក្នុងអាកាសធាតុត្រជាក់ខ្លាំងជាដើម។ ដោយយើងអាចសរុបពីតួនាទីរបស់អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកដែលមានឥទ្ធិពលលើរុក្ខជាតិរួមមាន៖

១. បិទរន្ធស្តូម៉ាត (stomatal closure): ដោយយើងដឹងហើយថាអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក (abscisic acid) មានសារៈសំខាន់ណាស់ក្នុងការគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដែលផលិតឡើងក្នុងសភាវៈតានតឹង (stress induced plant growth substance)។ ការប្រើអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកនឹងធ្វើឱ្យស្តូម៉ាតបិទក្នុងលក្ខណៈដែលមានពន្លឺ និងបិទរហូតដល់អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកនឹងបាត់បង់អស់។ ដោយការប្រើបច្ចេកទេស immunoassay អាចរកបរិមាណរបស់អាស៊ីត ABA ដែលមានបរិមាណតិចបំផុតបាន ហើយបានសង្កេតឃើញថា ក្រោយពីកើតភាវៈតានតឹងដោយសារការបាត់បង់ទឹក។ កម្រិតរបស់អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកក្នុងកោសិកាការពារ (guard cell) នឹងកើនឡើង ២០ ដង។ ឫសដែលកើតភាវៈតានតឹងនឹងផលិតអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកដែលអាចបញ្ជូនទៅកាន់គ្រប់ផ្នែកនៃដើម។ ពេលទឹកមានបរិមាណតិច ចុងឫសនឹងកើតសភាវៈតានតឹង និងផលិតអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក ដែលត្រូវបញ្ជូនទៅកាន់ស្លឹក និងធ្វើឱ្យស្តូម៉ាតបិទ ធ្វើឱ្យបន្ថយការបាត់បង់ទឹក និងការសំយោគពន្លឺ (photo-synthesis) ដោយវិធីនេះជាដំណើរការនៃការយករួចខ្លួនរបស់រុក្ខជាតិ។ ពេលដែលរុក្ខជាតិបានទទួលពន្លឺធម្មតានឹងមានការដឹកជញ្ជូននៃប៉ូតាស្យូមចូលទៅក្នុងកោសិកាដោយការបូមអ៊ីយ៉ុងប៉ូតាស្យូមដែលត្រូវប្រើថាមពល (ATP-dependent pump for K^+) ដែលនៅក្នុងភ្នាសកោសិការបស់កោសិកាការពារ (cell membrane of guard cell)។ ក្នុងអំឡុងពេលជាមួយគ្នានោះ អ៊ីយ៉ុងរបស់អ៊ីដ្រូសែន និងអាស៊ីតសរីរាង្គដូចជា អាស៊ីតម៉ាលិក (malic acid) នឹងត្រូវបានបញ្ជូនចេញមកខាងក្រោមកោសិកា។ មូលហេតុនេះធ្វើឱ្យតម្លៃប៉ូតង់ស្យែលអូស្មូស

(osmosis potential) មានតម្លៃក្រោមសូន្យឬជាប់ដកនៅក្នុងកោសិកា ដែលទៅបន្ថយតម្លៃប៉ូតង់ស្យែល ដែលជាមូលហេតុធ្វើឱ្យទឹកហូរចូលទៅក្នុងកោសិកាការពារ (guard cell) ធ្វើឱ្យកោសិកាប៉ោងហើយបិទស្តូម៉ាត។ ពេលដែលរុក្ខជាតិកើតភាពតានតឹង អាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីកនឹងធ្វើឱ្យអ៊ីយ៉ុងប៉ូតាស្យូមចេញពីកោសិកាការពារ ហើយអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូសែន និងអាស៊ីតសរីរាង្គនឹងចូលទៅក្នុងកោសិកាការពារដែលបាត់បង់ទឹកធ្វើ ឱ្យស្តូម៉ាតបិទ ពេលស្តូម៉ាតបើកហើយ អាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីកក៏នៅតែទៅការពារការបើករបស់ស្តូម៉ាតដែលកើតពីការជំរុញរបស់ពន្លឺដោយការចូលទៅរារាំងវិធីសាស្ត្រដែលបានលើកមកហើយនោះ រហូតដល់អាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីកត្រូវបានបាត់បង់អស់ជាមុន។

២. ការការពារសភាវៈតានតឹងដែលកើតពីអំបិល និងសីតុណ្ហភាព (defense against salt and temperature stress) : កម្រិតរបស់អាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីកនឹងកើនឡើង ក្នុងលក្ខណៈឆ្លើយតបទៅនឹងភាពតានតឹងដែលកើតឡើងដោយអំបិល ភាពត្រជាក់ និងសីតុណ្ហភាព។ កត្តាភាពតានតឹងនីមួយៗមានឥទ្ធិពលធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិកើតអាការខ្វះទឹក។ មានអ្នកស្នើការសន្និដ្ឋានមកថា អាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីកនឹងត្រូវបានគ្រប់គ្រងក្នុងកម្រិតការផលិត mRNA និងក្រោយពីការកើនឡើងនៃអាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីក នឹងមានការសម្របខ្លួននៃការបញ្ចេញលក្ខណៈរបស់សែន (gene expression) ក្នុងដើមរុក្ខជាតិដែលកើតភាពតានតឹង និងសង្កេតឃើញថាការផ្តល់អាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីកពីខាងក្រៅកោសិកាអាចធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិធន់ទ្រាំលើភាពខូចខាតពីទឹកកកដែលកោះលើដើម (frost) និងអំបិលដែលមានបរិមាណច្រើនហួសកំណត់បាន។

៣. ការកើតដំណេក (dormancy) ក្នុងរយៈដំបូង ប្រទះឃើញថា ក្នុងសភាវៈពន្លឺខ្លី កម្រិតរបស់អាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីកក្នុងស្លឹកមានការកើនឡើង ធ្វើឱ្យការកើតដំណេក និងការផ្តល់អាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីកលើភ្នែកធ្វើឱ្យវាចូលដំណេក។ មានការសិក្សាជាច្រើនដែលបង្ហាញឱ្យឃើញថា ការផ្តល់សារធាតុ ABA ទៅផ្នែកខាងក្រៅរបស់រុក្ខជាតិ នឹងជំរុញដំណេករបស់គ្រាប់រុក្ខជាតិច្រើនប្រភេទ។

៤. ការជ្រុះ ការដុះរបស់គ្រាប់ និងការលូតលាស់ (abscission, seed germination and growth) ដំបូងមានការស្នើសេចក្តីសន្និដ្ឋានថា អាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីកធ្វើឱ្យកើតការជ្រុះរបស់ស្លឹក ផ្លែ និងផ្កា។ តែក្នុងបច្ចុប្បន្នបានទទួលស្គាល់ថាមិនមែនជារឿងពិតទេ។ មានការប្រមូលទិន្នន័យដែលទាក់ទងនឹងឥទ្ធិពលនៃអេទីឡែន និងអាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីកលើការជ្រុះផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិ ហើយសរុបបានថា អាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីកគ្មានឥទ្ធិពលដោយផ្ទាល់លើការជ្រុះនោះទេ។ អាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីកអាចធ្វើតួនាទីដោយប្រយោល ដោយធ្វើឱ្យកើតការអន់ថយទៅតាមអាយុមុនកំណត់ (premature senescence) និងមានឥទ្ធិពលធ្វើឱ្យកើតការផលិតអេទីឡែនកើនឡើង ដែលជាការជំរុញឱ្យហ្សែនជាច្រើនមានទំនាក់ទំនងជាមួយការជ្រុះ។

មានការទទួលស្គាល់ថា អាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីកមានឥទ្ធិពលលើវិធីសាស្ត្រផ្សេងៗយ៉ាងទូលំទូលាយ ទាំងផ្នែកសរីរវិទ្យា ជីវគីមី និងកម្រិតម៉ូលេគុលនៅក្នុងគ្រាប់រុក្ខជាតិ។ អាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីកមានបរិមាណច្រើនក្នុងគ្រាប់រុក្ខជាតិទូទៅដែលកំពុងអភិវឌ្ឍន៍។ តែយ៉ាងណាក៏ដោយក៏មិនដឹងច្បាស់ពីតួនាទីដោយផ្ទាល់របស់អាស៊ីតអែប-ស៊ីស៊ីកក្នុងវិធីសាស្ត្រទាំងនេះ។ អាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីក និងសារធាតុរារាំងការលូតលាស់ផ្សេងៗក៏មានទំនាក់ទំនងជាមួយបាតុភូតអាលីឡូផាធី (allelopathy) របស់រុក្ខជាតិផងដែរ។

សំណួរប្រចាំមេរៀន

១. សារធាតុដើមដែលជាវត្ថុធាតុដើមក្នុងការសំយោគអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកគឺជាអ្វី?
២. អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកមានតួនាទីសំខាន់ក្នុងការរស់នៅរបស់រុក្ខជាតិដូចម្ដេចខ្លះ?
៣. អាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកក្នុងរុក្ខជាតិត្រូវបានផលិតឡើងច្រើនពេលរុក្ខជាតិស្ថិតក្នុងសភាវៈណា?
៤. ការបន្សាបឥទ្ធិពលនៃអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីកមាន ២ វិធី ចូរអធិប្បាយវិធីនីមួយៗ។

មេរៀនទី ៧
សារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ

សារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ (plant growth retardants) មិនត្រូវបានផលិតឡើងក្នុងធម្មជាតិនោះឡើយ តែជាសារធាតុដែលមនុស្សផលិតដោយការចម្លងពីវិធីសាស្ត្រប្រតិកម្មរបស់អរម៉ូនរុក្ខជាតិ ដើម្បីប្រើក្នុងវិស័យកសិកម្ម ក្នុងការពន្យារការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ។ សារធាតុក្នុងក្រុមនេះមានច្រើនប្រភេទណាស់ តែសារធាតុដែលស្គាល់ភាគច្រើន និងនិយមប្រើប្រាស់គឺ ក្រុមដែលបន្ថយការសំយោគសារធាតុជីបឺរេលលីន តែក៏មានសារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិផ្សេងៗទៀតជាច្រើនដែលប្រើពន្យារការលូតលាស់ដោយវិធីផ្សេងដែលមិនមែនជាការសំយោគសារធាតុជីបឺរេលលីន។

៧.១ ក្រុមសារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ

១. សារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដែលជាក្រុមបន្ថយការផលិតសារធាតុជីបឺរេលលីន (gibberellin biosynthesis inhibitors) រួមមាន៖

១.១ ក្រុមសារធាតុអូនៀម (Onium compound) សារធាតុក្រុមនេះមានច្រើនប្រភេទរួមមាន chlormequat chloride (Cycocel, CCC), mepiquat chloride, AMO-1618, phosphon D រួមទាំង piperidium bromide ហើយសារធាតុដែលប្រើច្រើនជាងគេគឺ Cycocel និង mepiquat chloride ។ ប្រតិកម្មនៃសារធាតុក្រុមអូនៀមនេះគឺ បន្ថយការកើត cyclization របស់ geanylgeranyl pyrophosphate កុំឱ្យក្លាយទៅជា Copallyl pyrophosphate ។ វាធ្វើឱ្យកើតការបន្ថយការផលិតសារធាតុជីបឺរេលលីន។ រុក្ខជាតិដែលបានទទួលសារធាតុក្រុមអូនៀមនឹងមានថ្នាំងខ្លី និងស្លឹកក្រាស់ពណ៌បៃតងជាស្លឹកធម្មតា។ ពេលដែលការលូតលាស់ត្រូវបានបន្ថយ ក៏អាចធ្វើឱ្យកើតប្រយោជន៍ផ្សេងទៀតផងដែរ។ តាមរយៈការសិក្សាកន្លងមកបានបង្ហាញថា សារធាតុក្រុមអូនៀមធ្វើឱ្យការធ្វើស្មើសំយោគកើនឡើង បង្កើនការធន់ទ្រាំជាមួយអាកាសធាតុរាំងស្ងួត តែក៏នៅមិនទាន់ច្បាស់ជាក់លាក់នៃលទ្ធផលនៅឡើយទេ។ ការធន់ទ្រាំជាមួយអាកាសធាតុរាំងស្ងួតអាចកើតពីការបន្ថយផ្ទៃនៅលើស្លឹកដែលទទួលឥទ្ធិពលពីសារធាតុអូនៀម ធ្វើឱ្យផ្ទៃស្លឹកដែលបំភាយចំហាយទឹកមានការថយចុះ ធ្វើឱ្យអត្រាការបាត់បង់ទឹកថយចុះតាមដែរ។ សារធាតុ CCC ជំរុញឱ្យបិទរន្ធស្តូម៉ាត (stomata) ដែលជាការពន្យារការបំភាយចំហាយទឹក។ ក្រៅពីនេះសារធាតុក្រុមអូនៀមធ្វើឱ្យមានការរក្សាទុកសារធាតុដូចជា អាស៊ីតអាមីណូ (amino acid) ស្ករ (sugar) ដែលជាសារធាតុដែលធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិរក្សាភាពប៉ោងនៃកោសិកាបានល្អក្នុងលក្ខណៈដែលតម្លៃប៉ូតង់ស្យែលរបស់ទឹក (water potential) ក្នុងស្លឹកធ្លាក់ចុះ។ រុក្ខជាតិដែលបានទទួលសារធាតុអូនៀមអាចធន់ទ្រាំជាមួយភាពតានតឹងពីភាវៈគ្មានជីវិត (abiotic stress) ផ្សេងៗដូចជា អំបិល សីតុណ្ហភាព និងភាពតានតឹងពីភាវៈតានតឹងពីមានជីវិត (biotic stress) ដូចជាសត្វល្អិតចង្រៃ មេរោគ និងណេម៉ាតូតជាដើម។

១.២ ក្រុមផៃរីឌីន (pyridines) សារធាតុក្នុងក្រុមនេះ ២ ប្រភេទដែលមានការប្រើប្រាស់យ៉ាងទូលំទូលាយគឺ ancymidol និង flurprimidol ។ វិធីសាស្ត្រក្នុងការកើតប្រតិកម្មដំបូងរបស់សារធាតុក្រុមនេះគឺការរារាំងសារធាតុ cytochrome P-450 ដែលគ្រប់គ្រងការកើតប្រតិកម្ម oxidation របស់ kaurene ក្លាយទៅជា kaurenoic acid ក្នុងការសំយោគជីបឺរេលលីន។ ក្រៅពីនោះ វាអាចចូលទៅធ្វើឱ្យកើតផលរំខាននៃការសំយោគពន្លឺ តែមិនធ្វើឱ្យការប្រើប្រាស់ទឹកក្នុងរុក្ខជាតិថយចុះ។

១.៣ ក្រុមត្រៃអាសូល (triazoles) ជាក្រុមដែលមានសមត្ថភាពក្នុងការបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិខ្ពស់ណាស់។ សារធាតុក្រុមនេះដែលត្រូវបានប្រើយ៉ាងទូលំទូលាយរួមមានផាក្លូប៊ុត្រាសូល (paclotutazol), uniconazol, triapenthenol, BAS 111 និង LAB 150 978 ។ សារធាតុត្រៃអាសូលបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដោយការរារាំងការសំយោគសារធាតុ sterol បន្ថយបរិមាណអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក អេទីឡែន និងសារធាតុ IAA និងបន្ថែមបរិមាណសារធាតុស៊ីតូគីនីន។ ទោះបីជាមានការប្រទះឃើញការបង្កើនចំនួនក្លរ៉ូភីលរបស់រុក្ខជាតិពេលបានទទួលសារធាតុត្រៃអាសូល តែវាក៏មានឥទ្ធិពលដោយផ្ទាល់លើការធ្វើរស្មីសំយោគរបស់រុក្ខជាតិត្រឹមតិចតួចប៉ុណ្ណោះ។ វាមានឥទ្ធិពលដោយប្រយោលលើប្រតិកម្មការសំយោគពន្លឺ ដោយរុក្ខជាតិដែលបានទទួលសារធាតុត្រៃអាសូល នឹងធន់ទ្រាំជាមួយភាពតានតឹងដែលកើតពីទឹក និងស្ពាន់ធ័រអុកស៊ីត (SO_4) ដែលជាការធ្វើឱ្យកើតភាពធន់ទ្រាំលើភាពតានតឹងរបស់សារធាតុក្រុមត្រៃអាសូលនោះ ជាការបន្ថែមបរិមាណ ឬបន្ថែមសកម្មភាពរបស់សារធាតុអង់ទីប៉ីយូទិច (antioxidant) ក្នុងដើមរុក្ខជាតិ។ សារធាតុត្រៃអាសូលមានឥទ្ធិពលលើការបន្ថយបរិមាណនៃប្រជាករសេត្វល្អិត តែមិនដឹងពីមូលហេតុច្បាស់លាស់នោះទេ។

១.៤ សារធាតុក្រុមផ្សេងៗ៖

(១) tetcyclacis ជាសារធាតុក្រុមដឺរីវេធីវ (derivative) របស់ norbornenodiazetine។ សារធាតុក្រុមនេះនឹងទៅបន្ថយអត្រាការសំយោគសារធាតុជីបឺរេលលីន ដោយការចូលទៅបន្ថយប្រតិកម្ម microsomal oxidation របស់ kaurene ឱ្យក្លាយទៅជា kaurenoic acid។

(២) សារធាតុ tetcyclacis បន្ថយការសំយោគសារធាតុ sterol និងជាទូទៅមានឥទ្ធិពលដូចគ្នាជាមួយសារធាតុក្រុមត្រៃអាសូល។

(៣) Prohexadione calcium : មានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ។ ជាទូទៅគឺរារាំងសារធាតុ 3 β-hydroxylation របស់ GA_{20} ឱ្យក្លាយជា GA_1 និងរារាំង 2 *B* hydroxylation របស់ GA_1 ទៅជា GA_8។

(៤) Inabenfide : ជាសារធាតុក្រុម anilide derivative របស់ isonicotinic acid រារាំងការសំយោគសារធាតុជីបឺរេលលីន ដោយចូលទៅរារាំងប្រតិកម្ម oxidative conversion របស់ kaurene ឱ្យក្លាយទៅជា kaurenoic acid។

២. សារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដែលមិនបានរារាំងការសំយោគជីបឺរេលលីន (growth retarding compounds not inhibiting gibberellin biosynthesis)៖

២.១ ក្រុមម៉ហ្វេកទិន (morphactins) ជាក្រុមសារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដែលរួមផ្សំទៅដោយសារធាតុ fluorine, fluorine-9-carboxylic acid និង chlorflurenol ។ សារធាតុក្រុមនេះមានឥទ្ធិពលលើការកើតរូបរាង (morphologically active substances) ទើបបានឈ្មោះថា morphactins។ ជាទូទៅសារធាតុក្រុមនេះនឹងពន្យារការលូតលាស់ ក្នុងពេលដែលជីបឺរេលលីនជាអ្នកជំរុញ។ តាមរយៈការសិក្សាសង្កេតឃើញថា សារធាតុនេះមិនបានរារាំងការសំយោគសារធាតុជីបឺរេលលីននោះទេ តែវាធ្វើការក្នុងលក្ខណៈប្រជែង (competitive antagonists)។ សារធាតុម៉ហ្វេកទិនមានឥទ្ធិពលលើវិធីសាស្ត្រផ្នែកសរីរវិទ្យាយ៉ាងធំទូលាយ។

២.២ សារធាតុដាយគូលេក (Dikegulac) វិធីសាស្ត្រធ្វើការរបស់សារធាតុនេះគឺ ការរារាំងពន្លកត្រួយ (apical dominance) ធ្វើឱ្យកើតការបែកខ្នែងផ្នែកខាង។ កោសិកាដែលកំពុងចំណែកនឹង

មានភាពទន់ខ្សោយចំពោះសារធាតុនេះ តែកោសិកាដែលគ្មានសកម្មភាព (stationary cell) នឹងបានទទួលផលប៉ះពាល់តិចជាង បច្ចុប្បន្ននៅមិនទាន់ដឹងពីវិធីសាស្ត្រការធ្វើការច្បាស់លាស់ពីសារធាតុនេះនៅឡើយទេ។

២.៣ សារធាតុម៉ាលេអ៊ិកហៃដ្រាសាយ (maleic hydrazide) ជាសារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដែលចូលទៅរារាំងការចំណែកកោសិកា ដោយទៅបង្កើតផលរំខានដល់ការផលិត uracil ។

២.៤ សារធាតុមេហ្វ្លូអ៊ីដាយ និង អាមីដូក្លូ (mefluidide and amidochlor) ជាសារធាតុក្នុងក្រុម acetamide ដែលមានតួនាទីក្នុងការបន្ថយការលូតលាស់របស់ស្មៅ តែមិនដឹងពីវិធីសាស្ត្រការធ្វើការរបស់វានៅឡើយទេ។

២.៥ សារធាតុស៊ីមេថាខាប (Cimetacarb) ជាសារធាតុដែលអាចបន្ថយការលូតលាស់របស់ពពួកស្មៅក្នុងសួនច្បារបាន តែមិនដឹងពីវិធីធ្វើការរបស់វានៅឡើយទេ។

២.៦ សារធាតុស្រដៀងអាស៊ីតខ្លាញ់ (fatty acid derivatives) ដូចជា fatty alcohols (chain length 8-10), methyl esters (chain length 8-12)។ សារធាតុក្រុមនេះអាចបន្ថយកម្ពស់របស់រុក្ខជាតិដោយវិធីសាស្ត្រដែលមិនទាន់ដឹងច្បាស់លាស់នោះទេ។ សារធាតុផ្សំនៃ methyl esters របស់អាស៊ីតខ្លាញ់ ដែលផលិតចេញមកលក់ដូរនោះ មានការរាយការណ៍ថាអាចធ្វើការបែកមែកផ្នែកខាងកើនឡើង និងរារាំងការលូតលាស់របស់ដើម។

៧.២ ការប្រើសារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ

ការគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដែលជាការគ្រប់គ្រងទំហំដើមមានសារៈសំខាន់ណាស់សម្រាប់វិស័យកសិកម្ម។ សម្រាប់រុក្ខជាតិយកផ្កាជាច្រើនដែលចាំបាច់ក្នុងការរារាំងទំហំដើម ដើម្បីងាយស្រួលក្នុងការលក់ដូរ តែត្រូវធ្វើដោយមិនប៉ះពាល់លើគុណភាពផ្នែកសម្រស់របស់ដើមឈើទាំងនោះ។ កម្ពស់ដែលសមស្របសម្រាប់ឈើលម្អក្នុងផើងភាគច្រើនគឺ ២០ ទៅ ២៥ សង់ទីម៉ែត្រ តែវាក៏មានភាពខុសគ្នាដោយអាស្រ័យទៅលើទំហំរបស់ផើង តម្រូវការទីផ្សារ និងប្រភេទរបស់រុក្ខជាតិ។ កត្តាសំខាន់ក្នុងការប្រើសារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដើម្បីបន្ថយទំហំរបស់រុក្ខជាតិគឺ ត្រូវច្បាស់ក្នុងចិត្តជាមុនសិនថាគ្មានផលប៉ះពាល់លើគុណភាពរបស់រុក្ខជាតិ និងគុណភាពក្រោយប្រមូលផល។ សារធាតុគ្រប់គ្រងទំហំរបស់រុក្ខជាតិមានការប្រើមកច្រើនឆ្នាំហើយក្នុងការគ្រប់គ្រងទំហំ រូបរាង និងគុណភាពរបស់ឈើលម្អ។ បច្ចុប្បន្នមានការប្រើសារធាតុ CCC, ancymidol និង paclobutrazol យ៉ាងទូលំទូលាយក្នុងរុក្ខជាតិពពួក poinsettias និង chrysanthemum សារធាតុពពួក uniconzol, tetcyclasis ក៏អាចប្រើបាន។

ការប្រើសារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់កូនពូជ ឬប្រើសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ដើមឈើធំក្នុងបច្ចុប្បន្នពុំសូវមានច្រើននោះទេ ទោះជាអាចប្រើបានក៏ដោយ។ ច្រើនឆ្នាំបន្ទាប់មកនេះមានចំណាប់អារម្មណ៍ក្នុងការប្រើសារធាតុបន្ថយការលូតលាស់មកជំនួសការកាត់ស្មៅក្នុងសួនច្បារ ព្រោះអាចបន្ថយកម្លាំងពលកម្ម ថ្លៃសាំង និងឧបករណ៍ សម្ភារៈក្នុងការកម្ចាត់ស្មៅ។ មានការពិសោធសារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិច្រើនប្រភេទក្នុងការគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ថ្នាលស្មៅហើយលទ្ធផលបានបង្ហាញឱ្យឃើញថាសារធាតុ paclobutrazol, flurprimidol, mefluidide និង amidochlor បានផលល្អបំផុត តែមានបញ្ហាត្រង់ចំណុចវាផ្តល់លទ្ធផលមិនជាក់លាក់ ធ្វើឱ្យស្មៅពុល និងធ្វើឱ្យសមត្ថភាពក្នុងការវិលត្រលប់មកកាន់ភាពដើមវិញរបស់ដើមស្មៅថយចុះ ដែលត្រូវកែប្រែមុននាំយកមកប្រើប្រាស់។

មួយចំណុចទៀតដែលសំខាន់គឺ ការប្រើសារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិគ្រប់គ្រងការបាក់របស់ដើមធញ្ញជាតិដូចជា ស្រូវ ស្រូវសាលី ស្រូវបាលេជាដើម។ ការបាក់ និងដួលរលំជាបញ្ហាធ្ងន់ធ្ងរដែលរាំងផលផលិត និងគុណភាពរបស់ដំណាំទាំងនោះ។ ការប្រើសារធាតុបន្ថយការលូតលាស់នឹងជួយបន្ថយការដួលរលំ និងដាក់ដើម ជាការជួយឱ្យការប្រមូលផលបានងាយ សារធាតុទាំង ២ ប្រភេទដែលប្រើយ៉ាងទូលំទូលាយរួមមាន CCC និង ethephon ។ សារធាតុផ្សេងៗទៀតក៏អាចប្រើបានផលល្អដែរដូចជា maleic hydrazide ជាសារធាតុដែលរារាំងការបែកពន្លក (sprout inhibitor) ក្នុងខ្ទឹមបារាំង និងដំឡូងបារាំងក្នុងអំឡុងពេលស្តុកទុក។ ទាំងសារធាតុ paclobutrazol និង uniconazol អាចបន្ថែមផលផលិតប៉េងប៉ោះដែលដាំដោយវិធីការបណ្ដុះកូន។ សារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិនោះ អាចប្រើបានច្រើនផ្នែកសម្រាប់រុក្ខជាតិពពួកបន្លែ តែបច្ចុប្បន្នមានការប្រើប្រាប់តិចណាស់។

ការប្រើសារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិលើការគ្រប់គ្រង ទំហំ និងរូបរាងរបស់ឈើហូបផ្លែជម្រុះស្លឹក និងរុក្ខជាតិជម្រុះស្លឹកជាកត្តាសំខាន់។ ការគ្រប់គ្រងទំហំដើមរបស់ឈើហូបផ្លែទាំងនេះអាចធ្វើបានច្រើនវិធី។ ការប្រើវិធីសាស្ត្របែបកសិកម្ម (cultural practice) ដើម្បីគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ឈើហូបផ្លែជម្រុះស្លឹក និងផ្លែឈើសំបករឹង (nut) នោះមានការលំបាកច្រើន ព្រោះមានការផ្លាស់ប្តូរជាច្រើនក្នុងការផលិតរុក្ខជាតិដែលមានអាយុច្រើនឆ្នាំ។ ក្នុងឆ្នាំ ១៩៦០ មានការចាប់ផ្ដើមចាប់អារម្មណ៍ក្នុងការប្រើសារធាតុគីមីគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ឈើហូបផ្លែដែលចាប់ផ្ដើមដោយការប្រើសារធាតុ daminozide ដែលអាចរារាំងការលូតលាស់របស់ដើម និងអាចជំរុញការកើតត្នែកផ្កា (flower bud) ធ្វើឱ្យមានការចេញផ្កាកើនឡើងសម្រាប់ការដាំដើមប៉ម សារី និងឆឺរី។ ក្នុងឆ្នាំ ១៩៨៩ សារធាតុ daminozide ត្រូវបានបញ្ឈប់ការប្រើប្រាស់ក្នុងសហរដ្ឋអាមេរិកទាក់ទងនឹងការបញ្ហាសុខភាព និងបរិស្ថាន។ តាមរយៈការសិក្សាថ្មីៗនេះបានបង្ហាញឱ្យឃើញថា សារធាតុ paclobutrazol ក៏ប្រើបានផលល្អក្នុងការរារាំងការលូតលាស់របស់ឈើហូបផ្លែប្រភេទជម្រុះស្លឹក ហើយវាជួយបន្ថែមការផលិតត្នែកផ្កាផងដែរ។ សារធាតុ paclobutrazol អាចប្រើក្នុងការជម្រុះផ្លែតូចៗ (fruitlet abscission) ពេលប្រើក្នុងអំឡុងពេលដែលផ្ការីកពេញលេញ (full bloom) ឬមុននោះបន្តិចបន្តួច។

សារធាតុពពួក triazoles គ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិប្រភេទគ្រាប់រឹង (nut) បានផលល្អក្នុងរយៈដើមតូច និងដើមដែលធំពេញលេញហើយ។ សារធាតុពពួក paclobutrazol អាចរារាំងការលូតលាស់របស់ដើមទំពាំងបាយជូរ ដោយមិនធ្វើឱ្យកើតផលប៉ះពាល់លើផលផលិត និងគុណភាពរបស់ផ្លែ ហើយវាធ្វើឱ្យមានការលូតលាស់ចំពោះត្នែកដែលស្ថិតក្នុងដំណេក។ សម្រាប់ការដាំក្រូចដែលនិយមដាំក្នុងផ្ទៃដីដែលមានបរិមាណដើមច្រើន ព្រោះបានផលឆាប់រហ័ស តែក៏ត្រូវគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ផងដែរ។ បច្ចុប្បន្នវិធីការគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដែលត្រូវបានទទួលស្គាល់មានមិនច្រើនវិធីនោះទេ។ ការប្រើសារធាតុ paclobutrazol ជាវិធីមួយដែលបានផលល្អក្នុងឈើហូបផ្លែពពួកដើមពូជរបស់ក្រូចតេងជឺឡូ (tangelo seddling) ក្រូចជូរ (sour orange seedling) និងដើមក្រូច (lemon tree)។

ដូច្នេះយើងអាចសរុបពីការប្រើសារធាតុការរារាំងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ អាចប្រើក្នុងវិស័យ-កសិកម្មគឺ ប្រើដើម្បីរារាំងកម្ពស់លើដើមរុក្ខជាតិដែលនិយមប្រើសម្រាប់រុក្ខជាតិលម្អក្នុងផើង។ ម្យ៉ាងទៀតគេប្រើសារធាតុពពួកនេះដើម្បីរារាំងការបាក់ និងដួលរលំរបស់រុក្ខជាតិពពួកធញ្ញជាតិដូចជាពពួកស្រូវជាដើម។ ហើយគេក៏ប្រើសារធាតុរារាំងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិក្នុងការជំរុញឱ្យរុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះចេញផ្លែផងដែរ។

សំណួរប្រចាំមេរៀន

១. ចូរលើកឧទាហរណ៍ពីសារធាតុរាំងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដែលរាំងការសំយោគសារធាតុ GA មកចំនួន ៣ ប្រភេទ។

២. Paclobutrazol ចាត់ទុកជាសារធាតុរាំងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិក្នុងក្រុមណា ? ហើយអាចយកទៅប្រើប្រយោជន៍អ្វីខ្លះសម្រាប់រុក្ខជាតិ ?

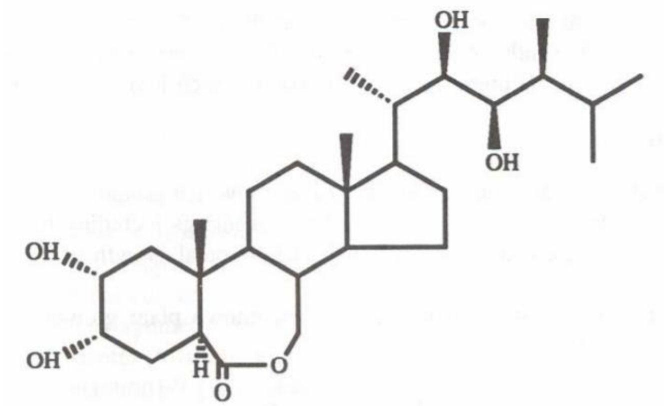
៣. កសិករអាចប្រើប្រយោជន៍ពីសារធាតុរាំងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិក្នុងផ្នែកណាខ្លះ ?

មេរៀនទី ៨
ប្រាស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីត

សារជាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីត (brassinosteroides) ជាសារជាតុដែលស្ថិតនៅក្នុងក្រុមស្តេរ៉ូអ៊ីត (steroid) ដែលមានប្រតិកម្មដូចគ្នាជាមួយសារជាតុប្រាសស៊ីណូឡាយ (brassinolide) ក្នុងការពិសោធដោយប្រើ bean secondary internode bioassay។

៨.១ ប្រវត្តិការរកឃើញសារធាតុប្រាស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីត

ក្នុងឆ្នាំ ១៩៦០ លោក Mitchell និងក្រុមការងារនៃ USDA Research Center បានពិនិត្យមើលសារជាតុក្នុងលម្អងកេសរវុក្ខជាតិ ដើម្បីស្វែងរកសារជាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិប្រភេទថ្មីពីរុក្ខជាតិប្រហែល ៦០ ប្រភេទ។ ការស្វែងរកនោះបានឃើញថា ប្រហែលពាក់កណ្តាលមានឥទ្ធិពលជំរុញការលូតលាស់ក្នុងការពិសោធ bean second internode bioassay ។ ការកើនឡើងមានច្រើនបំផុតក្នុងលម្អងកេសររបស់ដើម alder tree (*Alnus glutinousa* L.) និងដើម Rape plant (*Brassica nupus* L.)។ សារជាតុចម្រាញ់ពីលម្អងកេសររបស់រុក្ខជាតិទាំង ២ ប្រភេទនេះ ធ្វើឱ្យការលូតលាស់កើនឡើងយ៉ាងឆាប់រហ័ស រហូតធ្វើឱ្យដើមញែកជា ២ ត្រង់ចំណុចលើស្លឹកគូទី ២ ទើបបានស្នើថាជាសារជាតុ lipodal hormone ប្រភេទថ្មី និងឱ្យប្រើឈ្មោះថាប្រាសស៊ីន (brassins)។ ក្នុងឆ្នាំ ១៩៧២ លោក Mitchell and Gregory បានប្រទះឃើញថាសារជាតុប្រាសស៊ីនមានឥទ្ធិពលលើការជំរុញផលផលិតរបស់រុក្ខជាតិ ជំរុញសមត្ថភាពនៃការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ និងជំរុញភាពរឹងមាំរបស់គ្រាប់ (seed vigor)។ ក្នុងឆ្នាំ ១៩៧៩ លោក Grove និងក្រុមការងារបានរកឃើញសារជាតុប្រាសស៊ីណូឡាយ (brassinolide) ដែលជាសារជាតុប្រតិកម្មរបស់ប្រាសុីន។ ប្រាសស៊ីណូឡាយជាសារជាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដំបូងដែលមានទម្រង់ជាស្តេរ៉ូអ៊ីត (steroid)។ រហូតមកដល់បច្ចុប្បន្ននេះមានការរកឃើញសារជាតុប្រាសស៊ីណូឡាយ និងសារជាតុដែលមានទំនាក់ទំនងគ្នាជាច្រើន ហើយប្រទះក្នុងរុក្ខជាតិជាច្រើន និងមានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍របស់រុក្ខជាតិច្រើនផ្នែក។



រូបភាព ៨.១ ទម្រង់របស់សារជាតុប្រាសស៊ីណូឡាយ

សារជាតុប្រាសស៊ីណូឡាយត្រូវបានជួបប្រទះក្នុងរុក្ខជាតិជាច្រើន ទាំងក្នុងរុក្ខជាតិឌីកូទីលេដូន (dicotyledon) ម៉ូណូកូទីលេដូន (monocotyledon) ស្រល់ (pinus) និងសារាយ (algae)។ គេរកឃើញ

សារធាតុប្រាសស៊ីណូឡាយប្រហែល ៦០ ប្រភេទ និងមាន ៣១ ប្រភេទដែលបានសិក្សាលើទម្រង់លក្ខណៈរួចរាល់ហើយ។ បន្ទាប់ពីសិក្សា គេបានសង្កេតឃើញថាសារធាតុនេះចំនួន ២៩ ប្រភេទជាសារធាតុសេរី ឬជាសារធាតុនៅតែឯង ចំណែក ២ ប្រភេទទៀតជាសារធាតុដែលស្ថិតក្នុងទម្រង់ដែលត្រូវចាប់ជាមួយសារធាតុផ្សេង។ អ្នកវិទ្យាសាស្ត្របានធ្វើការដាក់លេខសារធាតុនេះដែលប្រទះឃើញក្នុងធម្មជាតិ ដោយ BR_1 គឺសារធាតុប្រាសស៊ីណូឡាយដែលប្រទះឃើញដំបូងគេ។ ក្នុងចំណោមសារធាតុ BR ដែលប្រទះក្នុងធម្មជាតិ ប្រាសស៊ីណូ-ឡាយ និងខាសស្តាស្តេរ៉ូន (castasterone) មានសារៈសំខាន់បំផុត ដោយសារប្រតិកម្មផ្នែកជីវសាស្ត្ររបស់វា និងការដែលសារធាតុនេះមានក្នុងរុក្ខជាតិទូទៅ។

បច្ចុប្បន្ននៅមិនទាន់ដឹងច្បាស់លាស់ទេថា ប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតត្រូវបានសំយោគឡើងក្នុងផ្នែកណារបស់រុក្ខជាតិ តែប្រទះឃើញក្នុងផ្នែកជាច្រើនដូចជា លម្អងកេសរ ស្លឹក ផ្កា គ្រាប់ ត្រួយ កំពក និងដើមរុក្ខជាតិ តែមិនទាន់ប្រទះឃើញផលិតក្នុងឫសនោះទេ។ មានការសាកល្បងសង្កេតមើលប្រតិកម្មផ្នែកជីវសាស្ត្ររបស់ប្រាសស៊ីណូឡាយជាច្រើនប្រព័ន្ធ ហើយបានសង្កេតឃើញថា វាមានទំនាក់ទំនងជាមួយការចេញផ្កា ការបង្កើនភាពធន់ទ្រាំជាមួយសីតុណ្ហភាពទាប (chilling) ការពារមេរោគ ថ្នាំកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃ ភាពប្រៃ ការបង្កើនផលផលិត ការពន្លូត និងការដុះរបស់គ្រាប់ បន្ថយការជ្រុះ និងអាការខុសប្រក្រតីរបស់ផ្លែ សកម្មភាពការសកសំបករបស់សត្វល្អិត (anti-ecdysteroid activity) និងរារាំងការលូតលាស់ និងការអភិវឌ្ឍរបស់ឫស។ សារធាតុ 2,4-epibrassinolide ជាសារធាតុអាណាឡូក (analog) របស់សារធាតុប្រាសស៊ីណូឡាយ ដែលអាចប្រើក្នុងទម្រង់ជាសារធាតុសំយោគរបស់ប្រាសស៊ីណូឡាយ ព្រោះវាមានប្រតិកម្មផ្នែកជីវសាស្ត្រខ្ពស់ និងអាចត្រៀមបានងាយស្រួលជាង brassiosterol ទៀតផង។

៨.២ ការពិសោធសារធាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីត

Phaseolus (bean) first internode bioassay : ក្នុងការពិសោធនេះ ពេលដែលផ្តល់អុកស៊ីនលើថ្នាំងម្ខាងនៃដើម នឹងធ្វើឱ្យដើមដុះមានលក្ខណៈកោងក្រោយពីបានទទួលសារធាតុមួយរយៈ (lag period)។ ប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតនឹងជួយបន្ថយរយៈ lag period ពេលដែលផ្តល់សារធាតុនេះលើថ្នាំងរុក្ខជាតិ ១ ម៉ោងមុនផ្តល់អុកស៊ីន។ ដូច្នេះហើយ ពេលបរិមាណប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតក្នុងរុក្ខជាតិមានច្រើនឡើង អាការកោងដែលកើតពីសារធាតុ IAA នឹងកើតឡើងលឿនជាងមុន។ ដូច្នេះពេលប្រៀបធៀបការកោងរបស់ផ្នែកចន្លោះថ្នាំង (internode) ដែលបានទទួលសារធាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតរួមជាមួយសារធាតុ IAA និងបានទទួលសារធាតុ IAA ត្រឹមតែម្យ៉ាងក៏នឹងអាចរកកម្រិតរបស់សារធាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតបាន។

Oryza (rice)lamina inclination bioassay: ទាក់ទងនឹងការដែលសារធាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតជំរុញការកោងរបស់ផ្ទាំងស្លឹកស្រូវ។ មុំនៃការកោងរបស់ស្លឹកជាសមាមាត្រ និងបរិមាណសារធាតុប្រាសស៊ីណូ-ស្តេរ៉ូអ៊ីត (brassinosteroid)។

Pisum (pea) inhibition test: ក្នុងកំហាប់ដែលសមស្រប ប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតនឹងជំរុញឱ្យកើតការពន្លូត និងកោងនៃស្លឹកសណ្តែក។ បើសិនជាកំហាប់ខ្ពស់ជាងកម្រិតសមស្រប សារធាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតនឹងរារាំងការលូតលាស់ និងជំរុញការចំណែកនៃជាលិកា (splitting of tissue)។ កម្រិតរបស់ការរារាំងការពន្លូតនឹងជាសមាមាត្ររបស់បរិមាណសារធាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីត។

សម្រាប់ការបម្លាស់ទី និងការបំបែកធាតុនៃសារធាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីត (transport and metabolism of Brassinosteroids) មានការសិក្សា និងសរុបជាចំណេះដឹងតិចណាស់។ តាមរយៈការសិក្សាពីសារធាតុ

ប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតបានបង្ហាញថា សារធាតុនេះអាចបម្លាស់ទីពីឫសទៅកាន់ដើមរបស់រុក្ខជាតិបាន។ ការផ្តល់សារធាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតលើឫសរបស់ដើមប៉េងប៉ោះ បានធ្វើឱ្យកើតការជំរុញនៃការផលិតសារធាតុអេទីឡែន ធ្វើឱ្យកើតអាការខុសប្រក្រតីលើស្លឹក (epinasty)។ តាមរយៈការសិក្សាការបម្លាស់ទី និងការបំបែកជាតុរបស់ (^{3}H) brassinosteroid ក្នុងដើមប៉េងប៉ោះ បានសង្កេតឃើញថា រុក្ខជាតិកម្ចាត់សារធាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីត ដោយគ្មានការកើតប្រតិកម្មគីមី ដែលមានឥទ្ធិពលលើការផលិតអេទីឡែន (ethylene)។

៨.៣ ឥទ្ធិពលនៃសារធាតុប្រាស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតលើសរីរវិទ្យារបស់រុក្ខជាតិ

១. ការប្រៀបធៀបសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិក្នុងក្រុមផ្សេងៗ (comparison with other plant growth substance in different bioassays) : គ្រប់ករណីសារធាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតធ្វើការស្រដៀងនឹងសារធាតុអុកស៊ីន ជីបឺរេលលីន ឬស៊ីតូគីនីន។ តែក្នុងករណីការពិសោធជាមួយសារធាតុអុកស៊ីន (auxins) លើការជំរុញការកើតឫសក្នុងសណ្តែកខៀវ ការបែកថ្នែកខាងរបស់ដើមសណ្តែក និងការពន្លូតឫសរបស់ដើមពូជរុក្ខជាតិ Cress នោះប្រទះឃើញថា សារធាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីត មានការធ្វើការខុសគ្នាពីសារធាតុ IAA។ ក្នុងការពិសោធរបស់សារធាតុជីបឺរេលលីនលើការចាស់តាមអាយុនៃផ្ទៃស្លឹក (leaf disc) របស់រុក្ខជាតិឈ្មោះ dock លទ្ធផលបង្ហាញឱ្យឃើញថា សារធាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតជំរុញឱ្យមានការចាស់តាមអាយុ ក្នុងពេលដែលសារធាតុជីបឺរេលលីនធ្វើឱ្យការចាស់ជរាកើតយឺតជាងធម្មតា។ ក្នុងការពិសោធប្រៀបធៀបជាមួយសារធាតុស៊ីតូគីនីនដោយការមើលការពង្រីកផ្នែកចុងត្រួយដែលកោងរបស់សណ្តែកពូជតឿ ការផលិតបេតា-ស៊ីយ៉ានីន (β-cyanin) ក្នុងដើមផ្ទី និងការពិសោធជរាភាពដោយប្រើផ្ទៃស្លឹក (leaf disc) របស់ដើមខក់យលបឺ (Cocklebur) សារធាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីត និងស៊ីតូគីនីនផ្តល់លទ្ធផលខុសគ្នា។

២. ជំរុញការសំយោគសារធាតុអេទីឡែន និងការកើតអាការខុសប្រក្រតី (promotion of ethylene biosynthesis and epicnasty) : ក្នុងផ្នែកហៃប៉ូកូជីលរបស់សណ្តែកខៀវដែលដុះក្នុងកន្លែងងងឹតនោះ សារធាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតធ្វើឱ្យការសំយោគសារធាតុអេទីឡែនកើនឡើង។ ក្នុងដំណាក់កាលដែល AdoMet និង ACC ដោយការជំរុញសកម្មភាពដោយអង់ស៊ីម ACC synthase សារធាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតជំរុញ (synergism) ជាមួយអុកស៊ីសែន និងកាល់ស្យូម ហើយបញ្ចេញលក្ខណៈវិជ្ជមាន (additive) ពេលដែលប្រើរួមគ្នាជាមួយអរម៉ូនស៊ីតូគីនីនក្នុងការជំរុញការផលិតអេទីឡែន។

៣. ការពន្លូតខ្លួនរបស់ត្រួយ (shoot elongation) : សារធាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតក្នុងបរិមាណកំហាប់ទាបបំផុត ជំរុញការពន្លូតរបស់ជាលិការុក្ខជាតិជាច្រើន ដោយជំរុញការបន្ធូរសម្ពាធរបស់ភ្នាសគ្រោង (cell wall) តែអាចមានភាពខុសគ្នាទៅតាមប្រភេទរុក្ខជាតិនីមួយៗ។

៤. ការលូតលាស់ និងការអភិវឌ្ឍរបស់ឫស (root growth and development) : ប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតជាអ្នករារាំងដ៏ខ្លាំងខ្លាលើការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍របស់ឫស។ ឥទ្ធិពលរបស់ប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីត និងសារធាតុ IAA ជាទូទៅនោះគឺស្រដៀងគ្នា និងបញ្ចេញឥទ្ធិពលក្នុងការជួយគ្នា។ យ៉ាងណាក៏ដោយក្នុងករណីនៃការកើតឫស (root initiation) សារធាតុទាំង ២ ប្រភេទនេះផ្តល់ផលខុសគ្នាដោយ IAA នឹងជំរុញការដុះឫស តែប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតនឹងរារាំង។ ភាពខុសគ្នានេះអាចកើតពីសារធាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតមានតួនាទីយ៉ាងសេរីពីសារធាតុ IAA ក្នុងឫស ឬវាមានតួនាទីក្នុងការតទល់ (antagonism) ជាមួយ IAA។

៥. ការបណ្តុះជាលិការុក្ខជាតិ (plant tissue culture) : 2,4-epibrassinolide អាចជំនួសកត្តាផ្នែកកត្តាបរិស្ថានរបស់ជាលិកា ហើយវាមានឥទ្ធិពលរួមគ្នាជាមួយកត្តាទាំងនោះក្នុងការបណ្តុះជាលិកាការ៉ុត តែក្នុង

កោសិកាថ្នាំជក់ដែលមានការកាត់តហៀនេនោះ សារជាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតដែលមានកំហាប់ទាបក៏អាចរារាំងការលូតលាស់របស់កោសិកាបានយ៉ាងច្បាស់លាស់។

៦. ឥទ្ធិពលលើការសកសំបកនៃសត្វល្អិត (anti-ecdysteroid effect in insects) : ទម្រង់របស់សារជាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតស្រដៀងនឹង ecdysteroid ដែលជាអរម៉ូនទាក់ទងនឹងការសកសំបក (molting hormone) របស់សត្វល្អិតពពួកអាត្រូផត់ (arthropods)។ សារជាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតចូលទៅបង្កើតផលរំខានដល់ ecdysteroid ដែលជាចំណុចផ្តើមនៃប្រតិកម្ម និងជាសារជាតុរារាំងការសកសំបកពិត (true anti-ecdysteroid)។ ដោយសារប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតជាសារជាតុធម្មជាតិ ដូច្នេះវាសមស្របក្នុងការជ្រើសរើសជាថ្នាំសម្រាប់កម្ចាត់សត្វល្អិតដោយសុវត្ថិភាព។

ក្នុងដើមទសវត្ស ១៩៨០s អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រពីក្រសួងកសិកម្មនៃសហរដ្ឋអាមេរិកបានស្នើថា សារជាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតអាចបង្កើនផលផលិតរបស់ឆៃថាវ ការ៉ុត សណ្តែក ម្រេច និងដំឡូងបារាំងបាន តែលទ្ធផលជាបន្តបន្ទាប់មកទៀតមិនបានទទួលផលតាមការទស្សន៍ទាយទុក ធ្វើឱ្យគ្មានការពិសោធនៅសហរដ្ឋអាមេរិកទៀត។ តាមរយៈការពិសោធក្នុងផ្ទៃដីធំក្នុងប្រទេសចិន និងជប៉ុនក្នុងរយៈពេលច្រើនជាង ៦ ឆ្នាំបានលទ្ធផលថា សារជាតុ 24-epibrassinolide បង្កើនផលផលិតទាំងដំណាំចម្ការ និងដំណាំសាកវប្បកម្ម (រួមទាំងស្រូវសាលី ពោត ថ្នាំជក់ ឪឡឹក និងត្រសក់) តែវាក៏អាស្រ័យលើលក្ខណៈនៃការដាំដុះ វិធីការប្រើសារជាតុ និងកត្តាផ្សេងៗទៀត។ លទ្ធផលដែលទទួលបានពេលខ្លះក៏ច្បាស់លាស់ តែពេលខ្លះក៏មិនដូចអ្វីដែលរំពឹងទុក។ ដើម្បីអាចប្រើប្រាស់សារជាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតឱ្យមានប្រសិទ្ធភាពជាក់លាក់នោះ យើងត្រូវសិក្សាពីការកែទម្រង់របស់សារជាតុ (formulation) វិធីសាស្ត្រការប្រើប្រាស់ ពេលវេលាដែលប្រើប្រាស់ ឥទ្ធិពលរបស់បរិស្ថាន និងកត្តាផ្សេងៗដែលចាំបាច់ ដើម្បីរកមូលហេតុនៃភាពប្រែប្រួលរបស់ផលការពិសោធ។

ដោយសារលទ្ធផលការពិសោធមិនមានភាពជាក់លាក់ ធ្វើឱ្យកើតចម្ងល់អំពីសារជាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូ-អ៊ីតថា តើវាគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិពិតមែនឬទេ? កត្តាដំបូងដែលគាំទ្រការគិតដែលថាសារជាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតជាសារជាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិក្រុមថ្មីនោះ ដោយសារយើងអាចប្រទះឃើញមានសារជាតុនេះក្នុងរុក្ខជាតិទូទៅ។ កត្តាទី ២ គឺវាបង្ហាញលទ្ធផលលើសរីរវិទ្យារុក្ខជាតិក្នុងកម្រិតកំហាប់របស់សារជាតុទាបណាស់។ កត្តាទី ៣ គឺមានលទ្ធផលចេញពីសារជាតុក្រុមនេះខុសគ្នាពីលទ្ធផលរបស់សារជាតុក្រុមផ្សេង និងមានទម្រង់ជាក់លាក់សម្រាប់សារជាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតដែលកើតប្រតិកម្មក្នុងសរីរៈរបស់រុក្ខជាតិ។ កត្តាទី ៤ គឺពេលដែលផ្តល់សារជាតុនេះទៅលើផ្នែកមួយរបស់រុក្ខជាតិ វានឹងបម្លាស់ទីទៅកាន់ផ្នែកផ្សេងក្នុងបរិមាណដែលទាបបំផុត និងកើតមានប្រតិកម្មផ្នែកជីវសាស្ត្រ តែបច្ចុប្បន្នមិនទាន់ដឹងច្បាស់លាស់នៅឡើយទេ ទាក់ទងនឹងវិធីសាស្ត្រការធ្វើការរបស់សារជាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីត។

សំណួរប្រចាំមេរៀន

១. សារជាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីត ជាក្រុមសារជាតុក្រុមណា និងអាចផលិតបានពីផ្នែកណារបស់រុក្ខជាតិ?
២. សារជាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតអាចប្រទះឃើញបានក្នុងរុក្ខជាតិច្រើនប្រភេទ តើវាមានសារៈសំខាន់អ្វីខ្លះ?
៣. សារជាតុប្រាសស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីតមានឥទ្ធិពលលើការពន្លូតកោសិការបស់រុក្ខជាតិដូចម្តេច?

មេរៀនទី ៩
ចាស្មូនេត

សារជាតុចាស្មូនេត (jasmonate) ជាក្រុមសារជាតុក្រុម cyclopentanone ដែលមានប្រតិកម្មដូចគ្នាជាមួយអាស៊ីត jasmonic acid និងសារជាតុ methylester របស់អាស៊ីតចាស្មូនិក។ បច្ចុប្បន្ននេះមានការប្រទះឃើញសារជាតុចាស្មូនេតចំនួន ២០៦ ប្រភេទ ពីរុក្ខជាតិ ១៥០ ពួក (genus) ដែលរួមទាំងពពួកបណ្ណង្គជាតិ ឬហ្វឺន (fern) ម៉ស (moss) និងផ្សិត (fungi)។ នេះបញ្ជាក់ឱ្យឃើញថា សារជាតុនេះមានពាសពេញក្នុងរជ្ជៈរុក្ខជាតិ។

៩.១ ប្រវត្តិការរកឃើញសារធាតុចាស្មូនេត

លោក Demole និងក្រុមការងារ (១៩៦២) ជាក្រុមដំបូងដែលបានញែកសារជាតុបរិសុទ្ធ jasmonic acid methylester ពីប្រេង essential oil របស់រុក្ខជាតិ *Jasminum grandiflorum*។ បច្ចុប្បន្នប្រទះឃើញសារជាតុដែលជាតំណាងឱ្យសារជាតុក្រុមចាស្មូនេតគឺ អាស៊ីតចាស្មូនិក ឬ JA និងសារជាតុ stereoisomers របស់វា [(+)-7-iso-JA]។ ដំបូងអាស៊ីតចាស្មូនិកត្រូវបានស្គាល់ព្រោះវាមានឥទ្ធិពលរារាំងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ។ បច្ចុប្បន្ននេះប្រទះឃើញថា វាមានជាទូទៅក្នុងភាវៈរស់ក្នុងរជ្ជៈរុក្ខជាតិ (plant kingdom) និងអាចជំនួយនៃការបញ្ចេញលក្ខណៈរបស់ហ្សែនក្នុងការគ្រប់គ្រងលក្ខណៈខ្លះៗរបស់រុក្ខជាតិ រួមទាំងការឆ្លើយតបលើការកើតដំបៅ (wounding)។ ទោះបីជាមានចំណេះដឹងត្រឹមតិចតួចប៉ុណ្ណោះទាក់ទងនឹងការសំយោគសារជាតុអាស៊ីតចាស្មូនិក តែក៏ដឹងថាមានសារជាតុចាស្មូនេតច្រើនបំផុតក្នុងបរិវេណចុងត្រួយ (stem apex) ស្លឹកខ្ចី ផ្លែខ្ចី និងចុងឫស។

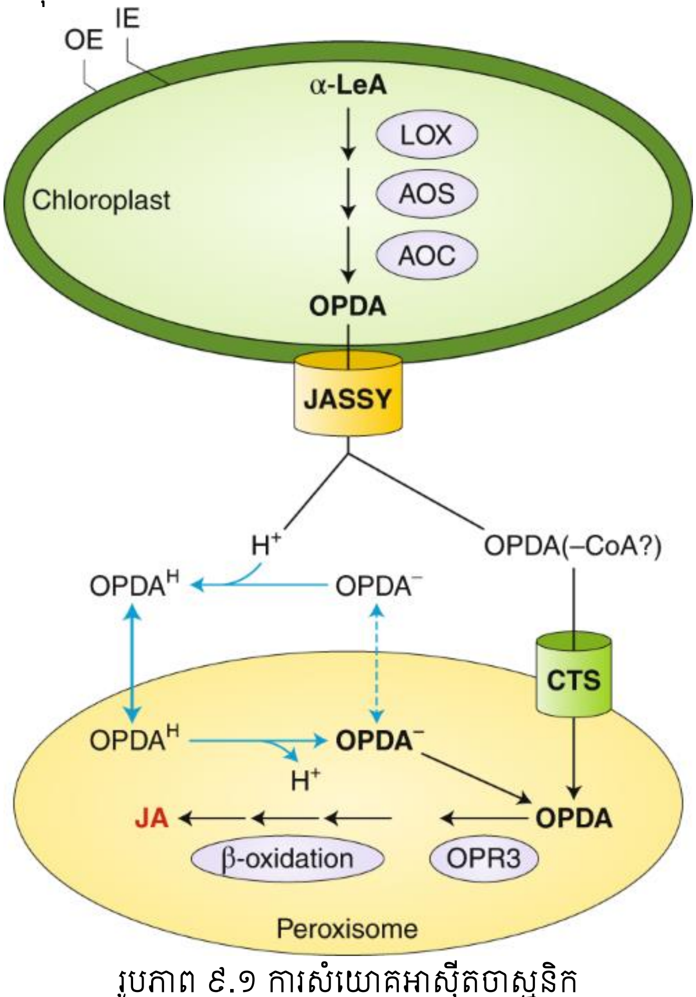
ចាស្មូនេតមានប្រតិកម្មឆ្លើយតបផ្នែកសរីរវិទ្យាច្រើនប្រការនៅក្នុងរុក្ខជាតិ។ វាជំរុញការកើតភាពចាស់ជរាតាមអាយុ ការជ្រុះរបស់ទងស្លឹក ការផលិតឫស ការព័ន្ធរបស់ដៃចាប់ (tendril coiling) ការផលិតអេទីឡែន និងការផលិតបេតាការ៉ូទីន។ ក្រៅពីនេះ អាស៊ីតចាស្មូនិក មានឥទ្ធិពលរារាំងការដុះរបស់គ្រាប់ ការលូតលាស់របស់ឃៃលឡាស់ (callus) ការលូតលាស់របស់ឫស ការផលិតក្លរ៉ូភីល និងការដុះរបស់លម្អងញី។ កម្រិតកំហាប់របស់អាស៊ីតចាស្មូនិកខាងក្នុងដើមរុក្ខជាតិនោះ អាស្រ័យទៅលើការឆ្លើយតបពីកត្តាជំរុញផ្នែកខាងក្រៅ (external stimuli) ដូចជា ដំបៅ កម្លាំងដែលមកប៉ះទង្គិច សារជាតុដែលបញ្ចេញមកដោយសារការចូលបំផ្លាញរបស់មេរោគ និងភាពតានតឹងនៃអូស្មូស។ បច្ចុប្បន្នមិនទាន់មានការផលិតសារជាតុសំយោគជាសារជាតុផលិតផលដើម្បីយកមកប្រើប្រាស់នៅឡើយទេ។

៩.២ ការសំយោគ និងតួនាទីអាស៊ីតចាស្មូនិក

ចាស្មូនេតត្រូវបានសំយោគផ្នែកជីវវិទ្យាមកពី linolenic acid ដោយប្រតិកម្មផ្សេងៗដូចដែលបានបង្ហាញក្នុងរូបភាព តែការបម្លាស់ទី តំណែងដែលនៅក្នុងកោសិកា (intracellular location) និងការគ្រប់គ្រងការសំយោគអាស៊ីតចាស្មូនិកនោះ មានការសិក្សាតិចណាស់ ហើយគ្មានភស្តុតាងដោយផ្ទាល់ទាក់ទងនឹងការបម្លាស់ទីរបស់សារជាតុចាស្មូនេតនៅឡើយ។

សារធាតុចាស្មូនេតបញ្ចេញឥទ្ធិពលលើការរារាំង និងជំរុញ ទាំងផ្នែករូបសាស្ត្រ និងសរីរវិទ្យារបស់រុក្ខជាតិ។ ក្នុងវិធីសាស្ត្រខ្លះ គឺដូចគ្នាជាមួយការផលិតអាស៊ីតអ៊ែបស៊ីស៊ីក (abscisic acid) និងអេទីឡែន (ethylene)។ ការផ្តល់អាស៊ីតចាស្មូនិកមានឥទ្ធិពលក្នុងរារាំងការលូតលាស់ផ្នែកប្រវែងរបស់ដើមតូច ប្រវែងឫស ការលូតលាស់របស់ផ្សិតមីកូរីស ការលូតលាស់របស់ជាលិកា ការកើតអំប្រីយ៉ុង ការដុះរបស់គ្រាប់ ការដុះរបស់លម្អងកេសរ ការផលិតក្លែកផ្កា ការសំយោគការ៉ូទីណូអ៊ីត និងក្លរ៉ូភីល និងការធ្វើរស្មីសំយោគជាដើម។ ក្រៅពីនេះវាមានឥទ្ធិពលក្នុងការជំរុញលើការបណ្តុះជាលិការុក្ខជាតិ ការផលិតឫសស្ងៃ ការបិទស្តូម៉ាត ការដកដង្ហើម និងការផលិតអេទីឡែនជាដើម។

អ្នកវិទ្យាសាស្ត្របានធ្វើការចំណែកលក្ខណៈផ្នែកគីមីរបស់អាស៊ីតចាស្មូនិក ហើយប្រទះឃើញថា សារធាតុនេះមាននៅគ្រប់សរីរៈរបស់រុក្ខជាតិជាច្រើន។ វាបញ្ចេញឥទ្ធិពលផ្នែកសរីរវិទ្យាទាំងមានកំហាប់ទាប ហើយឥទ្ធិពលដោយប្រយោលរបស់វាគឺ វាអាចបម្លាស់ទីទៅគ្រប់ផ្នែករបស់ដើមរុក្ខជាតិ។ សម្រាប់វិធីសាស្ត្រផ្សេងៗនៃអាស៊ីតចាស្មូនិកក្នុងរុក្ខជាតិនោះ មិនទាន់មានការសិក្សាច្បាស់លាស់នោះទេ។



រូបភាព ៩.១ ការសំយោគអាស៊ីតចាស្មូនិក

សំណួរប្រចាំមេរៀន

១. តើសារធាតុចាស្មូនេតមានទំនាក់ទំនងផ្នែកសរីរវិទ្យារបស់រុក្ខជាតិក្នុងផ្នែកអ្វីខ្លះ និងទាក់ទងដូចម្តេច?

២. បរិមាណរបស់ចាស្មូនេតក្នុងរុក្ខជាតិកើនឡើងដោយសារកត្តាណីអ្វីខ្លះ?

៣. ការបញ្ចេញឥទ្ធិពលនៃចាស្មូនេតមានលក្ខណៈស្រដៀងអរម៉ូនណាខ្លះ?

មេរៀនទី ១០
សាលិសាយលេត

សារធាតុសាលិសាយលេត (salicylates) ជាក្រុមសារធាតុដែលមានប្រតិកម្មដូចគ្នាជាមួយអាស៊ីតសាលិសាយលិក (SA, ortho-hydroxybenzoic acid) ដែលជាសារធាតុ phenolic របស់រុក្ខជាតិ (phenolic ជាសារធាតុដែលមាន aromatic ring ដែលមានក្រុម hydroxyl group ឬ functional derivative របស់វាជាប់ជាមួយ)។

១០.១ ប្រវត្តិការរកឃើញសារធាតុសាលិសាយលេត

ជនជាតិក្រិច និងអ៊ីនដៀនក្រហមបានប្រទះឃើញថាស្លឹក និងសំបករបស់ដើម willow អាចរក្សាអាការរបួស និងបន្ថយគ្រុនក្ដៅបាន។ ក្នុងឆ្នាំ ១៨២៨ លោក Johann Buchner ជនជាតិអាឡឺម៉ង់ជាអ្នកវិទ្យាសាស្ត្រដំបូងដែលបានញែកសារធាតុបរិសុទ្ធរបស់សារធាតុសាលិស៊ិន (salicin) ដែលជាសារធាតុគ្លូកូសាយរបស់ salicyl alcohol ក្នុងដើមរបស់ដើមវិលឡូ និងជាសារធាតុគោលរបស់សារធាតុសាលិសាយលេត។ ក្នុងឆ្នាំ ១៨៣៨ លោក Raffaele Piria ផ្ដល់ឈ្មោះសារធាតុប្រតិកម្មដែលមានក្នុងសំបកដើមវិលឡូថាអាស៊ីតសាលិ-សាយលិក (salicylic acid, SA) ដែលមកពីភាសាឡាតាំងថា salix ដែលសំដៅទៅលើដើមវិលឡូ។ ក្នុងឆ្នាំ ១៨៩៨ ក្រុមហ៊ុនបៃអ៊ែរបានផលិតសារធាតុអាស្ពីរិន (aspirin) ដែលជាឈ្មោះផលិតផលរបស់អាស៊ីតអាស៊ី-ទីលសាលិសាយលិក (acetylsalicylic acid) ដែលមិនមែនជាសារធាតុដែលផលិតពីធម្មជាតិក្នុងរុក្ខជាតិ ហើយសារធាតុនេះនឹងប្ដូរទៅជាអាស៊ីតស៊ីលិសាយលិកពេលត្រូវទឹក។

អាស៊ីតសាលិសាយលិកប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិទូទៅ ដែលជួប និងអាចញែកប្រភេទបានមាន ៣៤ ប្រភេទ។ អាស៊ីតសាលិសាយលិកនោះប្រទះឃើញក្នុងស្លឹក និងទម្រង់បន្តពូជរបស់រុក្ខជាតិ ហើយមានការសិក្សាថាអាចរកឃើញច្រើនបំផុតក្នុងកញ្ចុំផ្ការបស់រុក្ខជាតិពពួក thermogenic plants និងរុក្ខជាតិដែលបានទទួលមីក្រូសារពាង្គកាយពពួក necrotizing pathogen ។ អាស៊ីតសាលិសាយលិកមានឥទ្ធិពលលើវិធីសាស្ត្រផ្សេងៗច្រើនយ៉ាងដូចជា មានឥទ្ធិពលលើការចេញផ្កា ការផលិតកម្ដៅក្នុងរុក្ខជាតិពពួក thermogenic plants និងជំរុញការតទល់ជាមួយមេរោគ។ អាស្ពីរិន (acetylsalicylic acid) ដើរតួនាទីដូចជាអាស៊ីតសាលិសាយលិក ព្រោះអាស្ពីរិននឹងមានការបម្លែងទៅជាសារធាតុសាលិសាយលិកក្នុងទឹកក្នុងរុក្ខជាតិ និងសត្វ។

១០.២ ការសំយោគ និងការបម្លាស់ទីរបស់អាស៊ីតសាលិសាយលិក

តាមរយៈការសិក្សាកន្លងមក បានស្នើថាក្នុង shikimic acid pathway នោះមានការផលិតអាស៊ីតស៊ីនណាមិក (cinnamic acid) ដែលអាចប្ដូរទៅជាអាស៊ីតសាលិសាយលិកបាន។

បច្ចុប្បន្នមិនទាន់មានភស្តុតាងដោយផ្ទាល់ថាអាស៊ីតសាលិសាយលិកមានការបម្លាស់ទីក្នុងរុក្ខជាតិដូចម្ដេច តែតាមរយៈគុណសម្បត្តិផ្នែករូបសាស្ត្រ បង្ហាញឱ្យឃើញថា វាអាចបម្លាស់ទីទៅពាសពេញដើមរុក្ខជាតិ។ អាស៊ីតសាលិសាយលិកត្រូវបានបន្សាបតាមរយៈ ២ វិធីគឺ ការចាប់ជាមួយសារធាតុផ្សេងដូចជាគ្លុយកូស និងការបំបែកធាតុដូចជា ការកើតហៃដ្រក់ស៊ីលេសិន (hydroxylation) ត្រង់ចំណុចរង្វង់របស់ទម្រង់។

១០.៣ ឥទ្ធិពលរបស់សាលិសាយលេតលើសរីរវិទ្យារុក្ខជាតិ

១. ឥទ្ធិពលក្នុងការចេញផ្កា មានការសិក្សាមកថា អាស៊ីតសាលិសាយលិកមានសមត្ថភាពក្នុងការជំរុញការចេញផ្កា ដោយបានសរុបថា អាស៊ីតសាលិសាយលិកជំរុញការចេញផ្កាក្នុងយែលឡាស់ (organogenic callus) របស់ដើមថ្នាំជក់ ដោយសង្កេតឃើញថាអាស៊ីតសាលិសាយលិករួមជាមួយសារធាតុឃីនេទិន និង IAA ជំរុញការចេញផ្កា តែមិនទាន់មានភាពច្បាស់លាស់ព្រោះមានសារធាតុច្រើនប្រភេទដែលជំរុញការបង្កើតផ្នែកផ្កាក្នុងក្រុមកោសិការបស់ថ្នាំជក់។

២. ទំនាក់ទំនងរវាងអាស៊ីតសាលិសាយលិកជាមួយការផលិតកម្តៅក្នុងរុក្ខជាតិ ការផលិតកម្តៅ (thermogenecity, heat production) ក្នុងរុក្ខជាតិនោះកើតឡើងក្នុងទម្រង់សរីរៈបន្តពូជភេទឈ្មោលរបស់រុក្ខជាតិពពួកប្រង់ និងក្នុងផ្កា ឬកញ្ចុំផ្ការបស់រុក្ខជាតិមានផ្កាប្រភេទខ្លះ។ កម្តៅនោះទាក់ទងនឹងការកើនឡើងយ៉ាងខ្លាំងរបស់ nonphosphorylating pathway ដែលរារាំងស៊ីយ៉ាណាយដែលជាលក្ខណៈជាក់លាក់នៃមីតូខុនឌ្រៀរបស់ដើម Arum lilies (voodoo lily)។ ការផលិតកញ្ចុំផ្កាដែលអាចវែងដល់ទៅ ៨០ សង់ទីម៉ែត្រ ដែលកើតពីប្រតិកម្មមេតាប៉ូលីសក្នុង appendix នោះត្រូវបានបញ្ចេញដោយសារធាតុ calorigen ដែលផលិតចំណុចកំណើតផ្កាភេទឈ្មោលដែលនៅបន្ទាប់ពី appendix ចុះមកក្រោម។ តាមរយៈការសិក្សាបានបញ្ជាក់ថាអាស៊ីតសាលិសាយលិកជាអ្នកធ្វើឱ្យកើតកម្តៅមុនផ្ការីក ១ ថ្ងៃ។ អាស៊ីតសាលិសាយលិកនឹងបម្លាស់ទីពីផ្កាឈ្មោលទៅកាន់ appendix បន្ទាប់ពីនោះទើបធ្វើឱ្យកើតកម្តៅ ដែលជាការដកដង្ហើម និងមិនឆ្លើយតបទៅលើសារធាតុស៊ីយ៉ាណាយ ធ្វើឱ្យកើតការហួតរបស់សារធាតុពពួក amines និង indoles ដែលមានក្លិនស្អុយ ដែលអាចជាអ្នកទាក់ទាញសត្វល្អិតឱ្យមកជួយផ្សំកេសរ។

៣. ទំនាក់ទំនងរបស់អាស៊ីតសាលិសាយលិកជាមួយការការពារជំងឺដំណាំ រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះដែលអាចការពារ ឬធន់ទ្រាំជាមួយមេរោគ នឹងគ្រប់គ្រងការរាតត្បាតរបស់មេរោគដែលចូលទៅបំផ្លាញឱ្យមានចំនួនតិច ឬក្នុងបរិវេណតូច ដូចជាការចូលទៅធ្វើឱ្យកើតចំណុចតូចៗលើផ្លែរបស់រុក្ខជាតិ។ ការការពារដោយការសម្លាប់ខ្លួនឯងរបស់កោសិកានេះហៅថា hypersensitive reaction (HR)។ HR អាចនាំទៅកាន់ systemic acquired resistance (SAR)។ ទំនាក់ទំនងទូទៅរបស់ HR និង SAR គឺការផលិតប្រូតេអ៊ីនដែលមានទំនាក់ទំនងជាមួយការកើតជំងឺដំណាំ (PR ប្រូតេអ៊ីន) វាមានទម្ងន់ម៉ូលេគុលទាប។ ការបង្ក្រាបជំងឺដំណាំ និងការផលិត PR ប្រូតេអ៊ីនប្រភេទខ្លះក្នុងរុក្ខជាតិអាចធ្វើឱ្យកើតអាស៊ីតសាលិសាយលិក ឬ acetylsalicylic acid ទោះបីជាស្ថិតក្នុងលក្ខណៈដែលគ្មានមីក្រូសារពាង្គកាយជំងឺដំណាំ។ ក្នុងអំឡុងការលូតលាស់ ការឆ្លើយតបរបស់ HR លើមេរោគដំណាំនោះ នឹងមានការផលិតអាស៊ីតសាលិសាយលិកក្នុងបរិមាណច្រើនពីអាស៊ីតស៊ីនណាមិកក្នុងបរិវេណជុំវិញដំបៅ។ អាស៊ីតសាលិសាយលិកភាគច្រើនស្ថិតក្នុងទម្រង់ជា β-O-D-glucosyl salicylic acid ដែលគ្មានការបម្លាស់ទី និងអាស៊ីតសាលិសាយលិកសេរី។ វាចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធបំពង់នាំអាហារ ហើយបញ្ជូនទៅផ្នែកខាងលើ។ ការកើនឡើងរបស់អាស៊ីតសាលិសាយលិកនោះគឺគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ការធ្វើឱ្យកើត PR ប្រូតេអ៊ីន និងភាពធន់ទ្រាំលើការចូលបំផ្លាញរបស់មេរោគ។

សំណួរប្រចាំមេរៀន

១. សារធាតុសាលិសាយលិកជាសារធាតុដែលមានប្រតិកម្មដូចសារធាតុអ្វី?
២. ចូរលើកឧទាហរណ៍ពីប្រវត្តិការរកឃើញរបស់សារធាតុសាលិសាយលេត។
៣. យើងប្រទះឃើញសារធាតុសាលិសាយលេតក្នុងទម្រង់ណាខ្លះរបស់រុក្ខជាតិ?
៤. ចូរប្រាប់ពីវិធីបន្សាបអាស៊ីតសាលិសាយលិក។
៥. អាស៊ីតសាលិសាយលិកមានឥទ្ធិពលដូចម្តេចខ្លះលើវិធីសាស្ត្រសរីរវិទ្យារបស់រុក្ខជាតិ?

មេរៀនទី ១១
ការប្រើសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់រុក្ខជាតិក្នុងវិស័យកសិកម្ម

សារធាតុអរម៉ូនដែលប្រើប្រាស់សម្រាប់ការដាំដុះ ទោះបីជាសារធាតុដែលចម្រាញ់ចេញពីធម្មជាតិ ឬសារធាតុដែលសំយោគដោយវិទ្យាសាស្ត្រ បើសិនជាប្រើដោយមិនដឹងពីគុណសម្បត្តិច្បាស់លាស់ វាអាចនឹងធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិពុលអរម៉ូននោះ។ ជាតិពុលនេះអាចប៉ះពាល់ទៅដល់មនុស្ស ឬសត្វ។ សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិច្រើនប្រភេទ មានជាតិពុលខ្ពស់ជាងថ្នាំសម្លាប់សត្វល្អិតទៅទៀត។ សារធាតុប្រភេទខ្លះ ទោះបីប្រើក្នុងបរិមាណតិចតួចក៏ដោយ ក៏អាចធ្វើឱ្យមនុស្សស្លាប់ តែសារធាតុប្រភេទខ្លះត្រូវប្រើក្នុងបរិមាណខ្ពស់ទើបអាចធ្វើឱ្យស្លាប់។ ដូច្នេះហើយទើបមានការប្រាប់ពីកម្រិតជាតិពុលរបស់សារធាតុប្រភេទនីមួយៗ ដោយតម្លៃជាតិពុលដែលនិយមប្រើប្រាស់ច្រើនបំផុតគឺ LD_{50} (lethal dose fifty)។ វាជាតម្លៃដែលគណនាពីជាតិពុល ដែលគិតថាអាចធ្វើឱ្យសត្វពិសោធន៍ស្លាប់អស់ពាក់កណ្ដាល ឬ ៥០% នៃបរិមាណសត្វទាំងអស់ពេលដែលទទួលសារធាតុនោះក្នុងបរិមាណណាមួយ ដែលបានទទួលសារធាតុនោះតាមមាត់ ឬស្បែក តែមិនមែនតាមរយៈការដកដង្ហើមនោះទេ។ សត្វពិសោធន៍ដែលនិយមប្រើគឺកណ្ដុរ ដោយគេនឹងឱ្យកណ្ដុរស៊ីសារធាតុនោះចូលទៅក្នុងខ្លួនក្នុងរយៈពេលមួយដើម្បីសិក្សាពីសារធាតុដែលធ្វើឱ្យកណ្ដុរស្លាប់។ ឯកតាដែលនិយមប្រើគេទម្ងន់របស់សារធាតុជាមីលីក្រាម (mg) និងទម្ងន់របស់សត្វពិសោធន៍ជាគីឡូក្រាម (Kg) ឬអាចសរសេរថា មក./គក. ឬ mg/Kg ។ ឧទាហរណ៍ LD_{50} របស់សារធាតុ IBA គឺស្មើនឹង ១០០មក្រ./គីក្រ. ឬសារធាតុអ៊ីថ្រេល ៤,២២៩មីក្រ./គីក្រ. នោះបានន័យថា បើសិនជាសត្វពិសោធន៍មានទម្ងន់ ១ គីឡូក្រាមហើយស៊ីសារធាតុ IBA បរិមាណ ១០០ មីលីក្រាម ឬសារធាតុអ៊ីថ្រេល ៤,២២៩ ក្រាម នឹងធ្វើឱ្យសត្វពិសោធន៍នោះមានឱកាសស្លាប់ ៥០%។ ដូច្នេះតម្លៃរបស់ LD_{50} អាចប្រើប្រយោជន៍នាំមកប្រាប់ពីជាតិពុលរបស់សារធាតុគីមីពេលមនុស្សបានស្រូបចូលទៅក្នុងខ្លួន ដោយគណនាតម្លៃ LD_{50} របស់សារធាតុនោះ ដោយគុណជាមួយទម្ងន់នៃអ្នកទទួលសារធាតុតាមមាត់ ឬតាមស្បែក។ ឧទាហរណ៍ដូចជា បើសិនជាមនុស្សដែលមានទម្ងន់ ៥០ គីឡូក្រាមដែលបានទទួលសារធាតុ IBA ចូលទៅ ៥០ x ១០០ ស្មើនឹង ៥០០ មីលីក្រាម ឬបានទទួលសារធាតុអ៊ីថ្រេល ៤,២២៩ x ៥០ ស្មើនឹង ២១១,៤៥ មីលីក្រាម ឬ ០.២១ គីឡូក្រាម ទើបមានឱកាសស្លាប់ ៥០%។ ដូច្នេះហើយពេលប្រៀបធៀបសារធាតុទាំង ២ ប្រភេទនេះឃើញថាសារធាតុ IBA មានជាតិពុលខ្ពស់ជាងសារធាតុអ៊ីថ្រេល ព្រោះថាបានទទួលបរិមាណសារធាតុតិចជាងតែក៏អាចធ្វើឱ្យមនុស្សស្លាប់បាន។ យើងអាចសរុបបានថា សារធាតុដែលមានតម្លៃ LD_{50} ខ្ពស់មានគ្រោះថ្នាក់ជាងសារធាតុដែលមាន LD_{50} ទាប។ សារធាតុគីមីកសិកម្ម ក្រៅពីធ្វើឱ្យកើតគ្រោះថ្នាក់ពេលដែលស៊ីចូលក្នុងខ្លួនហើយនោះ វាអាចបង្កគ្រោះថ្នាក់តាមវិធីផ្សេងទៀត ដូចជាការជ្រាបចូលតាមស្បែក ភ្នែក និងច្រមុះ (ផ្លូវដង្ហើម) ដែលអាចបញ្ចេញអាការជាតិពុលបានដូចជាការចេញកន្ទួល ញ័រដៃជើង ក្អួតចង្អោរ ។ល។ បើប្រទះឃើញអាការដូចនេះ ត្រូវប្រញាប់ទៅរកពេទ្យ។ តាមរយៈជាតិពុលដែលនៅក្នុងសារធាតុគីមីកសិកម្ម យើងអាចបែងចែកសារធាតុពុលតាមកម្រិតផ្សេងៗគឺ៖

១. មានជាតិពុលខ្ពស់ណាស់	មានតម្លៃ LD_{50}	១ ឬតិចជាង
២. មានជាតិពុលខ្ពស់	មានតម្លៃ LD_{50}	១ ទៅ ៥០

៣. ជាតិពុលមធ្យម	មានតម្លៃ LD_{50}	៥០ ទៅ ៥០០
៤. ជាតិពុលតិចតួច	មានតម្លៃ LD_{50}	៥០០ ទៅ ៥,០០០
៥. ចាត់ទុកថាគ្មានជាតិពុល	មានតម្លៃ LD_{50}	៥,០០០ ទៅ ១៥,០០០
៦. សុវត្ថិភាព	មានតម្លៃ LD_{50}	១៥,០០០ ឬច្រើនជាង

១១.១ ការប្រើសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់សម្រាប់ការផលិតឈើលម្អ

សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ឬអរម៉ូនរុក្ខជាតិត្រូវបានយកមកប្រើប្រាស់យ៉ាងទូលំទូលាយណាស់សម្រាប់គ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ដំណាំលម្អនៅក្រៅប្រទេស។ សម្រាប់មេរៀននេះ សូមលើកយកគោលការណ៍ ៥ យ៉ាងដែលប្រើសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិសម្រាប់ការផលិតដំណាំលម្អមិនថាដំណាំលម្អយកផ្កា ឬដំណាំលម្អយកដើមនោះទេ។

១. ការផលិតដើមពូជ៖ សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដែលនាំយកមកពង្រីកពូជរបស់មែកពូជដោយការជួយជំរុញការដុះឫសរបស់មែកដែលកាត់មកផ្សាំគឺសារធាតុក្រុមអុកស៊ីន (auxins) ដែលនិយមនាំយកមកប្រើប្រាស់គឺ NAA និង IBA ។ សារធាតុ IBA ជាសារធាតុប្រតិកម្មក្នុងក្រុមអុកស៊ីនដែលធ្វើការយឺត មានការបម្លាស់ទីយឺតណាស់ ហើយមានការបំបែកជាតុធាប់ហើស។ ចំណែកសារធាតុ NAA ជាសារធាតុដែលមានការបម្លាស់ទីក្នុងដើមរុក្ខជាតិលឿន ហើយមានការបំបែកជាតុយឺតជាង។ ដូច្នេះទើបមានឱកាសកើតជាតិពុលលើរុក្ខជាតិច្រើនជាងសារធាតុ IBA ។ តែទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ បើសិនជាប្រើសារធាតុ NAA ក្នុងបរិមាណសមស្រប នឹងអាចជំរុញការកើតឫសក្នុងរុក្ខជាតិបានដូចគ្នា។ សារធាតុ IBA ជាសារធាតុដែលសមស្របក្នុងការប្រើជំរុញឱ្យមែកផ្សាំកើតឫស តែមានតម្លៃខ្ពស់ជាងសារធាតុ NAA ។ ពេលដែលសារធាតុ IBA ស្ថិតក្នុងទម្រង់ជាសារធាតុរលាយវានឹងរលាយក្នុងទឹកបានលឿន ដូច្នេះសារធាតុដែលផលិតជាសារធាតុផលិតផលតែងតែស្ថិតក្នុងទម្រង់ជាម្សៅរលាយទឹកដែលមានឈ្មោះផលិតផលផ្សេងៗ ឧទាហរណ៍ដូចជាសេរ៉ាឌិកជាដើម។ កំហាប់របស់សារធាតុ IBA ក្នុងសារធាតុផលិតផលតែងតែបែងចែកជា ៣ កម្រិតគឺកម្រិតលេខ ១ លេខ ២ និងលេខ ៣ ជាដើម។ សារធាតុ IBA មានជាតិពុលចំពោះមនុស្ស ឬសត្វចិញ្ចឹមកូនដោយទឹកដោះ (LD_{50} = ១០០ ចំណែក NAA LD_{50} = ១,០០០ ទៅ ៥,៩០០)។ តែទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ក្នុងការប្រើប្រាស់សារធាតុនីមួយៗត្រូវមានការប្រុងប្រយ័ត្នខ្ពស់ ដោយប្រកាន់ភ្ជាប់គោលការណ៍សុវត្ថិភាពដូចគ្នាជាមួយពពួកថ្នាំកម្ចាត់សត្វល្អិតចង្រៃដែរ។ រុក្ខជាតិប្រភេទនីមួយៗ និងសំណាកសរីរៈរបស់រុក្ខជាតិនីមួយៗ មានប្រតិកម្មជាមួយសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ខុសៗគ្នា។ ឧទាហរណ៍ដូចជាដើមពីព័រ៉ូមៀឬ American Rubber Plant (*Peperomia obtusifolia* (L.) F.dietr) ដុះឫសបានល្អពេលប្រើសារធាតុ NAA ក្នុងកំហាប់ 2000ppm ចំណែកកំហាប់ 4000ppm ជាកំហាប់ដែលខ្ពស់លើសកំណត់។ ការផលិតមែកពូជដើមអាហ្វ្រិកាន់-វ៉ាយអូលែត (African violet; *Saintpaulia* ionantha) អាចធ្វើបានក្នុងបរិមាណច្រើន តែអ្វីដែលអាចបង្រួញពេលវេលាក្នុងការផលិតនោះ គឺការប្រើសារធាតុក្រុមអុកស៊ីន (auxins) ជួយឱ្យវាកើតឫសដោយប្រើសារធាតុ NAA ក្នុងកំហាប់ 2000ppm ឬសារធាតុ IBA ក្នុងកំហាប់ 1000ppm ទៅ 3000ppm ជាដើម។

២. ការជំរុញការកើតផ្ការបស់រុក្ខជាតិមើម៖ ដោយឈើលម្អប្រភេទមើមនឹងមានដំណេក ពេលដែលនាំយកមកដាំ អាចត្រូវប្រើពេលយូរក្នុងការដុះ ឬបែកដើមថ្មី។ វិធីជំរុញឱ្យកើតដើមលឿនបានដោយប្រើសារធាតុស៊ីតូឃីនីនជំរុញការបែកភ្នែក ឬពន្លក ឬជំរុញការដុះរបស់មើម។ ឧទាហរណ៍ដូចជាការត្រាំមើមគ្លែលឌីអូឡាស់ (Gladiolus; *Gladiolus primulinus*) ដោយប្រើសារធាតុ BA ក្នុងកំហាប់ត្រឹមតែ 20ppm ត្រាំទុករយៈពេល

២៤ ម៉ោងមុននាំយកទៅដាំ លទ្ធផលបានបង្ហាញឱ្យឃើញថាមើមរបស់ត្លៃលឹអូឡាស់មានអត្រាការដុះកើនឡើង។ ក្រៅពីនេះមានការរាយការណ៍មកថាការប្រើសារធាតុក្រុមស៊ីតូគីនីនរួមជាមួយក្រុមសារធាតុជីប៊ីរេលលីន នឹងជួយជំរុញការដុះរបស់មើមបានល្អជាងការប្រើសារធាតុក្រុមស៊ីតូគីនីនត្រឹមតែម្យ៉ាង។ សម្រាប់ឈើលម្អប្រភេទផ្សេងទៀតដូចជា ប្រទាលកណ្តឹង (*Hippeastrum johnsonii* Bury.) លីលលី (*Lilium* spp.) ក៏អាចនាំយកសារធាតុទាំងនេះមកប្រើបានដូចគ្នា។ ចំណែកប្រភេទ និងកំហាប់របស់សារធាតុត្រូវសម្រួលឱ្យសមស្របតាមការប្រើប្រាស់ ឬប្រើតាមការណែនាំ។

៣. ការជំរុញការបែកមែកខាង៖ មានគោលដៅក្នុងការជំរុញឱ្យឈើលម្អបែកមែកខាង ដើម្បីបង្កើនភាពស្រស់ស្អាត ឬជំរុញការបែកមែកដើម្បីកាត់យកទៅធ្វើពូជក្នុងបរិមាណច្រើន។ សារធាតុក្រុមស៊ីតូគីនីនដូចជា BA ជាសារធាតុដែលនិយមប្រើប្រាស់ណាស់ ជាពិសេសក្នុងលក្ខណៈជាក្រែមឡាណូលិន (lanolin)។ ការប្រើសារធាតុស៊ីតូគីនិនក្នុងលក្ខណៈជាក្រែមឡាណូលីនដោយការយកសារធាតុនេះទៅលាបត្រង់ចំណុចដែលចង់ឱ្យបែកខ្នែង។ ដូចជាមានការរាយការណ៍ថា ការប្រើសារធាតុ BA ក្នុងកំហាប់ 4000ppm លាបលើភ្នែកកុលាបក្រោយយកភ្នែកដើមកុលាបទៅភ្ជាប់លើដើមកុលាបព្រៃក្រោយភ្ជាប់ភ្នែកហើយ ធ្វើឱ្យភ្នែកវាបែកបានល្អ និងលឿនជាងមុនដល់ទៅ ៦០% ។ ពេលដែលភ្នែករបស់ដើមថ្មីនោះបែកបានលឿន នឹងធ្វើឱ្យមែកនោះមានការលូតលាស់ និងចេញផ្កាបានលឿន។ ក្រៅពីនេះ ការប្រើសារធាតុ BA កំហាប់ 3000ppm យកទៅលាបតាមដើមអាកូនីម៉ា (Aglaonema) ប្រទះឃើញថា វាមានការបែកមែកផ្នែកខាងច្រើនជាដើមដែលមិនបានលាបថ្នាំ ធ្វើឱ្យអាចនាំយកត្រួយថ្មីពីដើមនេះទៅពង្រីកពូជបានយ៉ាងឆាប់រហ័ស។

៤. ការជំរុញឱ្យកើតភ្នែកផ្កា៖ មានការនាំយកសារធាតុអេទីឡែន (ethylene) និងសារធាតុបង្កើតអេទីឡែនដូចជាអេធីហ្វុន (ethephon) រួមជាមួយការប្រើជីដើម្បីជំរុញការចេញផ្ការបស់ម្នាស់យ៉ាងទូលំទូលាយ។ សម្រាប់ឈើលម្អក៏មានការនាំយកសារធាតុនេះមកប្រើដូចគ្នាដោយការប្រើសារធាតុផលិតផលដែលមានកំហាប់ ៤៨% ក្នុងបរិមាណ 200 – 800ppm ផ្សំជាមួយជីអ៊ុយរេ ១.៥% ដាក់ចូលទៅក្នុងត្រួយរបស់ម្នាស់លម្អ អាយុ ៦ ទៅ ៨ ខែក្រោយញែកដើមមកដាំ ដោយការបណ្តក់សារធាតុក្នុងបរិមាណ ៥០ មីលីលីត្រក្នុងមួយដើមក្នុងអំឡុងពេលជិតព្រលប់ ដោយបណ្តក់ត្រឹមតែម្តង។ លទ្ធផលបង្ហាញឱ្យឃើញថា វាអាចធ្វើឱ្យម្នាស់ទាំងពីរនោះចេញផ្កាបានល្អ។

៥. ការផលិតឈើលម្អដែលមានដើមតូចស្អាត៖ ដោយបច្ចេកទេសការផលិតឈើលម្អឱ្យមានសំយាកគុម្ពតូចស្អាតនោះ អាចធ្វើដោយការប្រើសារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិគឺសារធាតុផាក្លូប៊ូត្រាសូល (paclobutrazol) ដែលមានលក់ក្នុងលក្ខណៈផលិតផលដែលមានឈ្មោះអាជីវកម្មផ្សេងៗ។ ការប្រើសារធាតុក្រុមនេះត្រូវមានការប្រុងប្រយ័ត្នជាពិសេស គឺភាពសមស្របនៃកំហាប់ដែលប្រើ។ បើសិនជាប្រើកំហាប់ខ្ពស់ពេកនឹងអាចធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិដុះខុសប្រក្រតីបាន។ ចំណុចល្អនៃការប្រើប្រាស់សារធាតុក្រុមនេះគឺ ការគ្រប់គ្រងកម្ពស់ និងសំយាកគុម្ព។ សម្រាប់ឈើលម្អប្រភេទខ្លះប្រទះឃើញថាធ្វើឱ្យចេញផ្កាបានលឿនឡើង ផ្កាមានទំហំធំ និងមានពណ៌ក្រម៉ៅ ចំនួនឡើងរបស់ផ្កាកើនឡើង ស្លឹកមានពណ៌បៃតងក្រម៉ៅជាដើម។ សម្រាប់ចំណុចអវិជ្ជមានសារធាតុនេះមានឥទ្ធិពលធ្វើឱ្យស្លឹកមានទំហំតូចជាងមុន ឬធ្វើឱ្យដើមក្រិន។ ពេលប្រើក្នុងកំហាប់ខ្ពស់ពេកសង្កេតឃើញថា ផ្កាក៏មានទំហំតូចជាងមុនដែរសម្រាប់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ។

សារធាតុផាក្លូប៊ូត្រាសូល (paclobutrazol) ដែលមានលក់ក្នុងទីផ្សារទូទៅវាស្ថិតក្នុងក្រុមសារធាតុដែលរលាយក្នុងទឹក។ វិធីការប្រើប្រាស់គឺ រំលាយសារធាតុនេះក្នុងទឹកឱ្យចូលគ្នា តាមកំហាប់ដែលត្រូវការ។

បើសិនជាប្រើវិធីស្រោចទៅលើដីនឹងត្រូវប្រើកំហាប់ទាបជាងកំហាប់ដែលប្រើបាញ់លើស្លឹក។ ឧទាហរណ៍ដូចជា បើសិនជាប្រើស្រោចលើដី ប្រើកំហាប់ប្រហែល 20 – 80ppm ចំណែកការបាញ់លើស្លឹកត្រូវប្រើកំហាប់ប្រហែល 200 – 800ppm ជាដើម។ ចំនួនដងនៃការប្រើសារធាតុក៏មានសារៈសំខាន់ដូចគ្នា ដូច្នេះហើយអ្នកប្រើប្រាស់ត្រូវសាកល្បងដោយខ្លួនឯង ដើម្បីឱ្យបានកំហាប់ដែលសមស្របក្នុងការដាំដុះ។ រុក្ខជាតិលម្អដែលមានការប្រើប្រាស់សារធាតុក្នុងក្រុមនេះហើយទទួលបានជោគជ័យមានដូចជា ផ្កាស្ពៃព្រៀង ស្ពៃព្រៀងផ្កាយ ផ្កាឈូករ័ត្នតឿ កុលាបគ្រីសសែនធីមុំ ដើមអូគីដេពពួកខែនដ្រូបៀម (Dendrobium) ជាដើម។ ក្រៅពីនេះគេប្រើសារធាតុនេះក្នុងការបន្ថយកម្ពស់របស់ស្មៅក្នុងទីធ្លារសួនច្បារ ដើម្បីបន្ថយប្រាក់កាស និងកម្លាំងពលកម្មក្នុងការកាត់។ អ្នកខ្លះបានសាកល្បងប្រើសារធាតុនេះជាមួយឈើលម្អផ្សេងទៀតដូចជា ដើមឫស្សីកុងស៊ីអ៊ុន នាងក្រមុំលាបម្សៅ ដែលធ្វើឱ្យដើមទាំងនេះមានចន្លោះថ្នាំងខ្លី ញឹក ធ្វើឱ្យដើមតូចស្រស់ស្អាត។

១១.២ ការប្រើសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ក្នុងការខារបណ្ដុះជាលិការុក្ខជាតិ

ការបណ្ដុះជាលិការុក្ខជាតិកំពុងពេញនិយមណាស់ក្នុងបច្ចុប្បន្នព្រោះវាជាការពង្រីកពូជដែលនឹងទទួលបានដើមរុក្ខជាតិច្រើនក្នុងពេលតែមួយ អាចគ្រប់គ្រងកត្តាផ្សេងៗដែលមានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិបានយ៉ាងសមស្រប។ ការបណ្ដុះជាលិការុក្ខជាតិក្នុងបច្ចុប្បន្ននិយមប្រើប្រាស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិមកផ្សំជាមួយអាហារសិប្បនិម្មិតដើម្បីបានទទួលលទ្ធផលកាន់តែល្អប្រសើរ។

Thelarak (2019) បានសិក្សាពីការបន្ថែមសារធាតុ BA និង NAA និងកំហាប់របស់ពន្លឺលើការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍របស់ដើមហ្វឺន *Platycerium coronarium* ក្នុងបន្ទប់ពិសោធន៍។ ការសិក្សាធ្វើដោយការនាំយកស្ប៉ូរ៉ូភីត (sporophyte) និង គេមីតូភីត (gametophyte) ដែលទទួលបានពីការបណ្ដុះជាលិកាមកបណ្ដុះក្នុងអាហារសម្រេច MS ដោយចែកចេញជាអាហារដែលមិនបានបន្ថែមអរម៉ូនរុក្ខជាតិ និងបន្ថែមអរម៉ូន BA និង NAA តាមកំហាប់ផ្សេងៗ (NAA កំហាប់ 0.1 និង 0.2mg/L; BA កំហាប់ 1.0 និង 2.0mg/L; BA+NAA កំហាប់ 0.1:0.1, 0.2:0.2, 0.1:0.2 និង 0.2:0.1mg/L តាមលំដាប់) ក្នុងរយៈពេល ៤ ខែ។ តាមរយៈការពិសោធសង្កេតឃើញថា គេមីតូភីតមានការលូតលាស់កើនឡើងតាមបច្ច័យនីមួយៗខុសគ្នាតាមស្ថិតិ។ គេមីតូភីតមានទម្ងន់ស្រស់កើនឡើងខ្ពស់បំផុតពេលដែលបន្ថែមសារធាតុ BA កំហាប់ ០.២ មីលីក្រាម/លីត្រ ដោយមានទម្ងន់ស្រស់កើនឡើងមធ្យម ១.៤៤ ក្រាម ចំណែកស្ប៉ូរ៉ូភីតមានទម្ងន់កើនឡើងមិនខុសគ្នាតាមស្ថិតិនោះទេ។ ចំណែកលទ្ធផលនៃការបន្ថែមសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់រួមគ្នារវាង BA និង NAA ក្នុងការបណ្ដុះស្ប៉ូរ៉ូភីតវាបានធ្វើឱ្យការលូតលាស់របស់ស្ប៉ូរ៉ូភីតកើនឡើងដោយប្រើសមាមាត្រសារធាតុ BA និង NAA ក្នុងសមាមាត្រ 1:1 ធ្វើឱ្យទម្ងន់ស្រស់របស់ដើមហ្វឺនកើនឡើង ១.៤៥ ក្រាម។ ការសិក្សាឥទ្ធិពលនៃកំហាប់ពន្លឺលើការលូតលាស់របស់ដើមហ្វឺនដោយផ្ដល់កំហាប់ពន្លឺក្នុងកម្រិត ១០០០, ២០០០ និង ៤០០០ ឡាក់ក្នុងរយៈពេល ៤ ខែ។ លទ្ធផលបានបង្ហាញឱ្យឃើញថាវាមានឥទ្ធិពលលើការការលូតលាស់របស់ដើមហ្វឺនខុសគ្នាតាមស្ថិតិ។ ដោយកំហាប់ពន្លឺដែលសមស្របលើការលូតលាស់របស់ដើមហ្វឺន *Platycerium coronarium* គឺ ៤០០០ឡាក់ ដោយទម្ងន់កើនឡើងខ្ពស់បំផុតគឺ ២.៩៣ ក្រាម។

Kachonpadongkitti and Jala (2015) បានសិក្សាអំពីឥទ្ធិពលនៃសារធាតុ BA, IAA, 2,4-D និង Kenetin លើការពង្រីកពូជរបស់ដើមស្រការនាគ ដោយប្រើផ្នែកអ៊ីប៉ូកូទីល (hypocotyl) និងស្លឹកពិតដោយការបណ្ដុះជាលិកា។ ដោយការសិក្សាបានជ្រើសយកដើមស្រការនាគដែលមានស្លឹកពិតពីការបណ្ដុះជាលិកាហើយ ៨ សប្ដាហ៍មកកាត់បែងជា ៣ ផ្នែកគឺ ផ្នែកចុងស្លឹកពិត ផ្នែកកណ្ដាលស្លឹក និងផ្នែកគល់ស្លឹក រួមទាំងផ្នែកអ៊ីប៉ូកូទីល។

គេបាននាំយកផ្នែកទាំងនោះទៅបណ្ដុះជាលិកាលើអាហារសំយោគ MS ដែលបន្ថែមសារជាតុ BA ឬ IAA ក្នុងកំហាប់ 0 ទៅ ៥ មីលីក្រាមក្នុងមួយលីត្រ ដើម្បីជំរុញឱ្យវាកើតដើម និងឫសថ្មី។ គេប្រើសារជាតុ 2,4-D ក្នុងកំហាប់ 0 ទៅ ៥ មីលីក្រាមក្នុងមួយលីត្រដើម្បីជំរុញឱ្យវាកើតយែលឡាស់ (callus)។ លទ្ធផលបានបង្ហាញឱ្យឃើញថា ការប្រើសារជាតុ IAA ក្នុងកំហាប់ 0 ទៅ ២ មីលីក្រាមក្នុងមួយលីត្រអាចជំរុញឱ្យដើមស្រកានាគចេញឫស និងស្លឹកបានច្រើនជាងការប្រើសារជាតុ BA ហើយផ្នែកនៃអ៊ីប៉ូកូទីលមានត្រួយចេញថ្មីច្រើនបំផុតគឺ ១.២ និង ១.០៦ ត្រួយ។ ប្រវែងមធ្យមគឺ ០.៨ និង ០.៦ សង់ទីម៉ែត្រតាមលំដាប់ ហើយវាក៏អាចជំរុញឱ្យដើមថ្នាំដក់កើតឫសបានច្រើនបំផុតផងដែរគឺ ៣.៦ និង ២.៨ ឫស ចំណែកប្រវែងរបស់ឫសគឺ ៥.២ និង ៣.២ សង់ទីម៉ែត្រតាមលំដាប់។ ចំណែកសារជាតុ 2,4-D កំហាប់ ១ មីលីក្រាមក្នុងមួយលីត្រ អាចជំរុញការកើតយែលឡាស់ពីផ្នែកកណ្ដាលស្លឹកបានតិចតួច។

Muangkaewngarm (2014) បានសិក្សាពីសារជាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ដំណាំលើការបណ្ដុះជាលិការបស់ឈើលម្អឈ្មោះ *Etlingera elatior*។ ការសិក្សាដំណើរការដោយការយកបំណែករបស់ដើមរុក្ខជាតិលម្អមកបណ្ដុះក្នុងអាហារសម្រេចឈ្មោះថា Murashige and Skoog (MS) ដោយការបន្ថែមសារជាតុ Benzylademine (BA) និង Kinetin (KN) ក្នុងកម្រិតកំហាប់ ១.០, ២.០, ៣.០, ៤.០ និង ៥.០ មីលីក្រាមក្នុងមួយលីត្រ។ បណ្ដុះជាលិកាក្នុងបន្ទប់ដែលមានសីតុណ្ហភាព ២៥ អង្សាសេដោយប្រើកំហាប់ពន្លឺ ២០០០ ឡាក់រយៈពេល ១៦ ម៉ោងក្នុងមួយថ្ងៃ។ ក្រោយពីបណ្ដុះជាលិកាបាន ៨ សប្ដាហ៍ប្រទះឃើញថា អត្រាការផលិតត្រួយកើតឡើង ១០០% មិនមានភាពខុសគ្នាតាមស្ថិតិនោះទេ។ ចំណែកបរិមាណរបស់ត្រួយសង្កេតឃើញថា អាហារដែលដាក់បន្ថែមសារជាតុ BA កំហាប់ ៣ មីលីក្រាមក្នុងមួយលីត្រ ធ្វើឱ្យមានចំនួនត្រួយល្អបំផុតគឺ ១០.៦២ ត្រួយក្នុងមួយសំណាក។

Boondech and Wongsasa (2018) បានសិក្សាពីឥទ្ធិពលនៃសារជាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិលើការផ្លាស់ប្ដូរលក្ខណៈរូបរាងរបស់ចុងត្រួយដើមទៅក្លួយក្នុងការបណ្ដុះជាលិការុក្ខជាតិ។ លទ្ធផលការសិក្សាលើប្រភេទ និងបរិមាណរបស់សារជាតុសម្លាប់មេរោគផ្នែកខាងក្រៅដែលសមស្របបំផុតសម្រាប់ការសម្អាតបំណែកនៃទៅក្លួយដែលយកមកបណ្ដុះគឺសារជាតុ Clorox 15% ហើយត្រូវត្រាំរយៈពេល ១០ នាទី។ លទ្ធផលនៃការប្រើសារជាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិបន្ថែមទៅក្នុងអាហារ MS (BA, Kinetin, TDZ, IAA និង NAA) ក្នុងកំហាប់ 0, ០.៥, ១.០, ២.០ និង ៤.០ មីលីក្រាមក្នុងមួយលីត្រ ដោយបណ្ដុះជាលិការយៈពេល ១២ សប្ដាហ៍។ លទ្ធផលបានបង្ហាញឱ្យឃើញថា ការប្រើសារជាតុ BA កំហាប់ ០.៥ មីលីក្រាមក្នុងមួយលីត្រធ្វើឱ្យកើតត្រួយដុះច្រើនបំផុតគឺ ១២.៥ ត្រួយក្នុងមួយសំណាក។ ចំណែកការប្រើសារជាតុ NAA ក្នុងកំហាប់ ២.០ មីលីក្រាមក្នុងមួយលីត្រធ្វើឱ្យកើតឫសច្រើនបំផុតគឺ ២០.៤ ឫស។

១១.៣ កត្តាដែលមានឥទ្ធិពលលើប្រសិទ្ធភាពរបស់អរម៉ូនរុក្ខជាតិ

ការប្រើប្រាស់អរម៉ូនរុក្ខជាតិ ទោះបីជាសារជាតុតែមួយ ឬសារជាតុប្រភេទតែមួយក៏អាចបានទទួលលទ្ធផលផ្សេងគ្នាផងដែរ។ ដូច្នេះកត្តាផ្សេងៗដែលកើតឡើងនោះត្រូវអាស្រ័យទៅលើកត្តាទាក់ទងនឹងរុក្ខជាតិ កត្តាទាក់ទងនឹងបរិស្ថាន រួមទាំងកត្តាដែលទាក់ទងនឹងសារជាតុដែលនាំយកមកប្រើប្រាស់។

១១.៣.១ កត្តារបស់រុក្ខជាតិ រុក្ខជាតិប្រភេទនីមួយៗមានភាពខុសគ្នាច្រើនផ្នែក ដែលធ្វើឱ្យឥទ្ធិពលនៃការប្រើសារជាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ត្រូវមានវិធីប្រើប្រាស់ខុសៗគ្នា។ កត្តារបស់រុក្ខជាតិមានតួនាទីសំខាន់ក្នុងរឿងនេះគឺៈ

១. ទម្រង់របស់រុក្ខជាតិ គឺរុក្ខជាតិប្រភេទនីមួយៗមានទម្រង់ជាលិកា ៣ ប្រភេទគឺ dermal tissue, ground or fundamental tissue និង vascular tissue ដែលជាការតម្រៀប និងបរិមាណរបស់ជាលិកាប្រភេទនីមួយមានភាពខុសគ្នាទៅតាមអាយុ និងប្រភេទរបស់រុក្ខជាតិ រួមទាំងតំណែងនៃរុក្ខជាតិ។ ទម្រង់ផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិមានតួនាទីសំខាន់ក្នុងការស្រូបយកសារធាតុ និងការបញ្ចេញលទ្ធផល ឬការឆ្លើយតបលើសារធាតុដែលបានទទួល។ ក្រៅពីនេះក្នុងការដឹកនាំសារធាតុពីកន្លែងមួយទៅកន្លែងមួយទៀតក៏ត្រូវអាស្រ័យប្រព័ន្ធការបញ្ជូនដែលមានប្រសិទ្ធភាព។ ការស្រូបសារធាតុចូលទៅក្នុងផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិនោះ ជាទូទៅកើតឡើងបរិវេណឫស និងស្លឹក តែអាចមានការប្រទះឃើញការជ្រាបចូលរបស់សារធាតុទៅក្នុងរុក្ខជាតិឆ្លងកាត់តាមស្នាមបែកធម្មជាតិ និងដំបៅដែលប្រទះឃើញតាមដើម និងមែកបានដូចគ្នា។ ទម្រង់ដែលសំខាន់នៃស្រទាប់ dermal tissue ដែលចាត់ទុកថាជាទ្វារដំបូងក្នុងការចូលទៅក្នុងរុក្ខជាតិនៃសារធាតុគីមីពីខាងក្រៅដើម្បីរួមមាន៖

(១) សារធាតុពពួកក្រមួន (wax and cutin) ជាសារធាតុដែលស្រោបបរិវេណផ្ទៃស្លឹក និងផ្ទៃផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិ ធ្វើតួនាទីការពារការខូចខាតទឹកចេញពីរុក្ខជាតិ។ សារធាតុពពួកក្រមួនតែងតែមិនរលាយក្នុងទឹក ទើបជាអ្នករារាំងការចូលទៅក្នុងរុក្ខជាតិរបស់សារធាតុអរម៉ូន និងជាកត្តាមួយដែលមានឥទ្ធិពលលើការប្រើសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ។

(២) ទម្រង់ផ្នែកអេពីឌែម (epidermis) ក្នុងរុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះមានរោម ឬបន្លាដែលប្រទះឃើញក្នុងស្រទាប់នេះ ដែលមានតួនាទីការពារគ្រោះថ្នាក់សម្រាប់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ។ រោមរបស់សាវម៉ាវដែលហៅថា spintern នឹងមានចំនួនរបស់ស្តូម៉ាតច្រើនជាងបរិវេណដែលសំបកផ្លែប្រហែល ៥ ដង។ លក្ខណៈនេះមានឥទ្ធិពលលើការបាត់បង់ជាតិទឹករបស់ផ្លែសាវម៉ាវ។ ក្រៅពីនេះក្នុងរុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះនឹងមានស្រទាប់អេពីឌែមច្រើនជាង ១ ស្រទាប់ហៅថា multiple epidermis ។ ការដែលមានចំនួនស្រទាប់ epidermis ច្រើនស្រទាប់នឹងមានឥទ្ធិពលលើការស្រូបចូលរបស់សារធាតុគីមីចូលទៅក្នុងរុក្ខជាតិ។

(៣) ស្តូម៉ាត (stomata) និងរន្ធធម្មជាតិដូចជាឡង់ទីសេល (lenticel) និងស្នាមបែកតាមធម្មជាតិដែលជារន្ធឱ្យសារធាតុចូលទៅក្នុងផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិ។ រុក្ខជាតិលើគោកជាទូទៅមានចំនួនស្តូម៉ាតស្ថិតនៅក្រោមស្លឹកច្រើនជាងលើផ្ទៃស្លឹក។ ដូច្នេះហើយការផ្តល់សារធាតុដល់រុក្ខជាតិតាមរយៈស្លឹក ទើបនិយមបាញ់ថ្នាំទាំងផ្នែកខាងលើនិងក្រោមស្លឹក។ ក្រៅពីនេះ ក្នុងផ្នែកមែក និងដើមក៏នៅមានផ្លូវចូលទៅក្នុងបានដូចគ្នា។ សម្រាប់ស្រទាប់ ground tissue និង vascular tissue ពួកវាជាជាលិកាដែលមានតួនាទីក្នុងការបញ្ជូនបន្តនៃសារធាតុដែលរុក្ខជាតិទទួលចូល ដើម្បីបញ្ជូនទៅកាន់បរិវេណដែលមានមានការឆ្លើយតបលើសារធាតុប្រភេទនីមួយៗ។

២. អាយុរុក្ខជាតិ និងផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិ ប្រតិកម្មរបស់រុក្ខជាតិទៅលើសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ អាចខុសគ្នា ទោះបីជាប្រើសារធាតុប្រភេទតែមួយ និងកំហាប់ស្មើគ្នា។ មូលហេតុដូចនេះគឺព្រោះថារុក្ខជាតិមានអាយុខុសគ្នាដែលវាជះឥទ្ធិពលទៅលើភាពពេញលេញនៃការលូតលាស់របស់កោសិកា និងជាលិកាដែលខុសគ្នា។ ក្រៅពីនេះ កម្រិតរបស់សារធាតុចិញ្ចឹម និងអរម៉ូនរបស់រុក្ខជាតិក៏ខុសគ្នាដែរ។ ដូច្នេះហើយទោះបីជាយើងធ្លាប់ប្រើសារធាតុប្រភេទណាមួយ ក្នុងកម្រិតកំហាប់មួយបានផលល្អក៏ដោយ តែយើងអាចនឹងធ្វើឱ្យលទ្ធផលខុសគ្នាពេលប្រើលើកក្រោយដោយសារអាយុរបស់រុក្ខជាតិបាន។ ការប្រើសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ អាចត្រូវដឹងពីតំណែងច្បាស់លាស់ ឬផ្នែករបស់រុក្ខជាតិដែលប្រើសារធាតុនោះផងដែរ ដើម្បី

បន្ថយបញ្ហាដែលកើតឡើង។ រយៈផ្សេងៗនៃការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិចែកចេញជា រយៈការលូតលាស់ផ្នែកសរីរៈ រយៈការលូតលាស់ផ្នែកបន្តពូជ និងរយៈការចាស់ជរា។

(១) រយៈការលូតលាស់ផ្នែកសរីរៈ (vegetative phase) ជារយៈដែលរុក្ខជាតិមានការលូតលាស់ផ្នែកមែកធាង ដោយគ្មានការកើតផ្កា និងផ្លែនោះទេ។ វាចាប់ផ្តើមលូតលាស់តាំងពីដុះចេញពីគ្រាប់រហូតដល់ដើមធំពេញលេញ។ ក្នុងរយៈនេះ សកម្មភាពផ្សេងៗដែលកើតឡើង មានការផលិតអាហារ និងការប្រើអាហារដែលត្រូវបានបង្កើតឡើងដើម្បីប្រើប្រាស់ក្នុងការលូតលាស់។

(២) រយៈការបន្តពូជ (reproductive phase) ជារយៈដែលរុក្ខជាតិមានការផលិតផ្កា និងមានការបង្កាត់ពូជ រួមទាំងការមានផ្លែ និងការអភិវឌ្ឍរបស់ផ្លែ។ ក្នុងរយៈនេះ អាហារត្រូវបានផលិតឡើងភាគច្រើនគឺត្រូវបញ្ជូនទៅរក្សាទុកនៅផ្នែកផ្លែ ដែលផ្លែមានតួនាទីរក្សាសារជាតុចិញ្ចឹម។ តែទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ អាហារដែលត្រូវផលិតឡើងដោយផ្នែកខ្លះដែលត្រូវនាំមកប្រើក្នុងការរស់នៅ។

(៣) រយៈការចាស់ជរា (senescence phase) ជារយៈដែលរុក្ខជាតិចូលក្នុងការអភិវឌ្ឍថយក្រោយ និងនាំទៅកាន់ការស្លាប់របស់រុក្ខជាតិ និងផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិ។ ក្នុងរយៈនេះ វិធីសាស្ត្រការផលិតអាហារ និងថយចុះដោយសារសរីរៈផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិចាប់ផ្តើមថយចុះ ស្របពេលដែលមានការបំបែកជាតុសារជាតុចិញ្ចឹមនៅតែមានបន្តដើម្បីបានទទួលថាមពលរស់នៅ។ ដូច្នេះអាហារដែលរក្សាទុកក្នុងរុក្ខជាតិក៏ត្រូវនាំយកមកប្រើប្រាស់ជាបន្តបន្ទាប់ ទើបជាមូលហេតុធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិ និងផ្នែកខ្លះរបស់រុក្ខជាតិស្លាប់។ ដោយសារមូលហេតុដែលបានលើកឡើងមកនេះ ធ្វើឱ្យយើងត្រូវពិចារណាលើអាយុ និងរយៈការលូតលាស់ រួមទាំងតំណែង ឬផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិជាគោលក្នុងការប្រើសារជាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដែលជាកត្តាសំខាន់។

៣. ភាពរឹងមាំរបស់រុក្ខជាតិ ក្នុងចំណុចនេះក្រៅពីកត្តាដែលទាក់ទងនឹងភាពសំបូរនៃសារជាតុចិញ្ចឹម និងកម្រិតអរម៉ូនខាងក្នុងរុក្ខជាតិ (endogenous hormones) ហើយនោះ វាត្រូវផ្តោតលើភាពរឹងមាំរបស់រុក្ខជាតិដែលគ្មានការចូលបំផ្លាញពីសត្វល្អិតចង្រៃ និងមេរោគផ្សេងៗផងដែរ។ ភាពរឹងមាំរបស់រុក្ខជាតិជាអ្នកប្រាប់ពីភាពរួចរាល់នៃការបាញ់សារជាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដើម្បីបំផ្លាញដំណោក។ បើសិនជារុក្ខជាតិមានភាពរឹងមាំគ្រប់ផ្នែក ប្រតិកម្មលើសភាវៈជុំវិញពីខាងក្រៅនឹងឃើញកាន់តែច្បាស់លាស់។

១១.៣.២ កត្តាផ្នែកបរិស្ថាន ជាទូទៅបរិស្ថានតែងតែមានតែងតែមានទំនាក់ទំនងជាមួយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ដែលរួមផ្សំទៅដោយកត្តាផ្សេងៗដូចជាលក្ខណៈផ្ទៃដី លក្ខណៈអាកាសធាតុ រួមទាំងមេរោគ និងសត្វល្អិតចង្រៃ។

១. លក្ខណៈភូមិសាស្ត្រ ឬតំបន់ ការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិប្រភេទតែមួយ ដែលដាំក្នុងតំបន់ដែលខុសគ្នា នឹងបញ្ចេញលក្ខណៈខុសគ្នា។ ទាំងនេះគឺដោយសារលក្ខណៈរបស់ភូមិសាស្ត្រខុសគ្នា នឹងមានភាពខុសគ្នាក្នុងរឿងភូមិអាកាសដូចជា តំបន់ប៉ូល និងតំបន់អេខ្វាទ័រនឹងមានអាកាសធាតុខុសគ្នាដាច់ស្រឡះ។ ក្រៅពីនេះលក្ខណៈរបស់ភូមិសាស្ត្រដែលខុសគ្នានឹងកំណត់ប្រភេទ និងពូជរបស់រុក្ខជាតិផងដែរ។ ឧទាហរណ៍ ក្នុងភាគខាងជើងដែលមានអាកាសធាតុរងារ អាចដាំឈើហូបផ្លែក្នុងតំបន់រងារបានដូចជាទន្លាប់ សាលី និងស្ត្របឺរីជាដើម ស្របពេលដែលក្នុងតំបន់អេខ្វាទ័រមិនអាចដាំបាន។ តំបន់ដែលស្ថិតនៅទំនាប ឬខ្ពង់រាបគឺមានឥទ្ធិពលលើការប្រើសារជាតុក្នុងប្រតិបត្តិការ។

២. លក្ខណៈអាកាសធាតុ មានឥទ្ធិពលក្នុងការប្រើសារជាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិគឺៈ

(ក) **ពន្លឺ** ត្រូវពិចារណាទាំងក្នុងផ្នែកគុណភាព និងបរិមាណរបស់ពន្លឺព្រមគ្នា ប្រវែងរលកពន្លឺ ប្រភេទរបស់ពន្លឺ និងកំហាប់របស់ពន្លឺ។ កត្តាពន្លឺមានតួនាទីសំខាន់លើការជំរុញឱ្យសារធាតុចូលទៅក្នុងរុក្ខជាតិបានកាន់តែលឿន ឬយឺតជាងមុន និងមានឥទ្ធិពលលើការបន្សាបសារធាតុដែលស្តុកក្នុងរុក្ខជាតិ (photo-degradation)។ ការផ្តល់សារធាតុលើដំណាំក្នុងពេលដែលមានពន្លឺថ្ងៃខ្ពស់ នឹងមានឥទ្ធិពលអវិជ្ជមានលើរុក្ខជាតិជាងការផ្តល់សារធាតុក្នុងពេលព្រឹក ឬពេលល្ងាច ព្រោះដំណក់សារធាតុដែលស្តុកនៅក្នុងដើមពេលត្រូវពន្លឺខ្លាំង វានឹងធ្វើឱ្យជាលិកាបរិវេណដំណក់ទឹកឆេះឬខូចខាត។ ក្រៅពីនេះអាចគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះអាចខូចខាត ឬបំបែកធាតុពេលដែលត្រូវកម្តៅខ្ពស់ និងពន្លឺថ្ងៃ ដែលជាមូលហេតុធ្វើឱ្យសារធាតុអរម៉ូនបញ្ចេញឥទ្ធិពលមិនពេញលេញ។

(ខ) **សីតុណ្ហភាព** ក្នុងពេលដែលផ្តល់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់រុក្ខជាតិ ត្រូវពិចារណាទៅលើសីតុណ្ហភាពអំឡុងការផ្តល់សារធាតុចំពោះរុក្ខជាតិ ព្រោះសកម្មភាពផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិដែលទាក់ទងនឹងសារធាតុដែលដាក់ចូលទៅនោះ នឹងកើតឡើងយឺត ឬលឿន គឺអាស្រ័យទៅលើសីតុណ្ហភាពសមស្រប (optimum temperature) ដោយសារអង់ស៊ីមនឹងខូចគុណភាពពេលត្រូវកម្តៅខ្ពស់ក្នុងរយៈពេលយូរ។ ផ្ទុយពីនេះ ក្នុងស្ថានភាពដែលមានសីតុណ្ហភាពទាបពេក នឹងមានលទ្ធផលអវិជ្ជមានលើការធ្វើការរបស់អង់ស៊ីម។

(គ) **ទឹក** ជាកត្តាដែលមានតួនាទីសំខាន់ក្នុងរុក្ខជាតិ និងភាវៈរស់គ្រប់ប្រភេទ។ ទឹកចាត់ទុកជាសារធាតុរំលាយដ៏ល្អបំផុត។ ក្រៅពីនេះទឹកជាអ្នកនាំយករ៉ែធាតុ និងសារធាតុគីមីផ្សេងៗចូលទៅក្នុងរុក្ខជាតិ។ ការផ្តល់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ត្រូវសង្កេតមើលលក្ខណៈរបស់រុក្ខជាតិអំឡុងពេលផ្តល់សារធាតុនោះផងដែរ។ ឧទាហរណ៍ដូចជាសារធាតុ Phosfon-D ដែលជាសារធាតុនិយមស្រោចលើដី បើសិនជាប្រើពេលដែលទើបមានភ្លៀងធ្លាក់ អាចនឹងធ្វើឱ្យវាហូរទៅជាមួយទឹកលើដីដែលធ្វើឱ្យខូចខាត និងខាតបង់សារធាតុ។ តែបើសិនជាផ្តល់សារធាតុនេះក្នុងអំឡុងពេលរុក្ខជាតិខ្វះទឹកធ្ងន់ធ្ងររហូតដល់ស្លឹកស្វិតស្រពោន សារធាតុនេះនឹងចូលទៅកាន់រុក្ខជាតិយ៉ាងឆាប់រហ័ស ដែលអាចធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិបានទទួលការខូចខាត។ ដូច្នេះហើយទើបត្រូវសាកល្បងរកលក្ខណៈដែលសមស្របសម្រាប់រុក្ខជាតិ និងសារធាតុប្រភេទណាមួយមុននាំយកទៅប្រើប្រាស់ពិត។

(ឃ) សំណើមក្នុងបរិយាកាស (relative humidity) បច្ចុប្បន្នមានតួនាទីសំខាន់ណាស់លើការផ្តល់សារធាតុលើរុក្ខជាតិដោយការបាញ់តាមស្លឹក។ សំណើមក្នុងបរិយាកាសមានឥទ្ធិពលលើការបើកបិទស្តូម៉ាត ដែលនឹងធ្វើឱ្យអត្រាការជ្រាបចូលរបស់សារធាតុលឿន ឬយឺតអាស្រ័យលើប្រភេទរបស់សារធាតុ។

(ង) ខ្យល់ ល្បឿន និងទិសដៅការបក់របស់ខ្យល់ ជាកត្តាសំខាន់ក្នុងការកំណត់បែបផែនការផ្តល់សារធាតុទៅលើរុក្ខជាតិ។ ជាទូទៅខ្យល់ខ្លាំងគឺមិនសមស្របក្នុងការផ្តល់សារធាតុដល់ដំណាំទេ។

(ច) ភ្លៀង ក្រោយពីផ្តល់សារធាតុដល់រុក្ខជាតិហើយយ៉ាងតិច ៦ ម៉ោងគឺត្រូវគ្មានភ្លៀង ព្រោះភ្លៀងដែលធ្លាក់ចុះមកទៅលាងសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ដែលជាប់លើស្លឹក ធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិបានទទួលសារធាតុមិនពេញលេញ។ ចំណុចមួយទៀតគឺ ភ្លៀងដែលធ្លាក់ខ្លាំងធ្វើឱ្យសារធាតុដែលផ្តល់ទៅលើដំណាំនោះត្រូវបានលាងជម្រះ ឬស្រូបចូលទៅក្នុងដើមរុក្ខជាតិខ្ពស់ជាងសារធាតុដែលរុក្ខជាតិនាំទៅប្រើប្រាស់។

៣. ជំងឺ និងសត្វល្អិតចង្រៃ ជាមូលហេតុសំខាន់មួយទៀតដែលធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិមានលក្ខណៈខុសប្រក្រតី និងស្លាប់។ ពេលខ្លះការផ្តល់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ ចាំបាច់ត្រូវមើលថែរុក្ខជាតិផ្នែកផ្សេងៗឱ្យបានល្អជាមុនសិន ដើម្បីបានផលល្អ មិនមានកត្តាផ្សេងៗធ្វើឱ្យខូចខាត ដែលធ្វើឱ្យការប្រើថ្នាំគ្មានប្រយោជន៍។

១១.៣.៣ កត្តាទាក់ទងនឹងសារធាតុដែលប្រើ សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដែលប្រើទូទៅ មានភាពខុសគ្នាទាំងប្រភេទ និងប្រសិទ្ធភាព ដែលធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិមានប្រតិកម្មខុសៗគ្នាដែរ។ កត្តាដែលធ្វើឱ្យសារធាតុនីមួយៗ បញ្ចេញឥទ្ធិពលខុសគ្នានោះបណ្តាលមកពីៈ

១. ទម្រង់របស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដែលប្រើ ភាគច្រើនជាទម្រង់សារធាតុសូលុយស្យុង (solution) ដែលមានសារធាតុរំលាយ (solvent) ខុសៗគ្នា។ ជាទូទៅសារធាតុរំលាយដែលប្រើនោះគឺ ទឹក អាកុល (និយមប្រើ ethyl alcohol ច្រើនជាង methyl alcohol ព្រោះ ethyl alcohol មានជាតិពុលលើជាលិការុក្ខជាតិតិចជាការប្រើ ethyl alcohol ក្នុងករណីដែលប្រើកំហាប់ស្មើគ្នា)។ ប្រភេទខ្លះស្ថិតក្នុងទម្រង់ជាម្សៅ (dust) ដូចជា អរម៉ូនជំរុញពីក្រុមអុកស៊ីនដែលមានឈ្មោះអាជីវកម្មថា Seradix ។ ក្រៅពីនេះមានសារធាតុប្រភេទខ្លះដូចជា អេទីឡែន (ethylene) ដែលស្ថិតក្នុងទម្រង់ជាឧស្ម័ន។ ពេលយើងដឹងពីទម្រង់ផ្សេងៗរបស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិឱ្យសមស្របយ៉ាងសមស្រប និងមានប្រសិទ្ធភាព។

២. ប្រភេទ និងគុណភាពរបស់សារធាតុដែលប្រើ ការជ្រើសរើសប្រើសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ត្រូវពិចារណាដល់គុណសម្បត្តិរបស់សារធាតុ និងគោលដៅក្នុងការប្រើសារធាតុនោះផងដែរ។ សារធាតុប្រភេទខ្លះ ទោះបីជាប្រភេទដូចគ្នា តែបញ្ចេញលទ្ធផលខុសគ្នា ទិន្នន័យទាំងនេះត្រូវធ្វើការសាកល្បងប្រើឱ្យដឹងផលជាមុនសិន។

៣. កំហាប់របស់សារធាតុ សារធាតុគីមីដែលប្រើប្រាស់ដោយទូទៅរួមផ្សំទៅដោយសារធាតុប្រតិកម្ម និងសារធាតុធ្វើឱ្យកំហាប់ទាបចុះ។ ក្រៅពីនេះអាចមានការផ្សំសារធាតុជួយបន្ថែមប្រសិទ្ធភាពផងដែរ។ សារធាតុទាំងនេះតែងតែបិទបាំងការសម្ងាត់ផ្នែកអាជីវកម្ម ព្រោះសារធាតុប្រភេទតែមួយ និងកំហាប់ខុសគ្នា អាចមានប្រសិទ្ធភាពខុសគ្នា ដោយសាររុក្ខជាតិអាចនាំយកសារធាតុទៅប្រើប្រាស់បានតិច ឬច្រើនខុសគ្នា។ កំហាប់របស់សារធាតុនីមួយៗតែងតែមានភាពជាក់លាក់ជាមួយរុក្ខជាតិក្រុមណាមួយ ឬប្រភេទណាមួយប៉ុណ្ណោះ។ ពេលដែលកំហាប់របស់សារធាតុណាមួយផ្លាស់ប្តូរ លទ្ធផលអាចចេញមកផ្ទុយពីការរំពឹងទុក ឬមិនបញ្ចេញប្រតិកម្មសោះឡើយក៏មាន។ យ៉ាងណាក៏ដោយ ការជ្រើសរើសទិញផលិតផលសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ គួរពិចារណាពីបរិមាណ និងប្រភេទរបស់សារធាតុប្រតិកម្ម និងតម្លៃក្នុងការសម្រេចចិត្តទិញ។

៤. សារធាតុជួយបន្ថែមប្រសិទ្ធភាព សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដែលមានលក់ដូរជាទូទៅនោះ យីហោខ្លះស្ទើតែគ្មានអ្វីខុសគ្នាឡើយ។ តែទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយមនុស្សក៏ចូលចិត្តទិញផលិតផលណាមួយដែលគេពេញចិត្ត។ មូលហេតុនេះគឺអាចបណ្តាលមកពីប្រសិទ្ធភាពនៃការប្រើសារធាតុ ព្រោះសារធាតុគីមីក្នុងវិស័យកសិកម្មដែលគេលក់ អាចមានផ្សំសារធាតុជួយបន្ថែមប្រសិទ្ធភាពដើម្បីឱ្យងាយស្រួលក្នុងការប្រើប្រាស់។ យើងត្រូវពិចារណាផលវិជ្ជមាន និងអវិជ្ជមាននៃការប្រើប្រាស់សារធាតុបន្ថែមប្រសិទ្ធភាពផងដែរ។ ក្នុងករណីដែលត្រូវការប្រើសារធាតុជួយបន្ថែមប្រសិទ្ធភាព ក៏ត្រូវប្រើឱ្យសមស្របថាតើត្រូវប្រើសារធាតុណា ដោយពិចារណាពីគោលបំណងក្នុងការប្រើប្រាស់។ ឧទាហរណ៍នៃសារធាតុជួយបន្ថែមប្រសិទ្ធភាពដែលប្រើជាទូទៅអាចចែកចេញជា ៦ ប្រភេទគឺ wetting agent, emulsifier, sticking agent, spreader, dispersing agent និង detergent ។

៥. វិធីដែលប្រើក្នុងការគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ជាទូទៅតែងតែមានទំនាក់ទំនងជាមួយទម្រង់របស់សារធាតុដែលប្រើ ដោយបែងចែកជា ៦ វិធីគឺ៖

(១) វិធីការបាញ់ថ្នាំលើរុក្ខជាតិ ឬផ្នែកណាមួយរបស់រុក្ខជាតិ ដោយប្រើសារធាតុដែលស្ថិតក្នុងទម្រង់ជាសារធាតុរលាយដែលចូលទៅក្នុងរុក្ខជាតិបានល្អគឺតាមរយៈស្លឹក និងស្នាមប្រេះតាមធម្មជាតិដែលមានលើស្លឹក និងមែក។

(២) វិធីការស្រោចលើដី ប្រើសារធាតុដែលស្ថិតក្នុងទម្រង់សារធាតុសូលុយស្យុងដែលអាចចូលទៅក្នុងរុក្ខជាតិបានល្អជាងតាមឫស ដោយឫសនឹងស្រូបយកសារធាតុចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធបំពង់នាំហើយបញ្ជូនទៅកាន់ផ្នែកផ្សេងៗដែលត្រូវការប្រើសារធាតុនោះ។

(៣) វិធីលាបសារធាតុលើចំណុចណាមួយរបស់រុក្ខជាតិ ដោយសារធាតុតែងតែស្ថិតក្នុងលក្ខណៈជាម្សៅទទឹក ឬផ្សំជាមួយក្រែមឡាណូលិន។ ក្នុងករណីខ្លះអាចនៅក្នុងទម្រង់ជាសារធាតុរលាយក៏បាន។ វិធីនេះនឹងធ្វើឱ្យបរិមាណរបស់ការប្រើសារធាតុថយចុះជាង ២ វិធីដំបូង ព្រោះយើងប្រើសារធាតុត្រង់ចំណុចដែលត្រូវការ។

(៤) វិធីត្រាំ ឬជ្រលក់ក្នុងសារធាតុក្នុងរយៈពេលណាមួយ ដែលជាវិធីប្រើជាមួយសារធាតុប្រភេទសូលុយស្យុងដោយនាំផ្នែករបស់រុក្ខជាតិមកត្រាំ ឬជ្រលក់ក្នុងសារធាតុរំលាយដែលត្រៀមទុក។ វិធីនេះអាចសន្សំសំចៃជាងវិធីទី (១) និងវិធី (២)។

(៥) វិធីផ្អាប់ ឬបំពុលដោយផ្សែង ប្រើជាមួយសារធាតុដែលស្ថិតក្នុងលក្ខណៈជាឧស្ម័ន ឬសារធាតុដែលបំបែកធាតុហើយបានសារធាតុថ្មីជាឧស្ម័ន។ ចំណុចដែលត្រូវប្រុងប្រយ័ត្នគឺកំហាប់របស់ឧស្ម័នផ្សេងដែលមានទំនាក់ទំនងលើប្រតិកម្មផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិ។

(៦) វិធីការផ្សំសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិទៅក្នុងដីបណ្ដុះ ឬអាហារដែលប្រើបណ្ដុះរុក្ខជាតិ ដោយវិធីដែលនិយមប្រើគឺការបណ្ដុះជាលិការបស់រុក្ខជាតិ។ វិធីដែលនិយមប្រើច្រើនបំផុតគឺ វិធីបាញ់ថ្នាំដាក់ដើមរុក្ខជាតិទៅលើផ្នែកផ្សេងៗ ដោយសារភាគច្រើនការនាំយកមកប្រើតែងតែត្រូវបានត្រៀមឱ្យស្ថិតក្នុងទម្រង់ជាសារធាតុសូលុយស្យុង។ វិធីដែលពេញនិយមបន្ទាប់មកគឺ វិធីស្រោចលើដី។

៦. ការបាត់បង់សារធាតុដែលប្រើ តាមរយៈទម្រង់របស់សារធាតុ និងវិធីការប្រើប្រាស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ធ្វើឱ្យដឹងពីវិធីការប្រើប្រាស់សារធាតុទៅលើរុក្ខជាតិដោយវិធីដែលលើកឡើងមកហើយ។ វិធីនីមួយៗមានចំណុចវិជ្ជមាន និងអវិជ្ជមានខុសគ្នា។ ក្រៅពីនេះក៏មានភាពសមស្របជាមួយសារធាតុប្រភេទខុសគ្នាទៀតផង។ ក្នុងការប្រើប្រាស់សារធាតុគីមី ឬអរម៉ូននោះ តែងតែមានការបាត់បង់ខ្លះៗក្នុងអំឡុងការប្រើប្រាស់ និងក្រោយការប្រើប្រាស់ ដោយក្នុងអំឡុងពេលមុនការប្រើប្រាស់អាចត្រូវបានខូចខាតដូចជា៖

(១). ការបាត់បង់មុនការប្រើប្រាស់សារធាតុ ទម្រង់នៃការបាត់បង់អំឡុងការត្រៀមសារធាតុរួមមានការត្រៀមសារធាតុមិនត្រឹមត្រូវ ដែលអាចកើតឡើងដោយសារ ការគណនាកំហាប់ដែលប្រើមិនត្រឹមត្រូវ។ ម្យ៉ាងទៀតការជ្រើសរើសសារធាតុរំលាយ (solvent) និងភាពជាអាស៊ីតបាសរបស់សារធាតុរំលាយ មិនត្រឹមត្រូវ ធ្វើឱ្យសារធាតុកកជាដុំ ឬមិនរលាយ។ ហើយការផ្សំសារធាតុសូលុយស្យុងច្រើនប្រភេទរួមគ្នា ដោយមិនដឹងថាសារធាតុណាដែលមិនអាចប្រើជាមួយគ្នាបាន និងការផ្សំសារធាតុទុកយូរពេក ធ្វើឱ្យវាខូចគុណភាព។ ម្យ៉ាងទៀតគឺ ការរក្សាទុកសារធាតុ stock solution ហើយនាំយកទៅបន្សាបឱ្យមានកំហាប់ទាបហើយនាំយកទៅប្រើជាមួយរុក្ខជាតិ។ ជាទូទៅនិយមរក្សាទុកក្នុងទូទឹកកក

ដែលមានសីតុណ្ហភាព ០ ទៅ ១០ អង្សាសេ។ ចំណែកការជ្រើសរើសវត្ថុស្តុកដែលប្រើសម្រាប់ដាក់ ឬស្តុកសារធាតុ ដោយសារសារធាតុប្រភេទខ្លះខូចខាតពេលត្រូវពន្លឺ។

(២). **សារធាតុបាត់បង់អំឡុងការប្រើសារធាតុ** ក្នុងករណីការប្រើសារធាតុដោយវិធីការបាញ់លើដើម ឬស្លឹកវាអាចបាត់បង់ទៅតាមខ្យល់បក់ កម្ដៅ និងការធ្លាក់ទៅលើចំណុចដែលរុក្ខជាតិមិនអាចស្រូបយកទៅប្រើប្រាស់បាន។ ចំណែកការបាត់បង់ដោយវិធីបាចតាមដី អាចកើតឡើងដោយការហូរទៅតាមផ្ទៃដី និងការជ្រាបចូលទៅក្នុងដីមិនត្រូវចំណុចឫសរុក្ខជាតិ ឬឫសរុក្ខជាតិមិនអាចស្រូបយកទៅប្រើប្រាស់បាន។ ចំណែកការរំហួតក៏អាចមានខ្លះដែរ។ ក្រៅពីនេះមានសារធាតុប្រភេទខ្លះអាចត្រូវរុក្ខជាតិផ្សេងដណ្ដើមទៅប្រើប្រាស់ និងផ្នែកខ្លះអាចត្រូវបានបំផ្លាញ ឬបំបែកធាតុដោយពន្លឺ និងភាវៈរបស់ប្រភេទផ្សេង។

(៣). **ការបាត់បង់ក្រោយពីការប្រើប្រាស់សារធាតុ** ជាទូទៅវានឹងកើតឡើងដោយសារកត្តាផ្នែកបរិស្ថានជាគោលដូចជា ភ្លៀងធ្លាក់ ក្រោយការប្រើសារធាតុរួចហើយថ្មីៗ នឹងធ្វើឱ្យសារធាតុត្រូវបានលាងជម្រះពីស្លឹករុក្ខជាតិ ឬហូរតាមទឹកទៅកន្លែងផ្សេង ពន្លឺថ្ងៃខ្លាំង និងមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ក៏មានឥទ្ធិពលលើការរំហួតរបស់សារធាតុ ធ្វើឱ្យសារធាតុមិនអាចជ្រាបចូលទៅក្នុងកោសិការុក្ខជាតិបាននោះទេ។ ម្យ៉ាងទៀតសារធាតុគីមីក៏អាចបាត់បង់តាមរយៈខ្យល់ព្យុះធ្វើឱ្យមែកបាក់ និងស្លឹករុក្ខជាតិរហែក ឬជ្រុះ ទោះបីមានឥទ្ធិពលលើការបញ្ជូនសារធាតុពីផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិ។

តាមរយៈការសិក្សាទាក់ទងនឹងកត្តាផ្សេងៗដែលបានលើកឡើងមកខាងលើ ធ្វើឱ្យយើងអាចជ្រើសរើសវិធីសាស្ត្រ និងទម្រង់ការប្រើប្រាស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិយ៉ាងមានប្រសិទ្ធភាពច្រើនឡើង និងអាចប្រើជាគំនិតមួយក្នុងការសាកល្បងរកវិធីសាស្ត្រប្រើសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ កំហាប់របស់សារធាតុ និងរយៈការប្រើប្រាស់សារធាតុលើរុក្ខជាតិដែលត្រឹមត្រូវ និងសមស្របលើការប្រើប្រាស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ដើម្បីឱ្យបានតាមគោលបំណងរបស់អ្នកសាកល្បង។ តែចំណុចដែលគួរពិចារណាម្យ៉ាងទៀតគឺ ការស្តុកសារធាតុក្នុងរុក្ខជាតិចំពោះសារធាតុដែលប្រើមិនអស់ រួមទាំងជាតិពុលដែលអាចបង្កលើអ្នកដាំ និងអ្នកបរិភោគទៀតផង។

សំណួរប្រចាំមេរៀន

១. តើ LD_{50} (lethal dose fifty) គឺជាអ្វី?

២. សារធាតុ IBA មានតម្លៃ LD_{50} ស្មើនឹង ១០០ តើវាបានន័យដូចម្ដេច?

៣. ចូរប្រាប់ពីកម្រិតជាតិពុលពីសារធាតុគីមីកសិកម្មឱ្យច្បាស់លាស់។

៤. ចូរអធិប្បាយពីការប្រើសារធាតុក្រុមអុកស៊ីន (auxins) ក្នុងការផលិតដើមពូជឈើលម្អ។

៥. ចូរអធិប្បាយពីការប្រើសារធាតុស៊ីតូគីនិនក្នុងការជំរុញឱ្យរុក្ខជាតិមើមចេញផ្កា។

៦. ចូរអធិប្បាយពីវិធីការបន្ថែមការបែកមែកខាងរបស់ឈើលម្អដោយការប្រើសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ដំណាំ។

៧. តើកត្តាអ្វីខ្លះដែលមានឥទ្ធិពលលើប្រសិទ្ធភាពនៃការប្រើសារធាតុជំរុញការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ? ចូរអធិប្បាយឱ្យបានក្បោះក្បាយ។

ឯកសារយោង

Boondech, A. and Wongsasa, T. (2018). Effect of Plant Growth Regulators on Morphological Change of In Vitro Shoot Culture of Mesona chinensis Bentham. *Journal of Science and Technology*. 5(2): 87-98.

Kachonpadongkitti, Y. and Jala, A. (2015). Influence of BA, IAA, 2,4-D and Kinetin on Micro-propagation of Hylocereus undatus from Segments of Hypocotyl and True Leaf. *Thai Journal of Science and Technology*. 4(2): 147-155.

Karawake, K., Hutacharoen, R., Nutmagul, W. and Sucharitagul, S. (2011). The usage of gibberellin compounds from seed-waste for vegetable growth enhancement: A Case Study of Rambutan Seed. The 10th Kasetsat University Kamphangsaen Conference, 6th – 7th December 2011.

Foo, E., Plett, M., Antonio, L. and Dugald, R. (2019). The Role of Plant Hormones in Plant Microbe Symbioses. Frontiers in Plant Science. 10(2019). DOI.10.3389/fpls. 2019.01391

Li, J., Li, C. and Smith, S. (2017). Hormone Metabolism and Signaling in Plants. Elsevier Ltd., United State.

Madeeyah, N., Peeya, R. and Sahoh, S. (2017). Effects of Cytokynins and Concentrations on Development and Number of Multiple Shoots of In Vitro Culture of *Caladium bicolor* Vent. YRU Journal of Science and Technology. 2(2). 57 – 65.

Ma-Lauer, Y. (2021). Regulation of the abscisic acid response by protein phosphatase 2C-interacting proteins ABP7 and ABP9 in Arabidopsis thaliana.

March, SR., Martins, D. and McElroy, J. (2013). Growth Inhibitor in Turfgrass. *Planta Daninha*. 31(3). 733-747.

Muangkaewngam, A. (2014). Effect of Plant Growth Regulators on In Vitro Culture of Torch Ginger (*Etlingera elatior*). Songklanakarin Journal of Plant Science. 1(1): 10-13.

Rylski, I., Rappaport, L., & Pratt, H. K. (1974). Dual effects of ethylene on potato dormancy and sprout growth. *Plant physiology*, *53*(4), 658–662.

Nelson, R. (2013). Understanding Plant Hormones. [Website]. Retrieved at untamedscience .com/biologyplants/plant-growth-hormones/

Praphatpremsiri, A. (2018). Plant Tissue. [Website]. Retieved at https://www.scimath.org/lesson -biology/item/7875-2018-02-27-03-09-55

Taiz, L. and Zeiger, E. (2003). Plant Physiology. 3rd edition. Annals of Botany Publisher, United State.

Thelarak, P. (2019). Effects of BA, NAA and Light Intensity on Growth and Developmentof *Platycerium coronarium* in vitro. Journal of Science and Technology Ubon Rachathani University. 19(1): 190-199.

Yala Rajabhat University. (2004). Handbook for Basic Botany. Biotechnology Reseach Center, Yala Rajaphat University, Yala, Thailand.

ពាក្យបច្ចេកទេស

2,4-D	2,4-Dichlorophenoxyacetic acid ជាសារធាតុដែលគ្រោះថ្នាក់ក្នុងវិស័យកសិកម្ម (pesticide) ជាថ្នាំគីមីកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃ (herbicide) ជាសារធាតុក្នុងក្រុម chlorophynoxyacetate ពេលខ្លះអាចហៅខ្លីៗថា phenoxy ឬ chlorophynoxy។ វាត្រូវបានប្រើក្នុងការកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃប្រភេទឌីកូទីលេដូនក្នុងវាលស្រែ ក្នុងទីធ្លាស្មៅ សួនសាធារណៈ សួនឈើហូបផ្លែ រុក្ខជាតិចង្រៃដែលដុះតាមមាត់ស្រះជាដើម។
ABA (abscisic acid)	អាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីកជាអរម៉ូនរុក្ខជាតិដែលប្រទះឃើញច្រើនបំផុតក្នុងស្លឹកចាស់ ផ្នែកគ្រាប់ ក្នុងផ្លែគ្រប់ដំណាក់កាល និងបរិវេណក្បាលឫស។ ក្នុងសភាវៈខ្វះទឹកនឹងជំរុញឱ្យរុក្ខជាតិផលិតអាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីក។ អាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីកនឹងដឹកជញ្ជូនតាមបំពង់នាំ និងជាលិការបស់រុក្ខជាតិ។
Abiotic stress	ភាវៈតានតឹងរបស់រុក្ខជាតិដែលបណ្ដាលមកពីកត្តាផ្នែករូបសាស្រ្ត ដូចជាបរិមាណទឹកតិច ឬភាវៈរាំងស្ងួត (drought) ការមានទឹកជន់លិចបរិវេណឫសក្នុងរយៈពេលវែង (watter-logging) ជាតិប្រៃរបស់ដី (salinity) កម្ដៅ (heat) ភាពត្រជាក់ (cold) កង្វះសារធាតុចិញ្ចឹមដែលចាំបាច់លើការលូតលាស់ (miniral deficiency) ឬការរក្សាទុកនៃជាតុរ៉ែប្រភេទខ្លះក្នុងដីច្រើនពេករហូតដល់ធ្វើឱ្យពុលលើរុក្ខជាតិ (miniral toxicity)។
Abscission	ជាការញែកគ្នានៃសរីរៈ ឬផ្នែកណាមួយរបស់រុក្ខជាតិចេញពីដើមគោល។ វិធីសាស្រ្តនេះមានសារៈសំខាន់ណាស់ក្នុងវិស័យកសិកម្ម ដោយសារការជ្រុះ និងមិនរបូតរបស់ផ្លែ ផ្កា ឬស្លឹក នឹងធ្វើឱ្យប៉ះពាល់លើផលផលិត និងគុណភាពរបស់វា។ គេជឿជាក់ថា ឧស្ម័នអេទីឡែនមានឥទ្ធិពលដោយផ្ទាល់លើការជ្រុះនៃរុក្ខជាតិ ដោយមានហេតុផល ៣ យ៉ាងដែលបញ្ជាក់ថាឧស្ម័នអេទីឡែនជាអ្នកធ្វើឱ្យផ្នែកណាមួយរបស់រុក្ខជាតិជ្រុះ។ (១) មានការផលិតអេទីឡែនកើនឡើងមុននឹងជ្រុះសរីរៈរបស់រុក្ខជាតិដែលកំពង់ជ្រុះច្រើនប្រភេទ។ (២) ការផ្ដល់ឧស្ម័នអេទីឡែន និងសារធាតុបញ្ចេញអេទីឡែនដាក់លើរុក្ខជាតិច្រើនប្រភេទ ហើយលទ្ធផលបង្ហាញថា វាជំរុញការជ្រុះផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិនោះ។ (៣) ការផ្ដល់សារធាតុរាំងការសំយោគអេទីឡែន ឬសារធាតុរាំងការធ្វើការរបស់អេទីឡែន ធ្វើឱ្យអាចរាំងការជ្រុះនៃសរីរៈរុក្ខជាតិ។
Abscission zone	បរិវេណជ្រុះ សំដៅទៅលើគល់របស់ស្លឹក ផ្លែ ផ្កា ឬអាចជាផ្នែកផ្សេងៗទៀតរបស់រុក្ខជាតិ ដោយបរិវេណដែលមានការជ្រុះ នឹងមានជាលិកា abscission layer (ដែលជាផ្នែករបស់កោសិកាដែលត្រូវជ្រុះ) និងជាលិកា protection layer (ផ្នែកដែលជួយការពារដំបៅត្រង់ចំណុចដែលមានការរបូតជ្រុះនៃជាលិការុក្ខជាតិ)។
Active transport	ជាវិធីសាស្រ្តក្នុងការដឹកជញ្ជូនសារធាតុគីមីពីបរិវេណដែលមានកំហាប់ខ្ពស់ទៅកាន់បរិវេណដែលមានកំហាប់ទាបដោយអាស្រ័យថាមពល ATP ពីកោសិកា។
Adenine	ជាបាស purine មួយប្រភេទដែលជាទម្រង់របស់អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច។

Agar	ជាសារធាតុអ៊ីដ្រូកូឡូអ៊ីត (hydrocolloid) ប្រភេទកាបូអ៊ីដ្រាត (carboydrate) ជាសារធាតុក្រុមប៉ូលីសាការីត (polysacharide) ប្រភេទហេថឺរ៉ូសាការីត (heterosacharide) ផលិតមកពីសារាយសមុទ្រ។
Aleuronic layer	ស្រទាប់របស់គ្រាប់រុក្ខជាតិចូលទៅខាងក្នុងបន្ទាប់ពីសំបកក្រៅ។
Allelopathy	ជាបាតុភូតធម្មជាតិដែលរុក្ខជាតិ ឬពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយប្រភេទណាមួយធ្វើការផលិតសារធាតុ ហើយបញ្ចេញមកក្នុងបរិស្ថាន ហើយសារធាតុនោះចូលទៅរាំងការលូតលាស់របស់ភាវៈដែលនៅជុំវិញខ្លួន។
Amino acid	សារធាតុសរីរាង្គដែលជាទម្រង់របស់ប្រូតេអ៊ីន (protein) ជាឯកតាមូលដ្ឋាននៃរាងកាយរបស់មនុស្ស ដោយរាងកាយរបស់មនុស្សយើងត្រូវការអាស៊ីតអាមីណូចំនួន ២០ ប្រភេទដើម្បីឱ្យរាងកាយលូតលាស់ និងធ្វើតួនាទីបានពេញលេញ។
Amylase	ជាអង់ស៊ីមក្រុមអ៊ីដ្រូលេស (hydrolase) និងជាអ្នកជំរុញប្រតិកម្ម (catalyst) ក្នុងការប្តូរម្សៅទៅជាស្ករដោយចូលទៅអ៊ីដ្រូលីសសម្ព័ន្ធ 1,4-glycosidase bond ក្នុងម៉ូលេគុលរបស់ starch ឱ្យមានទំហំរបស់ម៉ូលេគុលតូច ដែលធ្វើឱ្យបានផលិតផលជាដេកទ្រីន (dextrin) និងស្ករឌីសាការីតដូចជា ម៉ល់តូស (moltose) ម៉ូណូសាការីតដូចជាគ្លុយកូសជាដើម។
Annual plant	រុក្ខជាតិមួយរដូវ ជារុក្ខជាតិពេលដែលធំចេញផ្កា ចេញផ្លែហើយនឹងស្លាប់ក្នុងមួយ រដូវ។ រុក្ខជាតិប្រភេទនេះបើមើលថែមិនឱ្យវាចេញផ្លែផ្កា នឹងធ្វើឱ្យអាចរស់បានយូរជាងមួយឆ្នាំ តែសម្រាប់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះដែលគ្មានផ្កាផ្លែក៏អាចស្លាប់ក្នុងមួយរដូវបានដែរ។
Ancymidol	(α-cyclopropyl-a-(4-methoxyphenyl-5-pyrimidine methanol) វាជាសារធាតុដែលមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ក្នុងការបន្ថយកម្ពស់របស់ដំណាំលម្អច្រើនប្រភេទ ដោយមិនបង្កភាពខូចខាតលើផ្ការបស់រុក្ខជាតិ។ វាជាសារធាតុដែលប្រើជាក់លាក់លើរុក្ខជាតិលម្អតែប៉ុណ្ណោះ មិនអាចនាំទៅប្រើប្រាស់ជាមួយបន្លែ ផ្លែឈើ ឬពពួកធញ្ញជាតិនោះទេ។
Anther	ជាផ្នែកមួយនៃកេសរឈ្មោលមានលក្ខណៈជាថង់មូលដែលជាកន្លែងស្តុកលម្អងកេសរឈ្មោល។
Anthocyanin	ជាជាតិពណ៌ (pigment) ដែលផ្តល់ពណ៌ក្រហម ពណ៌ស្វាយ ពណ៌ខៀវ ដែលប្រើជាសារធាតុផ្តល់ពណ៌ (coloring agent) ដែលប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិប្រទះឃើញទាំងក្នុងផ្លែ និងផ្កា វាអាចរលាយក្នុងទឹកបានល្អ។ អេនថុស៊ីយ៉ានីន ជាជាតិពណ៌ដែលបានទទួលការចាប់អារម្មណ៍យ៉ាងខ្លាំង ដោយសារវាជាសារធាតុអង់ទីប៊ីយូទិច (antioxidant)។
Antioxidant	សារធាតុប្រឆាំងរ៉ាឌីកាល់សេរី ជាសារធាតុរាំង ឬបន្ថយការកើតប្រតិកម្មអុក-ស៊ីតកម្ម (oxidation) ដែលជាសារធាតុប្រឆាំងរ៉ាឌីកាល់សេរី (free radical) ដូចជាការកើតអុកស៊ីដេសិនរបស់លីពីតជាដើម។

Apical meristem	ជាលិកាលូតលាស់ផ្នែកកំពូល ជាជាលិកាដែលប្រទះឃើញខាងចុងត្រួយ ចុងឫស ឬមែករបស់រុក្ខជាតិ ជាជាលិកាមានការចំណែកកោសិកាគ្រប់ពេលវេលាដើម្បីពង្រីកប្រវែងរបស់រុក្ខជាតិ។
Atmosphere	គឺអាកាសដែលរុំព័ទ្ធពិភពលោករបស់យើង មានទម្រង់សំខាន់ៗគឺឧស្ម័នផ្សេងៗ ចំហាយទឹក ធូលី និងទំនាញផែនដីជាកត្តាសំខាន់ដែលធ្វើឱ្យបរិយាកាសមានសម្ពាធខ្ពស់ក្នុងកម្រិតនីវ៉ូទឹកសមុទ្រ ពេលដែលឡើងទៅកាន់តែខ្ពស់សម្ពាធបរិយាកាសនឹងថយចុះ។
ATP	អាឌីណូស៊ីនទ្រីហ្វសហ្វេត (adenosine triphosphoate) ជាសារធាតុផ្តល់ថាមពលខ្ពស់ក្នុងកោសិកា ផលិតពីវិធីសាស្ត្រសំយោគពន្លឺ ឬការដកដង្ហើមកម្រិតកោសិកា ហើយត្រូវបាននាំយកទៅប្រើប្រាស់ដោយវិធីសាស្ត្រផ្សេងៗដូចជាបំបែកធាតុអាហារ active transport ជាដើម។
Autoclave	ឆ្នាំងសម្ពាធចំហាយទឹក ជាឧបករណ៍ដែលប្រើសម្រាប់សម្លាប់មេរោគដោយមានគោលការណ៍ប្រើចំហាយទឹកសម្ពាធខ្ពស់ធ្វើឱ្យវត្ថុ សម្ភារដែលឆ្លងកាត់ការសម្លាប់មេរោគស្អាតគ្មានមេរោគ។
Auxin	អុកស៊ីនជាក្រុមអរម៉ូនរុក្ខជាតិដែលប្រើក្នុងការជំរុញការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ជំរុញការចំណែកកោសិកា និងពន្លូតរបស់កោសិកា។
Bacteria	បាក់តេរីជាភាវៈរស់មួយប្រភេទដែលមានទំហំតូចណាស់មិនអាចមើលឃើញដោយភ្នែកទទេ (microorganism) មានពាសពេញក្នុងបរិស្ថាន។ បាក់តេរីប្រភេទខ្លះអាចធ្វើឱ្យកើតរោគលើមនុស្ស សត្វ និងរុក្ខជាតិ ប្រភេទខ្លះជាអ្នកបំបែកធាតុសារធាតុសរីរាង្គ ប្រភេទខ្លះទៀតជាពពួកសាប្រូភីត (saprophyte)។
Basipetal movement	ជាការបម្លាស់ទីរបស់សារធាតុចេញពីឫស ឬចុងត្រួយរុក្ខជាតិទៅកាន់គល់ដើម របស់រុក្ខជាតិ។
Basipetally polar	ជាការបម្លាស់ទីពីប្រភពការផលិតក្នុងត្រួយទៅកាន់គល់ដើម។
Biennial plant	រុក្ខជាតិអាយុ ២ ឆ្នាំ ជារុក្ខជាតិដែលលូតលាស់ ២ ឆ្នាំឬពីររដូវទើបគ្រប់វដ្តជីវិត ក្នុងឆ្នាំដំបូងរុក្ខជាតិនឹងមានការលូតលាស់ផ្នែកដើម មែក ស្លឹក ចំណែកក្នុងឆ្នាំទី ២ រុក្ខជាតិនឹងមានការលូតលាស់ផ្នែកបន្តពូជដូចជាផ្កា ផ្លែហើយក៏ស្លាប់ក្រោយចេញផ្លែ។
Biotic stress	ភាពតានតឹងរបស់រុក្ខជាតិពីកត្តាផ្នែកជីវសាស្ត្រដូចជា ការស៊ីដោយសត្វល្អិតចង្រៃ (insect) ការរាតត្បាតដោយជំងឺរុក្ខជាតិ ឬភាវៈរស់ដែលធ្វើឱ្យកើតជំងឺ (pathogen, microbe) ការបញ្ចេញសារធាតុដែលមានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់ដោយរុក្ខជាតិក្នុងបរិវេណខាងៗ (allelopathy)។
Bolting and flowering	ការលាស់ពន្លកភ្នែក និងការចេញផ្កា។

Bract	ជាស្លឹកដែលផ្លាស់ប្តូរទៅធ្វើតួនាទីផ្សេង ជាពិសេសតួនាទីក្នុងការបន្តពូជដូចជា ផ្កាគោលកញ្ចុំផ្កាជាដើម។ ស្លឹកប្រភេទនេះតែងតែមានទំហំ រូបរាង និងពណ៌ខុសៗគ្នា។ ស្លឹកប្រភេទនេះរបស់ផ្កាក្រដាស ប្តូរទៅជាពណ៌ស្រស់ស្អាតដើម្បីទាក់ទាញសត្វល្អិតឱ្យមកជួយផ្សំកេសរ។
Brassicaceae	រុក្ខជាតិក្នុងគ្រួសារប្រាស៊ិកាស៊ីអ៊ី ឬរុក្ខជាតិអំបូរស្ពៃ ជារុក្ខជាតិមានផ្កា ដោយក្នុងគ្រួសារនេះមានសមាជិកប្រហែល ៣៣០ ពួក និង ៣,៧០០ ប្រភេទ។
Brassinosteroids	ប្រាស៊ីណូស្តេរ៉ូអ៊ីត ជាសារធាតុក្រុមស្តេរ៉ូអ៊ីតដូចគ្នាជាមួយសារធាតុប្រាស៊ីណូ-ឡាយ ប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិច្រើនប្រភេទ ទាំងពពួកម៉ូណូ និងឌីកូទីលេដូន ស្រល់ និងសារាយ។ មានការប្រទះឃើញរុក្ខជាតិក្នុងក្រុមនេះប្រហែល ៦០ ប្រភេទ ដោយតួនាទីរបស់វាក្នុងរុក្ខជាតិគឺស្រដៀងនឹងសារធាតុក្រុមអុកស៊ីន។
Bud	ភ្នែកជាបណ្តុះជាលិកាដែលនឹងលូតលាស់ហើយក្លាយទៅជាស្លឹក មែក ផ្កា។
Bud dormancy	ដំណេករបស់ភ្នែក ជាលក្ខណៈដែលកើតឡើងលើរុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ។ ជាទូទៅរុក្ខជាតិដែលមានការលូតលាស់ផ្នែកភ្នែកនឹងក្លាយទៅជាមែក ស្លឹក ឬផ្កា តែសម្រាប់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ ភ្នែកនឹងមានដំណេក ដោយសារមានសារធាតុរារាំងការលូតលាស់របស់ភ្នែកច្រើន និងបរិស្ថានផ្នែកខាងក្រៅមិនសមស្រប។
Buttress root	ជាឫសពិសេសដែលកើតលើបរិវេណគល់ដើមបរិវេណជិតផ្ទៃដីហើយលូតលាស់ចាក់ចូលទៅក្នុងដី ធ្វើតួនាទីជួយជាទម្រ និងទប់ដើមឱ្យកាន់តែរឹងមាំ។
Calcium carbide	ជាសារធាតុពេលត្រូវទឹកនឹងបំបែកធាតុហើយបានជាសារធាតុអាសេធីលីន។
Callus	ឃែលឡាស់ជាកោសិកាមូលដ្ឋានដែលនៅរួមគ្នាជាក្រុម មិនទាន់រួមគ្នាជាជាលិកា ឬជាសរីរៈផ្នែកណាមួយឡើយ។ ជាលិការុក្ខជាតិគ្រប់ប្រភេទតែងតែអាចធ្វើឱ្យកើតឃែលឡាស់ ដោយការធ្វើឱ្យកើតឃែលឡាស់ធ្វើដោយការយកជាលិការុក្ខជាតិមកចិញ្ចឹមក្នុងអាហារសំយោគ។
Carbohydrate	ជាសារធាតុសរីរាង្គកើតពីម៉ូលេគុលកាបូន (C) រួមគ្នាជាមួយទឹក។ កាបូអ៊ីដ្រាតម៉ូលេគុលតែមួយគឺពពួកស្ករដែលយើងស្គាល់។ ចំណែកកាបូអ៊ីដ្រាតពហុម៉ូលេគុលគឺកាបូអ៊ីដ្រាតដែលចាប់ជាមួយម៉ូលេគុលផ្សេងដូចជាប្រូតេអ៊ីន ដែលធ្វើឱ្យបំបែកធាតុបានយឺត។
Carotene	ជាសារធាតុដែលមានម៉ូលេគុលធំ ហើយមានរូបមន្តម៉ូលេគុលគឺ $C_{40}H_{56}$ ហើយមានគុណសម្បត្តិជាប្រូវីតាមីនអា (provitamin A) គឺពេលដែលការ៉ូទីណូអ៊ីតបំបែកធាតុនឹងបានវីតាមីនអា។
Carotenoid	ជាសារធាតុរុក្ខគីមី (phytochemistry) ដែលមានពណ៌លឿង ទឹកក្រូច ក្រហម ចែកចេញជាក្រុមតូចជាច្រើនទៀត ជួយជំរុញសុខភាពភ្នែក ស្បែក ការពារជំងឺមហារីក និងគ្រោះថ្នាក់ដែលបណ្តាលមកពីពន្លឺព្រះអាទិត្យ។
Carpel	កាប៉ែលសំដៅទៅលើអូវែ (ovary) ទងរបស់អូវែ (style) និងត្រួយកេសរភេទញី (stigma)។

Caryopsis	ជាប្រភេទផ្លែទោលដែលដែលមានសំបកផ្លែ (pericarp) ផ្សារភ្ជាប់ជាមួយគ្រាប់ដោយភាគច្រើនសំដៅទៅលើរុក្ខជាតិអំបូរស្មៅដូចជា ពោត ស្រូវជាដើម។
Cellular respiration	វិធីសាស្ត្របំបែកជាតុម៉ូលេគុលរបស់សារធាតុចិញ្ចឹមក្នុងកោសិកាដើម្បីប្តូរថាមពលរបស់សម្ព័នគីមីក្នុងសារជាតុអាហារដែលស្ថិតក្នុងលក្ខណៈជាសារជាតុ ម៉ូលេគុលធំ និងមានថាមពលខ្ពស់ក្នុងកោសិកាឱ្យក្លាយទៅជា ATP ហើយបញ្ចេញផលិតផលដែលជាកាកសំណល់ចេញមកខាងក្រៅ។
Cell division	ការចំណែកកោសិកា ជាការបន្ថែមបរិមាណរបស់កោសិការបស់ភាវៈរស់ដើម្បីការលូតលាស់ និងព្យាបាលជួសជុលរាងកាយផ្នែកដែលបាត់បង់ឬខូចខាត រួមទាំងការផលិតកោសិកាបន្តពូជដើម្បីរក្សាទុកនូវសារជាតុពន្ធុសាស្ត្រ។
Cell enlargement	ការពង្រីកទំហំរបស់កោសិកា ជាការបង្កើនបរិមាត្ររបស់កោសិកាឱ្យធំជាងមុន។
Cell membrane	ភ្នាសកោសិកាជាស្រទាប់ស្តើងៗព័ទ្ធជុំវិញស៊ីតូប្លាស (cytoplsm) ក្នុងកោសិកាគ្រប់ប្រភេទ ជាអ្នករក្សាតុល្យភាពខាងក្នុងកោសិកាដោយជាអ្នកជ្រើសរើសសារជាតុឱ្យចេញចូលក្នុងកោសិកា។
Cell sap	សារជាតុដែលនៅក្នុងវ៉ាគុយអូល មានសារជាតុផ្សេងៗដូចជា ស្ករ អំបិល និងសូលុយស្យុងផ្សេងៗជាច្រើនទៀត។
Cell wall	ភ្នាសគ្រោងជាផ្នែកដែលនៅខាងក្រៅបំផុតរបស់កោសិការុក្ខជាតិ មានតួនាទីរក្សាភាពរឹងមាំ និងទម្រង់រូបរាងរបស់កោសិកា ព្រមទាំងជារបាំងការពារការចេញចូលរបស់សារជាតុផ្សេងៗក្នុងកោសិកា។
Cellulose	ជាសារជាតុដែលមានម៉ូលេគុលគឺ $C_6H_{10}O_5$ ជាប៉ូលីមែសរីរាង្គ (biopolymer) ដែលអាចត្រូវបំបែកជាតុដោយខ្លួនឯងក្នុងធម្មជាតិដែលវារួមផ្សំទៅដោយសារជាតុកាបូអ៊ីដ្រាតប្រភេទប៉ូលីសាការីត (polysacharide) ដែលមានទម្ងន់ម៉ូលេគុលខ្ពស់។
Chlorophyll	ក្លរ៉ូភីលជាសារជាតុដែលប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិបៃតងដែលប្រទះឃើញច្រើនបំផុតក្នុងស្លឹក។ ក្រៅពីនេះក្លរ៉ូភីលមានក្នុងភាវៈរស់ផ្សេងៗទៀតដូចជា បាក់តេរី ឬសារាយដែលអាចសំយោគពន្លឺបាន។
Chloroplast	ក្លរ៉ូប្លាសជាធាតុកោសិកាដែលស្ថិតក្នុងស៊ីតូប្លាសមានភ្នាសស្រោប ២ ជាន់ នៅខាងក្នុងមានស្ត្រូម៉ា ក្នុងហើយនៅខាងក្នុងស្ត្រូម៉ាមានបន្ទះច្បត់ដូចកាក់ហៅថាក្រានុមដោយក្រានុមជាន់ៗគ្នានោះហៅថាថៃឡាខយ។
Climacteric fruit	ជាផ្លែឈើដែលមានអត្រាការដកដង្ហើមផ្លាស់ប្តូរតាមអាយុរាប់ចាប់ពីពេលចាស់ខ្លាំង ឬផ្លែពេញលេញ (maturity) អត្រាការដកដង្ហើមនឹងកើនឡើងរហូតដល់ចំណុចខ្ពស់បំផុត (climacteric peak) បន្ទាប់ពីនោះ អត្រាការដកដង្ហើមនឹងថយចុះម្តងបន្តិចៗ។ ពេលផ្លែឈើទុំនឹងប្តូរលក្ខណៈខាងក្នុងដូចជា ការផ្លាស់ប្តូរនៃសំបក ការផ្លាស់ប្តូរម្សៅទៅជាស្ករ ធ្វើឱ្យផ្លែឈើមានរសជាតិផ្អែម សាច់ទន់ ក្លិនក្រអូបជាដើម។ ផ្លែរុក្ខជាតិក្នុងក្រុមនេះមានដូចជា ស្វាយ ចេក ល្ហុងជាដើម។

Climacteric rise	អត្រាការដេកដង្ហើមរបស់ផ្លែរុក្ខជាតិកើនឡើងជាពិសេសក្នុងពេលទុំ។
Climbing root	ជាឫសដែលបែកចេញពីថ្នាំងរបស់ដើមមកចាប់ជាមួយបង្គោលដើម្បីលើកដើមឱ្យវារខ្ពស់ រុក្ខជាតិដែលមានឫសក្នុងលក្ខណៈនេះមានដូចជា ម្លូ ម្រេច អូគីដេ ។ល។
Coleoptile	ជាផ្នែកមួយនៃទម្រង់ដែលប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិម៉ូណូកូទីលេដូនធ្វើតួនាទីជាអ្នកការពារចុងត្រួយ ពេលដែលដុះចេញពីដីផ្នែកនេះនឹងមានពណ៌បៃតងដោយសារវាមានក្លរ៉ូភីលទើបអាចធ្វើរស្មីសំយោគបាន។
Collenchyma	កូលេនឃីម៉ាជាក្រុមកោសិកាដែលមានភ្នាសគ្រោងក្រាស់មិនជាក់លាក់ ជួយបន្ថែមភាពរឹងមាំដល់រុក្ខជាតិ កោសិកាមានរូបរាងវែងនៅជិតគ្នាដោយប្រទះឃើញច្រើនក្នុងបរិវេណស្រទាប់អេពីឌែម និងទងស្លឹក។
Competitive antagonists	ជាថ្នាំដែលមានប្រតិកម្មផ្ទុយពីគ្នាស្រឡះដោយមានអ្នកទទួលយកពេលបំបែក-ជាតុក្នុងចំណុចតែមួយ។
Complex permanent tissue	ជាជាលិកាអចិន្ត្រៃយ៍របស់រុក្ខជាតិដែលមានជាលិកាច្រើនប្រភេទមកនៅរួមគ្នាជាក្រុមដែលហៅក្រុមបំពង់នាំរួមមានស៊ីឡែម (xylem) និង ផ្លូអែម (phloem)។
Cork cambium	ជាជាលិកាអចិន្ត្រៃយ៍នៃស្រទាប់អេពីឌែម ស្រទាប់ខធេក និងស្រទាប់ធីរីស៊ីក ផលិតជាលិកា cork ស្រោបជាលិកាដើម និងឫស។ វាត្រូវបានចាត់ទុកជាជាលិកាលូតលាស់ផ្នែកខាង មានការចំណែកកោសិកាចេញមកខាងក្រៅ។
Cotyledon	កូទីលេដូនជាស្លឹកដំបូងរបស់អំប្រីយ៉ុងរបស់រុក្ខជាតិមានផ្កា មានតួនាទីក្នុងការផ្តល់សារធាតុចិញ្ចឹមដល់អំប្រីយ៉ុង ពេលដែលអំប្រីយ៉ុងលូតលាស់ជាដើម ផ្នែកនៃកូទីលេ-ដូននឹងអស់តួនាទី ហើយជ្រុះ។
Cultural practice	ការអនុវត្តផ្នែកកសិកម្មដោយការសម្អាតថ្នាលដោយប្រើចប ការភ្ជួររាស់ បង្ហូរទឹកចេញពីថ្នាលជាដើម។
Cutin	ជាសារធាតុដែលប្រទះឃើញស្រោបលើជាលិការុក្ខជាតិបរិវេណស្លឹក ដោយហៅស្រទាប់នេះថាគុយទីយល (cuticle) សារធាតុគុយទីននេះប្រទះឃើញមានក្នុងក្រមួនឃ្មុំ ធ្វើឱ្យជាលិកាផ្នែកនោះមានពណ៌សស្អាត។
Cytokinin	ជាក្រុមសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដែលមានតួនាទីក្នុងការគ្រប់គ្រងការចំណែកកោសិកា ការពង្រីក និងផ្លាស់ប្តូរនៃកោសិការបស់រុក្ខជាតិ ហើយវាមានឥទ្ធិពលលើការបង្អាក់ការកើតភ្នែកខាង និងជរាភាពរបស់ស្លឹក។
Cytoplasm	សារធាតុគ្រប់យ៉ាងដែលក្នុងកោសិកាស្រោបដោយភ្នាសស្រោបកោសិកាលើកលែងណ្វៃយ៉ូ (nucleus) ក្នុងកោសិកា។
Deciduous senescence	ជាការកើតជរាភាពដែលកើតឡើងចំពោះស្លឹកប៉ុណ្ណោះ ចំណែកផ្នែកផ្សេងៗនៅមានជីវិតធម្មតា។ ស្លឹករបស់រុក្ខជាតិនឹងចូលជរាភាពព្រមៗគ្នាដោយប្តូរពីពណ៌បៃតងទៅជាពណ៌លឿង ហើយជ្រុះអស់ដែលធ្វើឱ្យកើតរដូវស្លឹកឈើជ្រុះ។

Development	ការអភិវឌ្ឍន៍សំដៅទៅលើការកើនចំនួន ទំហំរបស់កោសិកា ជាលិកា ឬសរីរៈរបស់រុក្ខជាតិ ឬការផ្លាស់ប្តូរតួនាទីផ្សេងៗរបស់កោសិការុក្ខជាតិទៅទទួលតួនាទីជាក់លាក់ណាមួយ។
Dermal tissue	ជាជាលិកាដែលស្ថិតនៅផ្នែកខាងក្រៅបំផុតរបស់រុក្ខជាតិ ធ្វើតួនាទីស្រោបផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិ ការពារសរីរៈផ្នែកខាងក្នុងរបស់រុក្ខជាតិមិនឱ្យខូចខាតដែលមកពីការបាត់បង់ជាតិទឹក ការចូលបំផ្លាញពីមីក្រូសារពាង្គកាយ និងសត្រូវរុក្ខជាតិផ្សេងទៀត។
Dicotyledon	ជារុក្ខជាតិដែលមានស្លឹកកូទីលេដូន ២ ស្លឹកពេលដែលចាប់ផ្តើមដុះចេញពីគ្រាប់ពូជ ជារុក្ខជាតិដែលមានប្រព័ន្ធឫសកែវ ហើយពេលដុះលូតលាស់ពេញលេញហើយនឹងមើលមិនឃើញថ្នាំង និងចន្លោះថ្នាំងដូចរុក្ខជាតិពពួកម៉ូណូកូទីលេដូន។
Differentiation	ជាវិធីសាស្ត្រដែលកោសិការុក្ខជាតិផ្លាស់ប្តូរទៅមានលក្ខណៈជាក់លាក់ វាជាការផ្លាស់ប្តូរផ្នែកគុណភាពរបស់កោសិកា និងជាលិកា ដោយអាចជាការផ្លាស់ប្តូរផ្នែករូបរាង ឬលក្ខណៈផ្នែកគីមី។
Diffusion	ជាការបម្លាស់ទីរបស់ម៉ូលេគុលសារធាតុពីបរិវេណដែលមានកំហាប់របស់សារធាតុខ្ពស់ទៅកាន់បរិវេណដែលមានកំហាប់សារធាតុទាបរហូតធ្វើឱ្យកំហាប់សារធាតុស្មើគ្នា (dynamic equilibrium) ដោយពេលដែលស្ថិតក្នុងតុល្យភាព ម៉ូលេគុលរបស់សារធាតុនៅតែបម្លាស់ទីដោយអត្រាល្បឿនស្មើៗគ្នាទាំងសងខាង។
DNA	ឌីអេនអេ ឬ deoxyribonucleic acid ជាអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចដែលមានតួនាទីក្នុងការផ្ទុកសារធាតុពន្ធុសាស្ត្ររបស់ភាវៈរស់។
Embryo	កូនរបស់សត្វ ឬរុក្ខជាតិដែលមិនទាន់មានការលូតលាស់ដល់មានសរីរៈពេញលេញ។
Endosperm	ជាទម្រង់ក្នុងគ្រាប់រុក្ខជាតិដែលផ្តល់សារធាតុចិញ្ចឹមដល់អំប្រ៊ីយ៉ុង។
Enzymolysis	ការបំបែកធាតុដោយអង់ស៊ីម។
Epicotyl hook	ផ្នែកអ៊ីប៉ូកូទីលដែលនៅក្រុមត្រួយគ្រាប់ដុះថ្មីហើយត្រូវបានពត់ងដូចផ្លែសន្ទូចកើតឡើងដោយសារធាតុអេទីឡែនមកកកក្នុងកនោះ ធ្វើឱ្យវាកោងដែលជាការការពារចុងត្រួយមិនឱ្យខូចខាតពេលដុះចេញពីដី។
Epidermis	ជាស្រទាប់ដែលនៅខាងក្រៅបំផុតរបស់សត្វ និងរុក្ខជាតិ មានតួនាទីការពារសរីរៈ និងជាលិកាដែលនៅខាងក្នុង។
Epinasty	ការលូតលាស់របស់ក្រុមកោសិការុក្ខជាតិដោយកោសិកាផ្នែកខាងក្នុងពង្រីកខ្លួនមកខាងក្រៅ ដូចជាការរីករបស់ផ្កាដែលកើតពីកោសិកាផ្នែកខាងក្នុងរបស់ផ្កាពង្រីកខ្លួនចេញមកខាងក្រៅ។
Epiphytic root	ឫសពិសេសរបស់រុក្ខជាតិដែលកោះលើដើមឈើផ្សេង ហើយរស់នៅដោយមិនដណ្តើមអាហារ និងទឹកពីរុក្ខជាតិផ្ទួល ដោយរុក្ខជាតិពពួកនេះមានដូចជាអ្វូគីដេជាដើម។

Enzyme	អង់ស៊ីមជាសារធាតុជីវម៉ូលេគុល (ភាគច្រើនជាប្រូតេអ៊ីន) ដែលចូលមកជួយជំរុញការកើតប្រតិកម្មគីមីដែលកើតឡើងក្នុងកោសិកា ហើយអង់ស៊ីមក៏ធ្វើតួនាទីសំខាន់ៗជាច្រើនដូចជាការបំបែកជាតុសារធាតុចិញ្ចឹម ឬក្នុងវិធីសាស្ត្រមេតាប៉ូលីសជាដើម។
Ethylene	ជាអរម៉ូនរុក្ខជាតិដែលមានលក្ខណៈជាឧស្ម័នក្នុងសីតុណ្ហភាពធម្មតា ដោយវាមានតួនាទីសំខាន់ទៅលើវិធីសាស្ត្រការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ និងជរាភាពនៃរុក្ខជាតិ ការជ្រុះរបស់ស្លឹក មែក ផ្កា រួមទាំងវិធីសាស្ត្រការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិអំឡុងពេលដែលរុក្ខជាតិជួបសភាវៈតានតឹង។
Ethylene releasing compounds	សារធាតុដែលមិនមែនជាឧស្ម័នអេទីឡែននោះទេ តែវានឹងបំបែកជាតុហើយផលិតបានជាឧស្ម័នអេទីឡែន។
Exocarp	សំបកក្រៅ ជាផ្នែកក្រៅបំផុតរបស់ផ្លែ ដោយស្រទាប់នេះក្នុងផ្លែរុក្ខជាតិខ្លះមានសំបកក្រៅស្តើង ឬទន់ដូចជាទំពាំងបាយជូរ ស្វាយ ជម្ពូជាដើម តែមានរុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះដែលមានសំបកក្រៅរឹង ស្វិតខ្លាំងដូចជា ដូង ល្ពៅជាដើម។
External or environment factors	បរិស្ថានដែលនៅខាងក្រៅដែលមានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់ និងសំយោគសារធាតុផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិ។ កត្តាខាងក្រៅទាំងនោះមានដូចជា ពន្លឺ សីតុណ្ហភាព លក្ខណៈភូមិសាស្ត្រជាដើម។
Fertilization	ការបង្កកំណើតជាការរួមបញ្ចូលគ្នានៃកោសិកាបន្តពូជរបស់ភេទឈ្មោល និងភេទញីរបស់រុក្ខជាតិ និងសត្វ។
Fibrous root system	ប្រព័ន្ធឫសស្លែ ជាប្រព័ន្ធឫសដែលភាគច្រើនប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិម៉ូណូកូទីលេដូនពេលដុះចេញពីគ្រាប់នឹងដុះចេញជាឫសកែវ តែបន្ទាប់មកវានឹងបែកចេញឫសជាច្រើនដែលមានទំហំប៉ុនៗគ្នា។
Filament	ទងកេសរឈ្មោះរបស់រុក្ខជាតិមានផ្កា មានលក្ខណៈជាធាងវែងមានក្រពេញកេសរកោះនៅខាងចុង។
Fleshy fruit	ជាផ្លែឈើដែលពេលទុំហើយនឹងមានផ្នែកខាងក្រៅរបស់ផ្លែជ្រាយមិនរឹងស្ងួត។
Flower	ផ្កាជាផ្នែករបស់រុក្ខជាតិដែលផ្លាស់ប្តូរទៅមានលក្ខណៈពិសេស ដើម្បីធ្វើតួនាទីក្នុងការបន្តពូជ ដោយផ្កាកើតពីត្នែកផ្កា (flower bud) ផ្កាប្រភេទនីមួយៗមានលក្ខណៈខុសគ្នា តែមានទម្រង់ស្រដៀងគ្នា។
Foliage leaf	ជាស្លឹកពិតដែលមានពណ៌បៃតង មានតួនាទីក្នុងការផលិតអាហារ ដោយវិធីសាស្ត្រសំយោគពន្លឺ ក្រៅពីនេះមានតួនាទីក្នុងការដកដង្ហើម និងបំភាយចំហាយទឹក។ ស្លឹកពិតរបស់រុក្ខជាតិចែកចេញជា ២ ប្រភេទគឺ ស្លឹកទោល (simple leaf) និងស្លឹករួម (compound leaf)។
Fruit ripening	ការទុំរបស់ផ្លែឈើ សំដៅទៅលើរយៈដែលផ្លែឈើមានការទុំពេញលេញ មានការផ្លាស់-ប្តូរផ្នែកសរីរវិទ្យា និងប្រតិកម្មគីមីច្រើនយ៉ាង។

Fungi	ផ្សិតជាភាវៈរស់ដែលស្ថិតក្នុងក្រុមអឺការីយ៉ូតដែលមានភាវៈរស់ទំហំតូចដូចជាឃីស ផ្សិត និងភាវៈរស់ដែលយើងស្គាល់ជាទូទៅគឺផ្សិត វាផលិតអាហារដោយខ្លួនឯងមិនបានទេព្រោះគ្មានក្លរ៉ូភីល។
Furfuryl alcohol	ជាសារធាតុសរីរាង្គដែលរួមផ្សំដោយក្រុមអ៊ីដ្រក់ស៊ីមេធីល (hydroxymethyl) និងវង្វង់ហ្វ៊ូរ៉ាន (furan) ដោយសារធាតុនេះហៅម្យ៉ាងទៀតថា 2-furancarbino និង 2-furylmethanol ។ វាតែងតែប្រើជាសារធាតុរំលាយ និងធ្វើឱ្យសារធាតុទទឹកជាមួយកាវ និងរេស៊ីន។
Genetic	ជាមុខវិជ្ជាមួយដែលសិក្សាទាក់ទងនឹងហ្សែន (genes) ការចម្លងលក្ខណៈផ្នែកពន្ធុ-សាស្ត្រ និងចម្រុះភាពនៃភាវៈរស់។
Genus	**ពួក** (Genus) ជាលំដាប់ដែលនៅទាបជាងលំដាប់អំបូរ។ ភាវៈរស់ប្រភេទនីមួយៗក្នុងអំបូរនេះចែកចេញជាសមាជិក ១ ពួក ឬច្រើនជាងមួយ។ ភាវៈរស់ច្រើនប្រភេទដែលនៅក្នុងពួកតែមួយតែងតែមានទម្រង់រូបផ្គុំផ្នែករូបសាស្ត្រដូចគ្នា ២ ទៅ ៣ លក្ខណៈ។ ឈ្មោះពួកក្នុងភាសាឡាតាំងមិនមានចុងឈ្មោះច្បាស់លាស់នោះទេ តែត្រូវចាប់ផ្តើមដោយអក្សរធំ និងឈ្មោះជាឯកវចនៈ។ ពួកមានខ្នាតតូច ឬធំក៏បាន។ ពួកខ្លះមានសមាជិកត្រឹមតែ ១ ប្រភេទហៅថាពួកម៉ូណូថាយពិក (monotypic genus) ដូចជាពួកលេអ៊ីតន័ររៀ (Leitneria) ដែលមានសមាជិកតែមួយក្រុមគឺ *Leitneria floridana* តែក្រុមសេនេស៊ីអូជាអំបូរផ្កាឈូករ័ត្នដែលមានសមាជិកដល់ទៅ ២,០០០ ទៅ ៣,០០០ ប្រភេទ។ ឈ្មោះរបស់ពួកមួយអាចជាន់គ្នាជាមួយឈ្មោះរបស់ពួកក្នុងភាវៈរស់មួយពួកទៀតក៏បាន ដូចជាពួក អាអូទុស (Aotus) ជាឈ្មោះពួករបស់សណ្តែក និងស្វាយជាដើម តែឈ្មោះរបស់ពួកក្នុងរជ្ជៈតែមួយត្រូវមិនជាន់គ្នានោះទេ។
Geotropism	ប្រតិកម្មលើកម្លាំងទំនាញផែនដី ជាការបម្លាស់ទីរបស់រុក្ខជាតិដែលបង្កពីឥទ្ធិពលនៃទំនាញរបស់ផែនដី ជាទូទៅឫសរបស់រុក្ខជាតិតែងតែលូតលាស់ស្របតាមទំនាញរបស់ផែនដី (positive geotropism) ដោយសង្កេតឃើញតាមរយៈការចាក់ឫសចូលទៅក្នុងដីរបស់ឫសរុក្ខជាតិដើម្បីស្រូបយកសារធាតុចិញ្ចឹម។
Gibberellic acid	អាស៊ីតជីបឺរេលលីនជាអរម៉ូនរុក្ខជាតិដែលមានទម្រង់ជាម៉ូលេគុលខ្នាតធំ មានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិលើការពន្លូតនៃកោសិកា ការដុះ ដំណេក ការចេញផ្កា ការបញ្ចេញលក្ខណៈភេទ ការជំរុញលើការផលិតអង់ស៊ីម រួមទាំងជរាភាពរបស់ផ្លែ។
Glucose	ជាកាបូអ៊ីដ្រាត (carbodydrate) ប្រភេទឯកម៉ូលេគុល (monosacharide) មានកាបូន ៨ អាតូម (hexose) ប្រភេទអ៊ែលដូស (aldose)។
Glycoproteins	ជាទម្រង់គោលរបស់ប្រូតេអ៊ីន (protein) ដែលបញ្ចេញមកក្រៅកោសិកា និងជាប្រូ-តេអ៊ីនដែលជាទម្រង់របស់ភ្នាសកោសិកាដោយមានប្រូតេអ៊ីនដែលផ្សារភ្ជាប់ជាមួយអូលិកូសាការីត (olecosacharide) មានតួនាទីច្រើនណាស់ក្នុងភាវៈរស់ ដោយប្រទះឃើញក្នុងម៉ូលេគុលដែលជាទម្រង់ដូចជាខលឡាជែន ហ្វៃព្រីន។ល។

Glyphosine	សារធាតុ N,N-bis(phosphonomethyl)glycine ជាសារធាតុសំយោគដែលប្រើសម្រាប់ជំរុញការចាស់របស់អំពៅ ហើយបន្ថែមបរិមាណស្ករស៊ូក្រូសក្នុងដើមប្រហែល ១០%។
Ground meristem	ជាជាលិកាទូទៅដែលនឹងប្តូរទៅជាកោសិកាក្នុងស្រទាប់ខេធេក (cortex) និងអេនដូឌឺមិស (endodermis)។
Growth	ជាការកើនឡើងនៃបរិមាណរបស់ទំហំ ទម្ងន់ និងបរិមាត្រដែលមិនអាចត្រលប់ទៅវិញបាន។
Guard cell	ជាកោសិកាដែលមានតួនាទីគ្រប់គ្រងការបិទបើករបស់ស្តូម៉ាត ជាទូទៅប្រទះឃើញក្នុងស្រទាប់អេពីឌែម (epidermis) នៃស្លឹករុក្ខជាតិ មានរូបរាងស្រដៀងគ្រាប់សណ្តែក នៅជាមួយគ្នាជាគូៗ។
High density planting	ជាការដាំដើមរុក្ខជាតិញឹក ឬដាំច្រើនដើមក្នុងបរិវេណតូច ឬធំ។
Hypersensitive reaction (HR)	ប្រតិកម្មឆ្លើយតបភ្លាមៗ ជាប្រតិកម្មម្យ៉ាងដែលរារាំងការចូលបំផ្លាញរបស់មេរោគ ហើយការពារការរាតត្បាតទៅកាន់កោសិការុក្ខជាតិដែលនៅជិតគ្នា។
Homologous gene	សំដៅទៅលើហ្សែន (genes) ដែលមានលក្ខណៈដូចគ្នាហើយចាប់គូរជាមួយគ្នាដូចជា TT, AA, tt, aa ជាដើម។
Hydrocarbon	ជាសារធាតុគីមីដែលមានចំពោះតែធាតុកាបូន និងអ៊ីដ្រូសែន។ ក្នុងធម្មជាតិប្រទះឃើញសារធាតុអ៊ីដ្រូកាបូនក្នុងប្រភពផ្សេងៗដូចជា ជ័រឈើ ធ្យូងឈើ ពីត្រួលៀម។ ក្រៅពីនេះសង្កេតឃើញថាមានសារធាតុអ៊ីដ្រូកាបូនជាច្រើនទៀតដែលកើតឡើងពីការសំយោគផ្នែកគីមី ដោយវត្ថុដើមកំណើតរបស់វាគឺពីត្រូលៀម។
Hydrolysis	អ៊ីដ្រូលីសសំដៅទៅលើប្រតិកម្មគីមីម្យ៉ាងដែលម៉ូលេគុលទឹកចូលទៅបំបែកសម្ព័ន្ធ ធ្វើឱ្យសារធាតុដែលមានម៉ូលេគុលធំ បំបែកជាតុក្លាយជាសារធាតុម៉ូលេគុលតូច។
IAA	ជាសារធាតុអុកស៊ីនមួយប្រភេទដែលមានរូបមន្តគីមី $C_{10}H_9O_2N$ វាមានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ដោយវាផលិតចេញពីចុងត្រួយរបស់រុក្ខជាតិ។
Immunoassay	ជាប្រតិកម្មរវាងអ៊ែនទិជែន និងអ៊ែនទីបឌី ធ្វើឱ្យកើតប្រតិកម្ម antigen-antibody complex ។
Inflorescence flower	ជាប្រភេទកញ្ចុំផ្កាដែលមានផ្កាលម្អិតជាច្រើនទៀតលើទងតែមួយ មានទងលម្អិត។
Inorganic compound	សារធាតុអសរីរាង្គជាសារធាតុផ្សេងៗដែលមិនមែនជាសារធាតុសរីរាង្គ សារធាតុអសរីរាង្គរួមផ្សំទៅដោយធាតុផ្សេងៗមួយចំនួនដូចជា S, O, Cl, Na, Mg, Al និង C ជាដើម។
Integument	ភ្នាសរបស់អូវុល។
Intercalary	ជាលិកាលូតលាស់លើថ្នាំង ជាជាលិការូបរាងជាបំពង់ដែលមានលើថ្នាំងរបស់

meristem	រុក្ខជាតិម៉ូណូកូទីលេដូន ដោយជាលិកាបរិវេណនេះ នឹងធ្វើឱ្យចន្លោះថ្នាំងវែង។
Integral protein	ជាប្រូតេអ៊ីនដែលកប់ក្នុងម៉ូលេគុលរបស់ lipid bilayers ដោយប្រូតេអ៊ីនម៉ូលេ-គុលខ្លះបង្កប់ខ្លួនត្រឹមផ្នែកខ្លះក្នុង lipid bilayers។ ការដែលមានប្រូតូអ៊ីនកប់នៅចន្លោះភ្នាសនេះ នឹងធ្វើឱ្យកើតចន្លោះទំនេរនៃកោសិកា។
Inferior ovary	ជាប្រភេទផ្កាដែលមានអូវែរនៅក្រោមផ្នែកផ្សេងៗរបស់ផ្កា ហើយភ្នាសអូវែរផ្សារភ្ជាប់គ្នាជាមួយផ្នែកផ្សេងរបស់ផ្កា។
Internal or genetic factor	កត្តាផ្នែកខាងក្នុង ឬកត្តារបស់ពន្ធុសាស្ត្រដែលមានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ដូចជាធ្វើឱ្យដើមទាប ស្លឹកធំឬតូចជាដើម។
Internode	ផ្នែកដែលនៅចន្លោះថ្នាំងនៃរុក្ខជាតិម៉ូណូកូទីលេដូន ដើមរុក្ខជាតិខ្លះផ្នែកនេះគឺគ្មានសាច់ខាងក្នុងទេ ដូចជាស្រូវជាដើម។
Isolate	ការញែកមីក្រូសារពាង្គកាយចេញពីប្រភេទដើមរបស់វា ដូចជាពីដី ពីបំណែករុក្ខជាតិ ។ល។ ន័យម្យ៉ាងទៀតគឺចំនួនមីក្រូសារពាង្គកាយដែលញែកបានដែលមានលក្ខណៈផ្នែកខាងក្រៅដូចគ្នាហៅថាមួយអែសូលេត។
Isomerization	ជាប្រតិកម្មគីមីដែលប្តូរអ៊ីសូមែមួយទៅជាអ៊ីសូមែមួយទៀតដូចជា ការប្តូរស្ករគ្លុយ-កូសទៅជាស្ករមែនតូសជាដើម។
Isoprenoid	ជាសារធាតុសរីរាង្គដែលមានភាគលម្អិតរបស់វារួមផ្សំទៅដោយពពួកអែសូព្រីនអ៊ី-ដ្រូកាបូនដូចជា ខារ៉ូធីណូអ៊ីត និងថឺភីណូអ៊ីតជាដើម។
Jasmonate	ជាក្រុមសារធាតុក្រុម cyclopentanone ដែលមានប្រតិកម្មដូចគ្នាជាមួយអាស៊ីត jasmonic acid និងសារធាតុ methylester របស់អាស៊ីតចាស្មូនិក។ បច្ចុប្បន្ននេះមានការប្រទះឃើញសារធាតុចាស្មូនេតចំនួន ២០៦ ប្រភេទ ពីរុក្ខជាតិ ១៥០ ពួក (genus) ដែលរួមទាំងពពួកបណ្តុំជាតិ ឬហ្វ៊ីន ម៉ស និងផ្សិត។ នេះបញ្ជាក់ឱ្យឃើញថា សារធាតុនេះមានពាសពេញរជ្ជៈរុក្ខជាតិ។
Juvenility	ភាពនៅក្មេងរបស់រុក្ខជាតិ គឺវាមិនទាន់ចូលដល់វ័យចាស់ជរា។
Lateral meristem	ជាលិកាលូតលាស់ផ្នែកខាង ឬជាលិកាលូតលាស់កម្រិតទី ២ (secondary meristem) ជាជាលិកាលូតលាស់ដែលកើតពេលក្រោយនៃការលូតលាស់ដំណាក់កាលទី ២ ដូចជាឫស និងដើម។ ជាលិកាប្រភេទនេះ នឹងមានលក្ខណៈរូបរាងបួនជ្រុងទ្រវែង មានភ្នាសកោសិកាស្តើង ហើយតម្រៀបគ្នា។
Leaf axils	កៀនស្លឹកដែលមានពន្លកដុះចេញ។
Leaf bud	ជាភ្នែកឬពន្លកដែលដុះចេញពីដើម ហើយក្លាយទៅជាស្លឹក។
Light microscope	មីក្រូទស្សន៍បែបប្រើពន្លឺ ជាមីក្រូទស្សន៍ដែលបានទទួលការអភិវឌ្ឍន៍តាំងពីអតីតដោយប្រើពន្លឺឆ្លុះផ្លុះវត្ថុដើម្បីពិនិត្យមើល។ បច្ចុប្បន្នមីក្រូទស្សន៍ដែលប្រើពន្លឺអាចពង្រីកបានដល់ ២០០០ ដង។

Lignin	លិកនិនជាសារជាតុប្រភេទកាបូអ៊ីដ្រាតដែលគ្មានថាមពល ទម្រង់រូបផ្គុំរបស់លិកនិនជាពពួកប៉ូលីសាការីត (polysaccharide) ដែលមានខ្នាតម៉ូលេគុលធំ ដោយរួមផ្សំនៃច្រវ៉ាក់ម៉ូលេគុលរបស់ oxygenated phenyl propane។
Life cycle	វដ្តជីវិតរបស់ភាវៈរស់តាំងពីកើតមករហូតដល់ស្លាប់ទៅវិញ ដោយត្រូវឆ្លងកាត់ការលូត-លាស់ដំណាក់កាលផ្សេងៗជាច្រើន។
Lipid	ជាសារជាតុជីវសាស្ត្រប្រភេទខ្លាញ់ដែលមិនរលាយក្នុងទឹក (water-insoluble) មានច្រើនប្រភេទ។
Maturity	ការលូតលាស់ពេញលេញ ការទុំ ការចាស់ ការដល់កំណត់ ។ល។
Mesocarp	ជាស្រទាប់កណ្តាលដែលដែលនៅបន្ទាប់ពីសំបកផ្លែឈើ។ ផ្លែឈើខ្លះមានមីសូ-កាបក្រាស់ ស្រទាប់មីសូខាបក្នុងផ្លែឈើខ្លះមានលក្ខណៈទន់ដែលអាចបរិភោគបាន។
Metabolism	មេតាប៉ូលីសជាត្រតិកម្មគីមីក្នុងកោសិការបស់ភាវៈរស់ដោយមានអង់ស៊ីម (enzyme) ជាអ្នកជំរុញប្រតិកម្មគីមីដើម្បីយកថាមពល និងសារជាតុកាបូនមកប្រើប្រាស់ក្នុងការសំយោគផ្នែកផ្សេងៗរបស់កោសិកា ដើម្បីធ្វើឱ្យកើតការលូតលាស់ ការចំណែកកោសិកា រួមទាំងការបម្លាស់ទី និងការបញ្ចេញចោលកាកសំណល់ពីកោសិកា។
Methyl esters	ជាសារជាតុអ៊ែសស្ទ័ររបស់អាស៊ីតខ្លាញ់ដែលមានទម្រង់ម៉ូលេគុលវែងជាខ្សែវែងដែលសំយោគមកពីប្រេងធម្មជាតិ ឬខ្លាញ់សត្វ។
Meristematic tissue	ជាលិកាលូតលាស់ជា ជាលិកាដែលកំពុងចំណែកកោសិកា ជាកោសិកាដែលមានជីវិតមានភ្នាសគ្រោងស្តើង ភាគច្រើនរួមផ្សំដោយសែលុយឡូស (cellulose) មានណ្វៃយ៉ូធំ វ៉ាគុយអូលតូច កោសិកានៅជិតគ្នា ដោយគ្មានចន្លោះទំនេររវាងកោសិកា (intercellular space) ប្រទះឃើញនៅ ៣ ចំណុចគឺ ជាលិកាលូតលាស់ផ្នែកចុង (apical meristem) ជាលិកាលូតលាស់ផ្នែកខាង (lateral meristem) និងជាលិកាលូតលាស់លើថ្នាំង (intercalary meristem)។
Mitosis	ការចំណែកកោសិកាបែបមីតូស ជាការចំណែកកោសិកាដោយផ្ទាល់ដោយចាប់ផ្តើមពីការបែងចែកណ្វៃយ៉ូ (nucleus) ជាពីរផ្នែកស្មើៗគ្នា ហើយកើតការញែកនៃស៊ីតូប្លាសបានជាកោសិកាថ្មី ២ ដែលមានលក្ខណៈដូចគ្នាគ្រប់ប្រការ។
Mixed bud	ភ្នែកនៃរុក្ខជាតិដែលដុះចេញមកហើយអាចក្លាយជាផ្កា ស្លឹក ឬមែក។
Molting hormone	អរម៉ូនដែលសត្វប្រើក្នុងការសេកសំបក ដែលជាអរម៉ូនដែលផលិតបានមកពីក្រពេញអរម៉ូនសកសំបក និងជំរុញឱ្យសំបកកណ្តាលរបស់សត្វចាប់ផ្តើមសកសំបក។
Monocarpic plant	សំដៅទៅលើរុក្ខជាតិដែលមានផ្កា មានផ្លែត្រឹមតែម្តងហើយក៏ស្លាប់ដូចជារុក្ខជាតិពពួកមួយរដូវ (annual plant) និងពីររដូវជាដើម។

Monocotyledon	រុក្ខជាតិក្រុមម៉ូណូកូទីលេដូនជារុក្ខជាតិដែលពេលដុះចេញពីគ្រាប់ហើយមានកូទីលេ-ដូនតែមួយសន្លឹក មានការលូតលាស់ផ្នែកដើមភាគច្រើននៅក្នុងដី មានប្រព័ន្ធឫសជាប្រព័ន្ធឫសស្វៃ ដោយពេលដែលរុក្ខជាតិម៉ូណូកូទីលេដូនលូតលាស់ពេញលេញហើយនោះ ដើមរបស់វានឹងចេញថ្នាំងច្បាស់លាស់។
Morphogenesis	ការកើតរូបរាងជាវិធីសាស្រ្តផ្នែកជីវវិទ្យាដែលធ្វើឱ្យកើតមានភាវៈរស់កើតរូបរាងតាមដែលលើកឡើងមកហើយ ដែលជាមូលដ្ឋានមួយនៃមូលដ្ឋាន ៣ ប្រការនៃជីវវិទ្យានៃការអភិវឌ្ឍ (២ ផ្នែកទៀតគឺការលូតលាស់កោសិកាគ្រប់គ្រង និងការប្តូរបែងប្រភេទរបស់កោសិកា)។
Moss	ម៉សជារុក្ខជាតិថ្នាក់ទាបដែលមានទំហំតូច មានកម្ពស់ប្រហែល ១ ទៅ ១០ សង់ទីម៉ែត្រ តែអាចមានប្រភេទខ្លះដែលមានដើមធំ ជាទូទៅពួកវាដុះលូតលាស់ក្នុងបរិវេណដែលមានសំណើមខ្ពស់ លើដើមឈើ ឬថ្មក្នុងម្លប់។ ម៉សគ្មានផ្កា និងគ្រាប់ ជាទូទៅស្លឹកដែលស្រោបលើដើមគឺជាស្លឹកស្រការ ហើយវាពង្រីកពូជដោយប្រើស្ប៉។
mRNA	Messenger ribonucleic acid ; mRNA ជាម៉ូលេគុលរបស់ RNA ដែលស្តុកលេខសម្ងាត់ ឬទម្រង់បែបបទរបស់ប្រូតេអ៊ីន។
Natural inhibitors	សារធាតុរារាំងដែលផលិតដោយខ្លួនឯងក្នុងធម្មជាតិ។
Necrotizing pathogen	រោគបាក់តេរីស៊ីសាច់ ជារោគដែលធ្ងន់ធ្ងរដោយមានបាក់តេរីចូលទៅស៊ីសាច់ជ្រៅតាំងតែខាងក្រៅទៅខាងក្នុង។
Negative geotropism	ការបម្លាស់ទីគេចពីកម្លាំងទំនាញផែនដី ពេលដែលឱ្យដើមរុក្ខជាតិដេកលើដីនឹងឃើញចុងត្រួយលើកខ្ពស់ឡើង មូលហេតុនេះដោយសារផ្នែកខាងក្រោមរបស់ដើមរុក្ខជាតិនោះមានសារធាតុអុកស៊ីនខ្ពស់ជាងផ្នែកខាងលើ ធ្វើឱ្យផ្នែកខាងក្រោមដើមមានការលូតលាស់លឿនជាងផ្នែកខាងលើ ដែលធ្វើឱ្យចុងត្រួយដុះកោងឡើងលើ។
Node	ថ្នាំរបស់រុក្ខជាតិដែលមានឃើញច្បាស់ដូចជាថ្នាំងរបស់ដើមស្រូវ ថ្នាំងរបស់ដើមត្រកួនជាដើម។
Non-climacteric fruit	ផ្លែឈើដែលមិនអាចបន្ទុំ គឺផ្លែឈើដែលមានអត្រាការដកដង្ហើមមិនផ្លាស់ប្តូរពេលផ្លែឈើនោះចាស់ឬទុំ។ ផ្លែឈើប្រភេទនេះមានដូចជា ក្រូចថ្លុង ក្រូចឆ្មា ធីរី ។ល។
Nuclues	ជាណ្វៃយ៉ូដែលមានភ្នាសស្រោប ប្រទះឃើញក្នុងកោសិកាប្រភេទអឺការីយ៉ូត (eukaryotic cell) មានតួនាទីក្នុងការស្តុកទុក និងផលិតសារធាតុពន្ធុសាស្រ្តរបស់ភាវៈរស់។
Nuclear pores	រន្ធលើភ្នាសរបស់ណ្វៃយ៉ូ ដែលអាចឱ្យសារធាតុផ្សេងៗឆ្លងកាត់បាន។
Nutrients	សារធាតុចិញ្ចឹមគឺសារធាតុដែលមានក្នុងអាហារដែលយើងបរិភោគចូលទៅក្នុងរាងកាយ ហើយរាងកាយប្រើអាហារទាំងនោះក្នុងការផលិតថាមពលផ្សេងៗដែលប្រើប្រាស់ក្នុងការមានជីវិត។

Orchidaceae	រុក្ខជាតិគ្រួសារអ្ហគីដេ ជារុក្ខជាតិដែលមានសមាជិកច្រើនណាស់ មានទាំងរុក្ខជាតិដុះលើដី ក្នុងទឹក និងរស់នៅក្នុងអាកាសឬជាបែបសាប្រូភីត (saprophyte)។
Organ	សរីរៈសំដៅទៅលើផ្នែកណាមួយនៃភាវៈរស់ថ្នាក់ខ្ពស់ ដែលជាការរួមក្រុមគ្នានៃជាលិកាផ្សេងៗហើយពួកវាមានតួនាទីជាក់លាក់ណាមួយ។
Organic compound	សារធាតុសរីរាង្គជាសារធាតុដែលរួមផ្សំទៅដោយធាតុ C និង H ដោយសារធាតុសរីរាង្គដែលនៅក្នុងភាវៈរស់ គឺជាសារធាតុសរីរាង្គមម៉ូណូមែមកតម្រៀបគ្នាច្រើនៗជាន់ដែលហៅថាសារធាតុជីវម៉ូលេគុល។ ឧទាហរណ៍សារធាតុសរីរាង្គមានដូចជា Methanol, Ethanol, Carbohydrate, Glucose, fructose, hexane, protein ។ល។
Organ formation	ការរួមបញ្ចូលគ្នានៃជាលិការបស់ភាវៈរស់ហើយក្លាយទៅជាសរីរៈណាមួយដើម្បីធ្វើតួនាទីក្នុងការរស់នៅ។
Organization	អង្គភាពក្នុងទីនេះសំដៅទៅលើការចាត់ចែងក្រុមកោសិកា ជាលិកា និងសរីរៈរបស់រុក្ខជាតិឱ្យទៅធ្វើតួនាទីណាមួយជាក់លាក់ក្នុងការឱ្យមានជីវិតរស់នៅ។
Ovary	អូវែររបស់រុក្ខជាតិ ជាផ្នែកដែលបង្កកំណើតក្រោយការរួមផ្សំគ្នារវាងកោសិកាឈ្មោល និងញីរបស់រុក្ខជាតិ។
Ovary wall	ភ្នាសរបស់អូវែរ ជាផ្នែកដែលនឹងលូតលាស់ហើយក្លាយជាសាច់ផ្លែ។
Overall senescence	ការចូលវយៈជរាភាពទូទាំងដើម ជាជរាភាពដែលកើតឡើងគ្រប់ផ្នែករបស់ដើមទាំងផ្នែកលើដី និងក្រោមដី ដូចជាដើមពោត ស្មៅផ្អែមជាដើម។
Paper chromatography	បច្ចេកទេសក្រូម៉ាតូក្រាហ្វីបែបក្រដាស ជាបច្ចេកទេសដែលប្រើញែកសារធាតុគីមីបរិសុទ្ធិដោយការមើលពណ៌ ឬគ្រាប់ពណ៌ផ្សេងៗ ឬសារធាតុគីមីដែលអាចបញ្ចេញពណ៌ណាមួយបាន។
Parasitic root	ឫសបញ្ញើជាឫសរុក្ខជាតិប្រភេទបរាសិតដូចជាឫសរបស់បញ្ញើក្អែក ។ល។ ដោយវាចាក់ចូលទៅក្នុងរុក្ខជាតិផ្ទួលហើយដណ្តើមសារធាតុចិញ្ចឹម រួមទាំងទឹកផងដែរ។
Parthenocarpic fruit	ផ្លែឈើដែលមិនបានកើតពីការផ្សំរវាងកោសិកាបន្តពូជឈ្មោលនិងញីធ្វើឱ្យគ្មានគ្រាប់។
Parenchyma	ជាជាលិការបស់រុក្ខជាតិដែលប្រទះឃើញជាទូទៅ ស្ទើតែគ្រប់ផ្នែករបស់រុក្ខជាតិ ហើយតែងតែឃើញនូវចន្លោះរវាងកោសិកា (intercellulas space) ក្នុងជាលិកាជានិច្ច។
Partially senescence	ការកើតជរាភាពត្រឹមផ្នែកខ្លះរបស់រុក្ខជាតិប៉ុណ្ណោះ ដូចជាជរាភាពលើស្លឹក ផ្លែជាដើម។
Pectin	ជាប៉ូលីមែសរីរាង្គ (biopolymer) ដែលមានការប្រើប្រាស់យ៉ាងទូលំទូលាយក្នុងឧស្សាហកម្មអាហារ និងភេសជ្ជៈមកជាយូរយារមកហើយ។ ក្នុងរុក្ខជាតិតែងតែស្ថិតនៅក្នុងភ្នាសគ្រោងរបស់រុក្ខជាតិដើម្បីជួយបន្ថែមភាពរឹងមាំ។
Perennial plant	រុក្ខជាតិដែលអាចរស់នៅច្រើនឆ្នាំដូចជា ស្វាយ គគី កកោះជាដើម។

Pericarp	ជាផ្នែកនៃភ្នាសអូវ៉ែហើយលូតលាស់ក្លាយជាផ្លែឈើ ជាផ្នែកដែលប្រើក្នុងការបរិភោគជាអាហារ ដោយមានជាលិកា ៣ ស្រទាប់។
Permanent tissue	ជាលិកាអចិន្ត្រៃយ៍ ជាជាលិកាបញ្ឈប់ការចំណែកកោសិកា ឬជាជាលិកាស្លាប់ហើយមានភាពរឹងមាំ និងរូបរាងជាក់លាក់។
Peripheral proteins	វាជាប្រូតេអ៊ីនដែលផ្សារភ្ជាប់ជាមួយ membrane surface បែបធូរៗ ស្ថិតនៅខាងក្រៅស្រទាប់ខ្លាញ់ដោយភាគច្រើនស្ថិតនៅខាងក្រៅស៊ីតូប្លាស។ វាមានតួនាទីក្នុងការដឹកជញ្ជូនសារធាតុផ្សេងៗដូចជា ប្រូតេអ៊ីន អង់ស៊ីម អ្នកទទួលប្រូតេអ៊ីន ជាអ្នកផ្សាភ្ជាប់វាំងកោសិកាជាដើម។
Petal	ស្រទាប់ផ្កា ជាទម្រង់របស់ផ្កាដែលនៅបន្ទាប់ពីត្របកផ្ការាប់ចូលពីខាងក្រៅ មានតួនាទីការពារកេសរអំឡុងពេលដែលផ្កានៅខ្ចី ហើយវាមានពណ៌ស្រស់ស្អាតដើម្បីទាក់ទាញសត្វល្អិតឱ្យមកជួយផ្សំកេសរ។
Petiole	ទងស្លឹក ជាផ្នែកស្រដៀងនឹងមែក មានតួនាទីផ្សារភ្ជាប់វាំងស្លឹក និងដើម។ ដើមរុក្ខជាតិដែលគ្មានទងស្លឹកហៅថា sessile leaf ដោយទងស្លឹកមានលក្ខណៈខុសគ្នាច្រើនប្រភេទអាស្រ័យលើប្រភេទរបស់រុក្ខជាតិ។
Phloem	ផ្លូវអែមជាក្រុមបំពង់នាំដែលមានតួនាទីដឹកនាំសារធាតុសរីរាង្គដែលផលិតបានពីក្នុងស្លឹកទៅកាន់ផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិ រួមទាំងឫសផងដែរ។
Phospholipid	ជាលិពិត (lipid) ដែលកើតពីការរួមគ្នារបស់គ្លីសឺរ៉ល (glyceral) ១ ម៉ូលេគុលជាមួយអាស៊ីតខ្លាញ់ (fatty acid) ២ ម៉ូលេគុល និងអាស៊ីតផូស្វ័រិក ១ ម៉ូលេ-គុល។ ម៉ូលេគុលរបស់វាផ្នែកម្ខាងចូលចិត្តទឹក (hydrophilic) ម្ខាងទៀតមិនចូលចិត្តទឹក (hydrophobic)។
Photooxidation	ប្រតិកម្មអុកស៊ីដេសិនពន្លឺ ជាប្រតិកម្មគីមីដែលកើតឡើងដោយមានពន្លឺជាអ្នកជំរុញប្រតិកម្ម។
Photosynthetic root	ឫសសំយោគពន្លឺជាឫសដែលលូតលាស់លើផ្ទៃដី តែងតែនៅក្នុងអាកាស ជាឫសដែលមានពណ៌បៃតងទើបអាចសំយោគពន្លឺដូចជាឫសអូគីដេ ឫសជ្រៃជាដើម។
Photosynthesis	ការធ្វើរស្មីសំយោគ ជាវិធីសាស្ត្រដែលរុក្ខជាតិប្តូរថាមពលពន្លឺឱ្យក្លាយជាថាមពលគីមីដោយប្រើឧស្ម័ន CO_2 និងទឹកហើយទទួលផលផលិតផលជាស្ករក្នុងរុក្ខជាតិ។
Phototropism	ការងាករកពន្លឺ ជាការដែលរុក្ខជាតិបែរតាមពន្លឺព្រះអាទិត្យ ដោយតែងតែប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិដែលដាំក្នុងម្លប់។
Physiological dormancy	ដំណេកផ្នែកសរីរវិទ្យា តែងតែជួបប្រទះក្នុងរុក្ខជាតិដែលត្រូវការបរិស្ថានបែបពិសេសសម្រាប់ការដុះ។ ដោយបរិស្ថានទាំងនោះមានដូចជាភាពត្រជាក់ខ្លាំង ក្តៅខ្លាំង ថ្ងៃខ្លីជាដើម។

Plant growth inhibitors	សារធាតុរារាំងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ជាសារធាតុដែលចូលទៅចាប់ជាមួយសារធាតុជំរុញការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ឬចូលទៅធ្វើឱ្យកើតផលវិបាកដែលធ្វើឱ្យសារធាតុជំរុញការលូតលាស់ធ្វើការមិនពេញលេញ ដែលជាមូលហេតុធ្វើឱ្យវាលូតលាស់តិចជាងធម្មតា។
Plant growth regulators	សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ជាសារធាតុគីមីផ្សេងៗដែលរុក្ខជាតិផលិតឡើងដោយខ្លួនឯង រួមទាំងសារធាតុដែលមិនបានផលិតដោយរុក្ខជាតិ ដោយមានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ទាំងផ្នែកការជំរុញ និងរារាំងការលូតលាស់ទោះបីជាមានក្នុងកំហាប់ទាបក៏ដោយ។
Plant growth retardants	សារធាតុបន្ថយការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ជាសារធាតុដែលមិនបានចាត់ទុកក្នុងក្រុមអរម៉ូនរុក្ខជាតិនោះទេ តែវាជាសារធាតុសំយោគឡើយដោយមនុស្សទាំងអស់ ដោយវាមានគុណសម្បត្តិក្នុងការរារាំងការផលិត និងការធ្វើការរបស់អរម៉ូនរុក្ខជាតិដូចជា រារាំងការធ្វើការរបស់សារធាតុជីបឺរេលលីនជាដើម។
Plant life cycle	ជាដំណាក់កាលការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិប្រភេទណាមួយតាំងពីដុះរហូតដល់ស្លាប់ទៅវិញ ចាប់ផ្តើមតាំងតែវេយៈជាស៊ីកូត (zygote) រហូតទៅដល់វេយៈការផលិតកោសិកាបន្តពូជ (gamete)។
Plant tissue culture	ការបណ្តុះជាលិការបស់រុក្ខជាតិ ជាការពង្រីកពូជដោយមិនប្រើភេទមួយប្រភេទដោយការនាំបំណែក ឬសំណាករបស់រុក្ខជាតិ (explant) ដោយអាចជាប្រូតូ-ប្លាស (protoplast) កោសិកា (cell) ជាលិកា (tissue) ឬសរីរៈ (organ) របស់រុក្ខជាតិមកបណ្តុះលើអាហារសំយោគ (media) ក្នុងលក្ខណៈគ្មានមេរោគ (aseptic condition) ក្នុងការគ្រប់គ្រងបរិស្ថានឱ្យសមស្រប និងជាក់លាក់។
Plasticity	លក្ខណៈសមត្ថភាពរបស់កោសិកាដែលអាចពត់ ឬបត់បែនបាន។
Plastids	ផ្លាស្ទីតជាធាតុកោសិកាដ៏សំខាន់របស់រុក្ខជាតិមាន ៣ លក្ខណៈតាមប្រភេទកោសិការបស់រុក្ខជាតិរួមមាន (១) chromoplast មានពណ៌ផ្សេងៗលើកលែងពណ៌បៃតង (២) chloroplast មានពណ៌បៃតង និង (៣) leucoplast គ្មានពណ៌។
Polarity	លក្ខណៈមានបន្ទុកអគ្គិសនីរបស់សារធាតុ ដែលមានប៉ូលបូក និងប៉ូលដក។
Pollination	ដំណើរលម្អង ជាវិធីសាស្ត្រដែលលម្អងកេសរឈ្មោលធ្លាក់ទៅលើចុងកេសរញី (stigma) ដោយវិធីណាមួយដូចជា សត្វល្អិត ខ្យល់ ភ្លៀង ។ល។ ដោយដំណើរលម្អងកើតឡើង ២ បែបគឺ ដំណើរលម្អងក្នុងផ្កាតែមួយ (self-pollination) និងដំណើរលម្អងដែលកើតលើផ្កាផ្សេងគ្នា (cross pollination)។
Polycarpic plant	ជារុក្ខជាតិដែលអាចចេញផ្កាបានច្រើនដង ឬរស់នៅបានច្រើនរដូវដូចជា ស្វាយ ពុទ្រា ជាដើម។
Positive geotropism	ការបម្លាស់ទីស្របទៅតាមទំនាញរបស់ផែនដី ដោយឫសរបស់រុក្ខជាតិនឹងចាក់ចូលទៅតាមទំនាញរបស់ផែនដី។
Precursors	សារធាតុដើម ឬវត្ថុធាតុដើមក្នុងប្រតិកម្មគីមីដើម្បីផលិតសារធាតុថ្មីមួយទៀត។

Primary tissue	ជាជាលិកាលូតលាស់ដំណាក់កាលទី ១ ។
Procambium	ជាជាលិកាដែលស្ថិតនៅខាងក្នុងបំផុតរបស់ឫសដែលនឹងផ្លាស់ប្តូរទៅជាស្រទាប់ផឺរីស៊ីក (pericycle)។
Progressive senescence	ជាការចូលវ័យជរារបស់ស្លឹករុក្ខជាតិផ្នែកខ្លះដែលចាស់ ឬត្រូវបានចូលបំផ្លាញ។
Prop or stilt root	ជាឫសដែលបែកចេញមកពីថ្នាំងដែលនៅលើដើមដែលនៅក្រោមដី ឬលើដីតិចតួច ហើយចាក់ចូលទៅក្នុងដីដើម្បីជួយទ្រដើមមិនឱ្យដួលដោយងាយ ដូចជាឫសពោតជាដើម។
Protein	ជាសារធាតុក្រុមអាស៊ីតអាមីណូ (amino acid) ដែលមានតួនាទីបង្កើនភាពរឹងមាំលើស្បែក ឆ្អឹង និងសាច់ដុំ។
Protoderm	ជាជាលិការុក្ខជាតិដែលនៅក្រៅបង្អស់ ក្រុមកោសិកាទាំងនេះស្ថិតក្នុងបរិវេណដែលហៅថាកោសិកាពន្លូត និងពង្រីកទំហំហើយនឹងចាប់ផ្តើមប្តូរម្តងបន្តិចទៅជាជាលិកាអចិន្ត្រៃយ៍។
Protoplasm	ជាវត្ថុរាវថ្លា មានភាពស្អិតដូចចាហួយ និងមានធាតុកោសិកាប្រភេទផ្សេងៗនៅខាងក្នុងវត្ថុរាវនេះ។
Pruning	ការកាត់មែក ធាង ឬស្លឹកឈើ ជាពិសេសដំណាំឈើហូបផ្លែ ដើម្បីកុំឱ្យមានស្លឹក ឬមែកច្រើន កាត់មែកដែលមិនចាំបាច់ចេញ មែកកើតរោគ មែកមិនត្រូវថ្ងៃ ដើម្បីបន្ថយការប្រើប្រាស់សារធាតុចិញ្ចឹមក្នុងដើមរុក្ខជាតិ។
Receptacle	ជាផ្នែកខាងចុងបំផុតរបស់ទងផ្កា ទម្រង់នេះធំជាងទងស្លឹក មានទាំងទម្រង់រូបរាងដូចចាន ឬផុសចេញមកក្រៅ។
Region of cell division	បរិវេណចំណែកកោសិកា នៅបន្ទាប់ពីបរិវេណមួកឫសឡើងមកលើ រួមផ្សំដោយកោសិកាលូតលាស់បរិវេណលូតលាស់ចុងឫស (apical merstem)។
Region of cell elongation	បរិវេណពន្លូតកោសិកាតាមបណ្តោយ រួមផ្សំទៅដោយកោសិកាដែលមានរូបរាងវែងដែលកើតមកពីកោសិការបស់កោសិកាលូតលាស់ដែលចំណែកកោសិកាហើយរុញមកនៅលើចំណុចចំណែកកោសិកាបន្តិច។
Region of cell maturation	បរិវេណកោសិកាលូតលាស់ពេញលេញ នៅផ្នែកខាងលើបរិវេណពន្លូតកោសិកា ដោយមានការលូតលាស់ពេញលេញហើយ មានការផ្លាស់ប្តូរ និងរួមក្រុមជាជាលិកាដែលមានតួនាទីផ្សេងៗ ហើយនឹងក្លាយជាជាលិកាអចិន្ត្រៃយ៍ប្រភេទផ្សេងៗ។
Reproduction growth	ការលូតលាស់ផ្នែកបន្តពូជរបស់រុក្ខជាតិ។
Respiratory or aerating root	ជាឫសដែលលើកឡើងមកលើដី ឬពេលខ្លះក៏អណ្តែតមកលើផ្ទៃទឹក ដើម្បីជួយក្នុងការដកដង្ហើមឱ្យបានច្រើនឡើង ដោយទម្រង់របស់ឫសរួមផ្សំទៅដោយកោសិកាប៉ារ៉ង់ស៊ីមដែលតម្រៀបគ្នាបែបធូរៗ មានចន្លោះទំនេររវាងកោសិកាជាច្រើន ដែលធ្វើឱ្យអាកាសអាចចូលទៅក្នុងឫសបានដោយងាយ។

Resting embryo	គឺអំប្រឹយ៉ុងដែលស្ថិតក្នុងដំណេក។
Rhizoid	មានចំពោះពពួករុក្ខជាតិថ្នាក់ទាប និងពពួកផ្សិតជាផ្នែកដែលធ្វើតួនាទីស្រដៀងនឹងឫស ដោយប្រើក្នុងការស្រូបយកអាហារ និងទប់ដើមមិនឱ្យដួលរលំ។
Root cap	មួកឫស ឬក្បាលឫសជាជាលិកាផ្នែកមួយនៃឫសរុក្ខជាតិ ដោយមួកឫសរួមផ្សំទៅដោយស្ពាតូសាយដែលមានវន្តទំនេរនៅខាងក្នុង ដោយមួកឫសមានតួនាទីការពារកោសិការបស់ឫស។ បើសិនជាកាត់មួកឫសចេញ វានឹងចាក់ឫសគ្មានគោលដៅពោលគឺមួកឫសមានប្រតិកម្មជាមួយទំនាញរបស់ផែនដី។
Root initiation	ចំណុចកំណើតឫស។
root system	ប្រព័ន្ធឫសរុក្ខជាតិចែកចេញជា ៣ ប្រភេទគឺប្រព័ន្ធឫសកែវ (tap root) ប្រព័ន្ធឫសស្លែ (fibrous root) និងប្រព័ន្ធឫសពិសេស (adventitious root)។
RNA	អអិនអេ ឬអាស៊ីតរីបូនុយក្លេអ៊ីច (ribonucleic acid) ជាសារធាតុប៉ូលីមែនៃពពួកនុយគ្លីអូថាយ (nucleotide) ដែលគ្មានការបែកមែកសាខា មានប្រវែងខ្លីជាង DNA តែវាមានទម្រង់ស្រដៀងនឹង DNA ។ អអិនអេរួមផ្សំទៅដោយស្កររីបូស (ribose) បាស ៤ ប្រភេទរួមមាន Adenin, Uracil, Cytosin និង Guanine ។ និងក្រុមផូស្វាត (phosphate)។
Scale leaf	ស្លឹកស្រកាវ ជាស្លឹកដែលប្តូរមកពីស្លឹកពិតដើម្បីធ្វើតួនាទីក្នុងការការពារពន្លកភ្នែក និងត្រួយខ្ចីរបស់រុក្ខជាតិ។ ស្លឹកស្រកាវគ្មានពណ៌បៃតងនោះទេ ព្រោះវាគ្មានក្លរ៉ូភីល ឧទាហរណ៍ដូចជាស្លឹកស្រកាវរបស់ដើមស្រល់ជាដើម។
Scarification	ការធ្វើឱ្យកើតស្នាមដំបៅ។
Sclerenchyma	ជាលិកាស្គ័រេនឃីម៉ា ជាជាលិកាដែលបង្កើនភាពរឹងមាំរបស់រុក្ខជាតិ ហើយតែងតែស្ថិតនៅជាក្រុម ភ្នាសគ្រោងរបស់កោសិកាក្រាស់ និងរឹងមាំព្រោះមានសារធាតុពពួកលិក-និន (lignin)។
Secondary tissue	ជាលិកាលូតលាស់ដំណាក់កាលទី ២។
Seed coat	សំបកគ្រាប់ កើតមកពីភ្នាសដែលស្រោបកោសិកាបន្តពូជញី ធ្វើតួនាទីការពារគ្រោះថ្នាក់ដែលអាចកើតមានលើអំប្រ៊ីយ៉ុង ការពារការបាត់បង់ទឹក។ សំបកគ្រប់មាន ២ ស្រទាប់ដោយស្រទាប់ក្តៅក្រាស់ ស្វិត និងរឹងហៅថា testa ចំណែកភ្នាសខាងក្នុងតែងតែជាស្រទាប់ស្តើងៗហៅថា tegmen ។
Seed dormancy	ដំណេកគ្រាប់ កើតលើរុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ ដោយវានឹងមិនដុះចេញជាដើមថ្មី ទោះជាធ្វើឱ្យបរិស្ថានសមស្របលើការដុះក៏ដោយ។ មូលហេតុដែលមិនដុះអាចជាគ្រាប់របស់រុក្ខជាតិនេះក្រាស់ ឬរឹងដែលមិនអាចឱ្យសារធាតុផ្សេងចូលទៅក្នុងបាន ម្យ៉ាងទៀតអាចបណ្តាលមកពីក្នុងគ្រាប់មានអរម៉ូនដែលរារាំងការដុះក្នុងបរិមាណច្រើន។
Seed germination	ការដុះរបស់គ្រាប់ គឺចាប់ផ្តើមពីអំប្រ៊ីយ៉ុងក្នុងគ្រាប់ចាប់ផ្តើមមានសកម្មភាពក្នុងការលូតលាស់ចេញពីគ្រាប់។

Seedling	ដើមតូច ឬដើមពូជនៃរុក្ខជាតិដែលដាំដោយគ្រាប់ ឬរុក្ខជាតិដែលមានកម្ពស់មិនទាន់ដល់ ៣ ហ្វុត។
Seed vigor	ភាពរឹងមាំរបស់គ្រាប់ពូជរុក្ខជាតិ ជាលក្ខណៈរួមគ្នាច្រើនប្រការដែលជាលក្ខណៈលេចធ្លោរក្នុងពេលដែលគ្រាប់ដុះចេញមកក្នុងលក្ខណៈបរិស្ថានមិនសមស្រប ឬប្រែប្រួល។ គ្រាប់ដែលរឹងមាំនឹងអាចដុះចេញមកបានទោះបីស្ថិតក្នុងបរិស្ថានមិនសមស្រប។
Senescence	ជាការបាត់បង់សមត្ថភាពក្នុងការធ្វើប្រតិកម្មដែលទាក់ទងជាមួយការសំយោគសារធាតុផ្សេងៗធ្វើឱ្យកោសិកាស្លាប់ និងជាអំឡុងពេលដែលការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិបន្ទាប់ពីការចាស់ខ្លាំង (full maturity) រហូតដល់រុក្ខជាតិស្លាប់ សង្កេតឃើញពីការបំបែកជាតុនៃពពួកក្លរ៉ូភីល ឬ RNA និងកត្តាផ្សេងៗទៀត។
Sepal	ត្របកផ្កា ជាស្រទាប់នៅខាងក្រៅបំផុតរបស់ផ្កា តែងតែងមានពណ៌បៃតង មានតួនាទីការពារទម្រង់ផ្សេងៗទៀតរបស់ផ្កាអំឡុងពេលនៅខ្ចី។
Sessile flower	ផ្ការុក្ខជាតិដែលគ្មានទងផ្កា គឺផ្កាដុះលើដើមដោយផ្ទាល់។
Sexual reproduction	ការបន្តរពូជដោយប្រើភេទ ជាការបន្តពូជដោយកើតពីកោសិកាភេទឈ្មោល និងភេទញីផ្សំគ្នាបានជាស៊ីកូត (zygote) ហើយនឹងលូតលាស់ជាភាវៈរស់ថ្មីដែលមានហ្សែនម្តាយនិងឪពុកម្នាក់ពាក់កណ្តាល។
Simple permanent tissue	ជាលិកាអចិន្ត្រៃយ៍បែបងាយ ជាជាលិកាដែលមានក្រុមកោសិកាតែមួយប្រភេទមករួមផ្សំគ្នា។
Sperm cell	ស្ពែមជាកោសិកាបន្តពូជឈ្មោលដែលកើតឡើងពីការចំណែកកោសិកាបែបមេយ៉ូស (meiosis) ពីលម្អងផ្កាឈ្មោល។
Stamen	កេសរឈ្មោលរបស់រុក្ខជាតិ ជាផ្នែកដែលនៅបន្ទាប់ពីស្រទាប់ផ្កាខាងក្នុង។
Statolith	ជាផ្លាស្ទីតមួយប្រភេទដែលមានការសន្សំម្សៅដែលអាចធ្វើឱ្យដឹងពីទិសនៃទំនាញរបស់ផែនដី។
Stress ethylene production	ជាអាការរបស់រុក្ខជាតិដែលជួបភាវៈតានតឹងដែលកើតមកពីការផលិតឧស្ម័នអេទីឡែន។
Stipule	ត្រចៀកស្លឹកជា ជាផ្នែកដែលលាស់ចេញក្នុងបរិវេណគល់ស្លឹក និងមែកមានលក្ខណៈខុសគ្នាទៅតាមប្រភេទរុក្ខជាតិនីមួយៗ។
Storage root	ឫសស្តុកសារធាតុចិញ្ចឹម ជាឫសដែលមានតួនាទីក្នុងការស្តុកអាហារប្រភេទម្សៅ ស្ករ ឬប្រូតេអ៊ីន ដែលធ្វើឱ្យវាទមានលក្ខណៈប៉ោងធំដោយយើងតែងតែហៅវាថាមើម ដូចជាការ៉ុត ឆៃថាវ ដំឡូងផ្វារជាដើម។
Stratification	ការបែងស្រទាប់របស់ដី ឬថ្ម (វិស្វកម្មឃោជា) ការញែកស្រទាប់ (ទឹក ឬបរិស្ថាន)។
Suberine	ជាសារធាតុដែលមានលក្ខណៈជាក្រមួនឃ្មុំដែលមានលើភ្នាសកោសិកា វាជួយឱ្យភ្នាសកោសិការឹងមាំ និងបត់បែនបាន មិនបាក់បែក ហើយទោះជាការស្រោបសារធាតុស៊ូប៊ឺរិនធ្វើឱ្យភ្នាសគ្រោងក្រាស់ តែវាក៏អាចឱ្យសារធាតុផ្សេងៗជ្រាបចូលទៅក្នុងកោសិកា

	ដោយងាយ (permable membrane)។
Survival mechanism	ជាប្រតិកម្មការពារខ្លួនឯងរបស់រុក្ខជាតិពីកត្តាបរិស្ថានផ្នែកខាងក្រៅដែលអាចបង្កឱ្យរុក្ខជាតិមានគ្រោះថ្នាក់ ឬស្លាប់។ ការការពារខ្លួនឯងរបស់រុក្ខជាតិមានដូចជា ការផលិតសារធាតុកម្ចាត់មេរោគ ការផលិតសារធាតុអាស៊ីតអែបស៊ីស៊ីកដើម្បីរាំងការបំភាយចំហាយទឹកក្នុងពេលដែលរុក្ខជាតិស្ថិតក្នុងភាវៈតានតឹងនៃការខ្វះទឹកជាដើម។
Tap root system	ប្រព័ន្ធឫសកែវ ជាប្រព័ន្ធឫសដែលមានឫសកែវដែលមានទំហំធំជាងឫសដទៃ (លូតលាស់មកពីផ្នែក radicle ឬ embryonic root) ហើយមានឫសខ្នែងលូតលាស់ចេញមកខាងៗជាច្រើនហើយមានទំហំតូចជាងឫសកែវ។ រុក្ខជាតិឌីកូទីលេដូន និងពពួករុក្ខជាតិស៊ីមណូស្ពែម (gymnosperm) ភាគច្រើនមានប្រព័ន្ធឫសកែវ។
Temperature	សីតុណ្ហភាពជាបរិមាត្រផ្នែករូបវិទ្យាដែលប្រាប់ពីកម្ដៅ និងភាពត្រជាក់របស់សារធាតុ ដែលជាកត្តាមួយដ៏សំខាន់ក្នុងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ។
Terminal bud	ភ្នែកត្រួយ ជាផ្នែកដែលនៅខ្ចីកំពុងមានការចំណែកកោសិកាជាបន្តបន្ទាប់ហើយវានឹងលូតលាស់ជាត្រួយថ្មី។
Thermogenic plants	ជាប្រភេទរុក្ខជាតិដែលអាចបញ្ចេញកម្ដៅមកខាងក្រៅបាន ឬក្នុងដើមរុក្ខជាតិមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ជាងសីតុណ្ហភាពក្នុងបរិយាកាស។
Tissue	សំដៅទៅលើកោសិកាដែលរួមគ្នាជាក្រុមដើម្បីធ្វើតួនាទីណាមួយ ឬច្រើនតួនាទី។
Tobacco	ដើមថ្នាំជក់។
Top senescence	ជាអាការជរាភាពរបស់រុក្ខជាតិ ដែលកើតឡើងចំពោះផ្នែកដែលនៅលើដីតែប៉ុណ្ណោះ ដូចជាពពួកប្រទាលផ្សេងៗ ជាដើម។
Transpiration	ការបំភាយចំហាយទឹក ជាការបញ្ចេញទឹកពីក្នុងកោសិការុក្ខជាតិទៅក្នុងបរិយាកាសតាមរយៈស្ទូម៉ាត (stomata) ឬរន្ធធម្មជាតិរបស់រុក្ខជាតិ។ ការបំភាយចំហាយទឹកជាការបន្ថយសីតុណ្ហភាពក្នុងដើមរុក្ខជាតិ និងធ្វើឱ្យកើតការដឹកជញ្ជូនសារធាតុចិញ្ចឹម និងទឹកពីឫសឡើងមកលើផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិ។
tRNA	transfter RNA ជាអាអិនអេទំហំតូចប្រហែល ៧០ ទៅ ៩៥ នុយក្លីអូទីត មានតួនាទីនាំយកអាស៊ីតអាមីណូចូលទៅតភ្ជាប់ជាមួយខ្សែប៉ូលីប៉េបថាយក្នុងរីបូសូម (ribosome) អំឡុងពេលមានការថតចម្លងលេខសម្ងាត់។
Water potential	តម្លៃប៉ូតង់ស្យែលរបស់ទឹក ជាតម្លៃដែលត្រូវបានកំណត់ឡើងដើម្បីចង្អុលបង្ហាញពីតម្លៃថាមពលសេរីរបស់ទឹក ដោយប្រៀបធៀបជាមួយថាមពលសេរីរបស់ទឹកបរិសុទ្ធជាគោល ដោយកំណត់ឱ្យតម្លៃទឹកបរិសុទ្ធក្នុងស្ថានភាពធម្មតាមានតម្លៃស្មើនឹង ០ ។
Water retaining substances	ជាសភាវៈការស្តុកទឹក ឬសមត្ថភាពនៃការស្រូបយកទឹករបស់សារធាតុណាមួយ។

Wax	ជាសារធាតុក្រុមលីពីត (lipid) ដែលប្រទះឃើញក្នុងធម្មជាតិជា aster របស់ខ្លាញ់ជាមួយអាកុលដែលមានទម្ងន់ម៉ូលេគុលខ្ពស់ និងក្រុមអាកុលដែលមានក្រុមអ៊ីដ្រក់-ស៊ីលតែមួយក្រុម (monohydric alcohol) មានចំណុចរលាយខ្ពស់ ដោយស្ថិតក្នុងលក្ខណៈជាវត្ថុរឹងពេលដែលស្ថិតក្នុងសីតុណ្ហភាពធម្មតា។
Vascular tissue	ជាលិកាបំពង់នាំ ជាជាលិកាដែលប្រទះឃើញក្នុងរុក្ខជាតិមានបំពង់នាំរួមមានស៊ីឡែម និងផ្លូអែម។
Vegetative growth	ការលូតលាស់ផ្នែកសរីរៈរបស់រុក្ខជាតិ សំដៅទៅលើការលូតលាស់ផ្នែកដើម មែក ឫស ដើម្បីឱ្យរុក្ខជាតិដុះបានពេញលេញ។
Xanthophyll	សែនថូហ្វីលជាសារធាតុក្រុមការ៉ូទីណូអ៊ីត (carotenoids) ដែលមានពណ៌ស្ថិតក្នុងរលកពណ៌លឿង ឬពណ៌ក្រហម។
Xylem	ជាបំពង់នាំរបស់រុក្ខជាតិដែលមានតួនាទីក្នុងដឹកជញ្ជូនទឹក និងសារធាតុរ៉ែផ្សេងៗទៅកាន់ផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិ ដោយវារួមផ្សំទៅដោយកោសិកាជាច្រើនដែលមានតួនាទីក្នុងការដឹកជញ្ជូនសារធាតុក្នុងរុក្ខជាតិ។
Yeast	ជាផ្សិតមួយប្រភេទដែលមានលក្ខណៈជាកោសិកាតែមួយមានរូបរាងច្រើនបែបដូចជារូបរាងមូលទ្រវែង ៣ ជ្រុងជាដើម។
Zygote	ស៊ីកូតជាកោសិកាចាប់ផ្តើមពេលដែលកោសិកាបង្កកំណើតមកផ្សំគ្នាដោយវិធីសាស្ត្របន្តពូជដោយប្រើភេទ។

ប្រតិបត្តិការអរម៉ូនរុក្ខជាតិ

ប្រតិបត្តិការទី ១
ទម្រង់របស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ

១. គោលបំណងនៃប្រតិបត្តិការ

ប្រតិបត្តិការរៀងទម្រង់របស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ (formulation of plant growth regulators) មានគោលបំណងគឺ ដើម្បីឱ្យនិស្សិតស្គាល់ពីទម្រង់ផ្សេងៗ របស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ដែលផលិត និងចំណាយជាផលិតផលផ្សេងៗ ដើម្បីធ្វើការជ្រើសរើសមកប្រើប្រាស់ឱ្យបានសមស្របបំផុត។

២. សេចក្តីផ្តើម

សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិស្ថិតក្នុងលក្ខណៈសារធាតុបរិសុទ្ធ (technical grade) អាចនៅក្នុងលក្ខណៈជាវត្ថុរឹង ឬវត្ថុរាវ ដែលមានសមត្ថភាពក្នុងការលាយក្នុងទឹក ឬក្នុងសារធាតុរំលាយសរីរាង្គ (organic solvent) ខុសៗគ្នា ហើយក្នុងការអនុវត្តការប្រើសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ដំណាំជាទូទៅនឹងប្រើក្នុងអត្រាកំហាប់មិនខ្ពស់នោះទេ។ យើងត្រូវធ្វើឱ្យសារធាតុដែលមានបរិមាណត្រឹមតិចតួចពង្រាយឱ្យពាសពេញផ្ទៃដែលយើងកំណត់។ ដូច្នេះហើយ ការនាំសារធាតុទាំងនេះក្នុងលក្ខណៈជាសារធាតុបរិសុទ្ធមកប្រើដោយផ្ទាល់ នឹងមិនងាយស្រួលក្នុងការអនុវត្តនោះទេ។ នេះជាមូលហេតុចាំបាច់ដែលត្រូវធ្វើឱ្យសារធាតុនោះស្ថិតក្នុងលក្ខណៈដែលមានកំហាប់សមស្រប។ ភាគច្រើនគឺប្រើក្នុងលក្ខណៈដែលអាចប្រើជាមួយទឹកបាន។ មានតិចណាស់ដែលប្រើក្នុងលក្ខណៈដែលត្រូវផ្សំជាមួយប្រេង ឬប្រើបែបស្ងួត។ ករណីខ្លះវាក៏ត្រូវពិចារណាច្រើនយ៉ាងក្នុងការដែលគិតថាទម្រង់ណាដែលសមស្រប រួមមាន៖

១. គុណសម្បត្តិផ្នែកគីមី និងផ្នែករូបសាស្ត្ររបស់សារធាតុដូចជា សមត្ថភាពក្នុងការលាយក្នុងអង្គធាតុរលាយប្រភេទផ្សេងៗ ការរំហួតជាដើម។

២. លក្ខណៈតំបន់ដែលត្រូវប្រើសារធាតុដូចជា តំបន់ខ្ពង់រាប តំបន់ទំនាបជាដើម។

៣. សុវត្ថិភាពដូចជា វាជាសារធាតុងាយឆាបឆេះដែរ ឬទេ ជាតិពុលរបស់វាជាដើម។

៤. លក្ខណៈផ្នែកសេដ្ឋសាស្ត្រដូចជា ដើមទុនរបស់សារធាតុដែលប្រើក្នុងការផលិត ដើមទុនរបស់ប្រអប់វេចខ្ចប់ តម្លៃដឹកជញ្ជូន (បើសិនជាផលិតផលមានភាគរយសារធាតុសកម្ម (active ingredient) ទាបនោះ ដើមទុនក្នុងការដឹកជញ្ជូនសារធាតុបញ្ចេញឥទ្ធិពលនោះខ្ពស់)។

ទម្រង់របស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ដំណាំ ដែលផលិតចេញមកជាសារធាតុផលិតផល មានច្រើនប្រភេទ ដោយអាស្រ័យទៅលើប្រភេទនៃសារធាតុសកម្ម (active ingredient) និងគោលបំណងក្នុងការយកទៅប្រើប្រាស់ និងបរិមាណរបស់សារធាតុសកម្មមានភាពខុសៗគ្នាទៅតាមប្រភេទ។ សេចក្តីលម្អិតនឹងមានប្រាប់ផ្លាកដែលបិតលើដបដែលស្តុកសារធាតុនោះ។ ទម្រង់របស់សារធាតុដែលខុសគ្នា ធ្វើឱ្យគុណសម្បត្តិខ្លះរបស់សារធាតុខុសគ្នាដែរដូចជា សមត្ថភាពក្នុងការលាយក្នុងទឹក សមត្ថភាពក្នុងការចូលក្នុងដើមរុក្ខជាតិ ឬការមានជាតិពុលសម្រាប់រុក្ខជាតិជាដើម។ អ្នកប្រើប្រាស់គួរមានចំណេះដឹង និងយល់ច្បាស់ដើម្បីប្រើប្រាស់សារធាតុ

ដោយមានប្រសិទ្ធភាព និងមិនកើតភាពខូចខាតចំពោះដំណាំ។ ទម្រង់របស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដែលប្រទះឃើញជាទូទៅរួមមាន៖

១. ទម្រង់ដែលប្រើត្រូវផ្សំជាមួយទឹក អាចប្រើក្នុងការផ្សំទឹកហើយបាញ់លើដើមរុក្ខជាតិ ឬត្រាំផ្នែកខ្លះរបស់រុក្ខជាតិដូចជា មែក ទង ស្លឹកជាដើម។

១.១ ទម្រង់សារធាតុរលាយកំហាប់ខ្ពស់ (water-soluble concentrate, WSC ឬ solutions, S ឬ SL) សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិដែលរលាយក្នុងទឹកបានល្អ អាចផលិតចេញមកក្នុងលក្ខណៈជាសារធាតុរលាយកំហាប់ខ្ពស់។ ពេលប្រើ ត្រូវយកទៅលាយជាមួយទឹក ហើយអាចប្រើរួមគ្នាជាមួយសារធាតុបង្កើនប្រសិទ្ធភាពឱ្យចូលទៅក្នុងដើមរុក្ខជាតិ និងការពារការកកក្នុងទឹក។ សារធាតុក្នុងទម្រង់នេះមានដើមទុនការផលិតទាប មិនចាំបាច់មានការកូរក្នុងពេលបាញ់ព្រោះវាមិនកកជាប់គ្នា ពេលដែលប៉ះសារធាតុនេះ យើងអាចលាងចេញពីស្បែករបស់យើងបានងាយស្រួល តែការចូលទៅក្នុងដើមរុក្ខជាតិអាចមិនពេញលេញ និងអាចកកក្នុងទឹក រួមទាំងអាចត្រូវបានលាងជម្រះពីស្លឹករុក្ខជាតិដោយងាយ។ សារធាតុដែលផលិតក្នុងលក្ខណៈនេះមានដូចជា NAA និង chlormequat chloride ជាដើម។

១.២ ទម្រង់ជាវត្ថុរាវអ៊ីម៉ាល់ស្យិន (emulsifiable concentrate; EC, E) សារធាតុប្រតិកម្មរបស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ដែលមិនរលាយក្នុងទឹក តែរលាយក្នុងអង្គធាតុរំលាយសរីរាង្គគ្មានប៉ូឡា (non-polar organic solvent) ដែលសមស្រប អាចផលិតចេញមកក្នុងលក្ខណៈជាសារធាតុសូលុយស្យុងក្នុងសារធាតុរំលាយសរីរាង្គ និងសារធាតុ emulsifying agent ។ ពេលដែលនាំយកទៅប្រើប្រាស់ដោយការផ្សំជាមួយទឹក នឹងបានសារធាតុអ៊ីម៉ាល់ស្យិន (emulsion) និងមានពណ៌ស្រអាប់ដូចទឹកដោះគោ (អាចប្រើបានដោយការផ្សំជាមួយប្រេង ឬខ្លាញ់ក៏បាន)។ សារធាតុក្នុងទម្រង់នេះ មានដើមទុនការផលិតខ្ពស់ ព្រោះអង្គធាតុរំលាយមានតម្លៃខ្ពស់ តែអាចជ្រាបកាត់ស្លឹករុក្ខជាតិបានល្អ ហើយត្រូវបានលាងជម្រះចេញពីស្លឹកបានតិចជាងពពួករលាយក្នុងទឹក។ សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់ដែលផលិតក្នុងលក្ខណៈនេះមានដូចជា chlorflurenol methyl ester ជាដើម។

១.៣ ទម្រង់ជាវត្ថុរឹងអណ្តែតកំហាប់ខ្ពស់ (flowable; F, FL; SC, suspension concentrate) ជាសារធាតុកំហាប់ខ្ពស់ដែលអណ្តែតក្នុងវត្ថុរាវ ពេលនាំយកទៅផ្សំជាមួយទឹកនឹងបានសារធាតុផ្សំក្នុងលក្ខណៈអណ្តែត។ សារធាតុក្នុងលក្ខណៈនេះមានគុណសម្បត្តិដូចសារធាតុក្នុងលក្ខណៈ WP ដែរតែមានចំណុចល្អជាងដោយវាជាវត្ថុរាវដែលអាចប្រើវិធីវាល់ ធ្វើឱ្យងាយស្រួលក្នុងការអនុវត្តការងារក្នុងស្រែចម្ការ។ សារធាតុដែលស្ថិតក្នុងលក្ខណៈមានដូចជា paclobutrazol 25% SC និង paclobutrazol ជាដើម។

១.៤ ទម្រង់ម្សៅរលាយក្នុងទឹក (water soluble powder; WSP, SP) ជាសារធាតុផលិតផលដែលស្ថិតក្នុងលក្ខណៈជាម្សៅ ពេលផ្សំជាមួយទឹកនឹងបានសារធាតុសូលុយស្យុងថ្លា មិនកកជាដុំ។ សារធាតុក្នុងលក្ខណៈ WSP ដែលផលិតចេញជាម្សៅស្ងួត ដូចជា Gibberellin Kyowa 3.1% WSP ជាដើម។

១.៥ លក្ខណៈជាម្សៅសើម (wettable powder; WP, P) ក្នុងករណីដែលសារធាតុប្រតិកម្ម (active ingredient) របស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិនោះ រលាយក្នុងទឹក និងសារធាតុរំលាយសរីរាង្គមិនសូវល្អ យើងអាចយកសារធាតុនោះទៅលាយជាមួយសារធាតុណឺត (inert material) ដើម្បីឱ្យវាអាចរលាយក្នុងទឹកបាន។ សារធាតុណឺតទាំងនោះមានដូចជាដីឥដ្ឋជាដើម។ ការផលិតអាចបន្ថែមសារធាតុបន្ថែមប្រសិទ្ធភាពដូចជា wetting agent (សារធាតុធ្វើឱ្យចូលជាមួយទឹក) ដើម្បីធ្វើឱ្យម្សៅនៃសារធាតុគ្រប់គ្រងការ

លូតលាស់របស់រុក្ខជាតិនោះសើម និងអណ្តែតក្នុងទឹកបាន (អណ្តែកក្នុងទឹក មិនមែនអណ្តែតលើផ្ទៃទឹកនោះទេ) ឬសារធាតុបន្ថែមប្រសិទ្ធភាពពពួក dispersing agent (សារធាតុដែលជួយឱ្យសារធាតុប្រតិកម្មកោះជាប់លើស្លឹក) ដើម្បីជួយជំរុញអនុភាគរបស់សារធាតុអណ្តែតក្នុងទឹកបានសព្វ។ សារធាតុក្នុងទម្រង់នេះមានដើមទន់ទាប ដោយសារមានទម្ងន់ស្រាលជាង មានលក្ខណៈជាវត្ថុរាវ និងដើមទុនក្នុងការវេចខ្ចប់មិនថ្លៃនោះទេ។ ផលអវិជ្ជមានរបស់សារធាតុនេះ គឺក្នុងពេលបាញ់ថ្នាំ ត្រូវកូរវាម្តងម្កាលជាញឹកញាប់ដើម្បីកុំឱ្យសារធាតុអណ្តែតនោះចាប់គ្នាជាដុំ ហើយក្នុងអំឡុងការបាញ់នឹងកើតពណ៌របស់សារធាតុលើក្បាលស្រ្តេ ធ្វើឱ្យក្បាលរបស់ស្រ្តេសឹកខូចខ្លាំងជាងការប្រើថ្នាំក្នុងលក្ខណៈផ្សេង។ ជាទូទៅ ការចូលទៅក្នុងស្លឹករុក្ខជាតិរបស់សារធាតុក្នុងទម្រង់នេះមានបរិមាណទាបជាងទម្រង់ផ្សេង ហើយសម្រាប់ការប្រើស្រោចលើដី ត្រូវប្រើត្រាក់ទ័រមកភ្ជួរដើម្បីកប់វាហើយវាអាចពង្រាយក្នុងដីបាន។ សារធាតុនេះមានលក្ខណៈជាម្សៅទទឹក ដោយសារធាតុដែលនិយមប្រើវិធីនេះមានដូចជា GA ជាដើម។

២. ទម្រង់ដែលនាំយកមកប្រើដោយផ្ទាល់ ជាទម្រង់ដែលផលិតមកដើម្បីប្រើដោយផ្ទាល់ ដោយមិនបាច់ផ្សំជាមួយសារធាតុផ្សេងនោះទេ។ ដោយទម្រង់ដូចនេះមានដូចជា៖

២.១ លក្ខណៈជាម្សៅ (dust powder) ជាសារធាតុដែលផលិតចេញមកក្នុងលក្ខណៈជាម្សៅ ដោយមានបរិមាណនៃសារធាតុប្រតិកម្មទាបណាស់។ ពេលប្រើប្រាស់ ត្រូវយកម្សៅនោះទៅបាចលើរុក្ខជាតិដោយផ្ទាល់មិនត្រូវផ្សំជាមួយសារធាតុរំលាយនោះទេ។ សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ដំណាំដែលនិយមផលិតក្នុងលក្ខណៈនេះមានដូចជា IBA ដែលប្រើសម្រាប់ជំរុញការចេញឫសរបស់មែកផ្សាំ ដោយការកាត់មែកហើយយកទៅតុបជាមួយម្សៅ ហើយសំណើមក្នុងស្នាមកាត់នឹងចាប់យកសារធាតុក្នុងម្សៅ ហើយនាំយកមែកទៅផ្សាំក្នុងថង់បន្ត។

២.២ ទម្រង់ជាសារធាតុស្អិត (paste, PA) សារធាតុផលិតផលក្នុងទម្រង់នេះ សារធាតុប្រតិកម្មនឹងរលាយនៅក្នុងសារធាតុរំលាយដែលជាសារធាតុស្អិតៗ។ ពេលត្រូវការប្រើប្រាស់ ត្រូវយកសារធាតុស្អិតនោះទៅលាបត្រង់ចំណុចដែលយើងត្រូវការ។ សារធាតុនោះមានដូចជា ethephon 5% PA ជាដើម។

៣. ការងារអនុវត្តន៍

និស្សិតសិក្សាពីទម្រង់របស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ដំណាំ ដែលមានលក់ក្នុងប្រទេសកម្ពុជាក្នុងលក្ខណៈផលិតផលផ្សេងៗ។

ឧបករណ៍

១. សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិក្នុងទម្រង់ជាសារធាតុផលិតផលផ្សេងៗ។
២. កែវបេស៊ែ និងដងកែវសម្រាប់កូរ។
៣. ទឹកបិត។

វិធីសាស្ត្រដំណើរការ

១. នាំយកសារធាតុផលិតផលក្នុងទម្រង់ផ្សេងៗបរិមាត្រ ២ មីលីលីត្រ (ទម្រង់ជារបស់រាវ) ឬ ២ ក្រាម (ជារបស់រឹង) ដាក់ក្នុងកែវបេស៊ែដែលមានទឹក ១០០ មីលីលីត្រ។
២. ប្រើដងកែវកូរឱ្យចូលគ្នា។

៣. សង្កេតមើលពណ៌របស់សារធាតុសូលុយស្យុង ការរលាយ ឬអណ្តែតទឹក ឬចាប់គ្នាជាដុំ។

សរុបលទ្ធផល

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

ប្រតិបត្តិការទី ២
សារធាតុបន្ថែមប្រសិទ្ធភាព

១. គោលបំណង

ក្នុងប្រតិបត្តិការទី ២ ដែលនិស្សិតនឹងបានសិក្សាទាក់ទងនឹងរឿង សារធាតុបន្ថែមប្រសិទ្ធភាព (adjuvants) គឺដើម្បីឱ្យស្គាល់ពីសារធាតុបន្ថែមប្រសិទ្ធភាពប្រភេទខ្លះដែលតែងតែប្រើរួមគ្នាជាមួយសារធាតុគីមីក្នុងវិស័យកសិកម្ម រួមទាំងមូលដ្ឋានការធ្វើការរបស់សារធាតុទាំងនេះក្នុងការបង្កើនប្រសិទ្ធភាពរបស់អរម៉ូន (hormone) រុក្ខជាតិ។

២. សេចក្តីផ្តើម

សារធាតុបន្ថែមប្រសិទ្ធភាព (adjuvant) ជាសារធាតុដែលជួយធ្វើឱ្យសារធាតុគីមីកសិកម្ម មានប្រសិទ្ធភាពកើនឡើង ដោយអាចមានឥទ្ធិពលលើសមត្ថភាពក្នុងការរលាយរបស់សារធាតុគីមីក្នុងទឹករបស់សារធាតុគីមីនោះ ឬមានឥទ្ធិពលលើការចាប់លើស្លឹករុក្ខជាតិដោយផ្ទាល់។ ជាធម្មតាសមាសធាតុប៉ូឡា (polar compounds) នឹងរលាយក្នុងអង្គធាតុរំលាយមានប៉ូឡាដូចគ្នា (polar solvents) និងមិនរលាយក្នុងសារធាតុរំលាយដែលគ្មានប៉ូលែ (non-polar compound)។ ពេលដែលបាញ់សារធាតុគីមីកសិកម្មដែលគ្មានប៉ូឡាទៅលើស្លឹករុក្ខជាតិដែលមានស្រោបដោយសារធាតុគុយទីន ឬសារធាតុដែលមានលក្ខណៈជាក្រមួន នឹងធ្វើឱ្យដំណក់ទឹកថ្នាំចាប់គ្នាជាគ្រាប់ មិនអាចពង្រាយទៅប៉ះផ្ទៃស្លឹកបានទាំងអស់ទេ ដែលជាមូលហេតុធ្វើឱ្យសារធាតុនោះជ្រាបចូលទៅក្នុងស្លឹករុក្ខជាតិបានតិច។

សារធាតុចាប់ស្លឹក (surfactants) នោះជាសារធាតុដែលនៅក្នុងម៉ូលេគុលរបស់វាមានទាំងផ្នែកដែលរលាយក្នុងទឹក ឬសារធាតុដែលមានប៉ូឡា (hydrophilic portion) និងផ្នែកដែលរលាយក្នុងខ្លាញ់ ឬសារធាតុគ្មានប៉ូឡា (lipophilic portion)។ សារធាតុចាប់ស្លឹកនេះ នឹងធ្វើតួនាទីបន្ថយភាពតឹងលើផ្ទៃនៃម៉ូលេគុលសារធាតុទាំងពីរ។ ក្នុងដំណក់ថ្នាំដែលជាសមាសធាតុប៉ូឡា (ដូចជាទឹក) ដែលនៅលើស្លឹកមានក្រមួនស្រោប ម៉ូលេគុលរបស់សារធាតុចាប់ស្លឹកនឹងទៅនៅបរិវេណផ្ទៃនៃម៉ូលេគុលសារធាតុទាំងពីរ ធ្វើឱ្យកើតតុល្យភាពរបស់ទំនាញដែលធ្វើឱ្យដំណក់ថ្នាំនោះចាប់ស្លឹកបានផ្ទៃធំជាង។ ស្លឹករុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះមានលក្ខណៈជារោម ធ្វើឱ្យលម្អងសារធាតុគីមីដែលបាញ់ទៅលើស្លឹកនោះមិនអាចប៉ះជាមួយផ្ទៃស្លឹក ឬប៉ះបានតិចណាស់។ ហេតុនេះឱកាសដែលថ្នាំគីមីជ្រាបចូលស្លឹករុក្ខជាតិមានតិច តែបើប្រើរួមជាមួយសារធាតុចាប់ស្លឹក វានឹងទៅបន្ថយសម្ពាធទំនាញនៃដំណក់ទឹកថ្នាំ ធ្វើឱ្យកើតការពង្រាយទឹកថ្នាំលើស្លឹក និងកម្ចាត់ពពុះអាកាសដែលជ្រៀតចូលក្នុងរោមស្លឹកដែលជាអ្នករារាំងការចូលទៅក្នុងស្លឹករបស់ទឹកថ្នាំ ធ្វើឱ្យទឹកថ្នាំប៉ះផ្ទៃស្លឹកច្រើនឡើង។

ក្នុងសារធាតុផ្សំរវាងទឹក និងប្រេងនោះ ដំណក់ប្រេងតូចៗនឹងត្រូវបានស្រោបដោយស្រទាប់ស្តើងៗនៃសារធាតុចាប់ស្លឹកដោយមានផ្នែករបស់ម៉ូលេគុលដែលរលាយក្នុងប្រេងនៅក្នុងដំណក់ប្រេង ហើយផ្នែករបស់ម៉ូលេគុលរបស់សារធាតុចាប់ស្លឹកដែលរលាយក្នុងទឹកគឺនៅក្នុងទឹក ធ្វើឱ្យដំណក់ប្រេងអណ្តែតក្នុងផ្ទៃទឹក ក្លាយជាសារធាតុអ៊ីម៉ាល់ស្យិន (emulsion)។ សារធាតុចាប់ស្លឹកប្រភេទនីមួយៗមានការចំណែកក្នុងការរលាយក្នុងទឹក និងរលាយក្នុងប្រេងក្នុងបរិមាណខុសៗគ្នា។ តុល្យភាពរបស់ផ្នែកនោះនឹងជាអ្នកប្រាប់ពីលក្ខណៈរបស់សារធាតុចាប់ស្លឹក។ តម្លៃដែលមានតុល្យភាពដែលស្គាល់ក្នុងតម្លៃរបស់ HLB (Hydrophilic /Lipophilic

Balance) ដែលជាតម្លៃតួលេខ និងប្រើក្នុងការចាប់ក្រុមរបស់សារធាតុចាប់ស្លឹកដូចជា បើតម្លៃ HLB មានតម្លៃទាប ក៏នឹងធ្វើឱ្យកើត water-in-oil emulsion តែបើសិនជាតម្លៃ HPLB ខ្ពស់ នឹងធ្វើឱ្យកើត oil-in-water emulsions ។

សារធាតុចាប់ស្លឹកមានច្រើនណាស់ មានទាំងពួកដែលបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង (ionic) និងសារធាតុដែលមិនបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង (nonionic)។ ពួកដែលមានការបំបែកជាតុហើយបានផលិតផលជាបន្ទុកដក (anionic) និងបន្ទុកបូក (cationic)។ ក្នុងទឹកដែលមានលក្ខណៈជាអាស៊ីត ឬបាស សារធាតុចាប់ស្លឹកអាចបានទទួលផលប៉ះពាល់ពីអ៊ីយ៉ុង ឬសារធាតុដែលរលាយក្នុងទឹក។ សារធាតុពពួក nonionic នឹងគ្មានការបំបែកជាតុក្នុងទឹក ឬមានតិចណាស់ ដែលចាត់ទុកជាពួក nonelectrolytes និងមិនកើតប្រតិកម្មគីមីជាមួយអំបិលក្នុងទឹក មានភាពធន់ទ្រាំលើ electrolytes ក្នុងសារធាតុសូលុយស្យុងរបស់សារធាតុគីមីកសិកម្ម។ សារធាតុចាប់ស្លឹកប្រភេទ (anionic) និងពពួកដែលគ្មានបន្ទុក (nonionic) មានការពេញនិយមប្រើប្រាស់ខ្លាំងក្នុងវិស័យកសិកម្ម។ ជាទូទៅ សារធាតុចាប់ស្លឹកដែលមានបន្ទុកដក នឹងប្រើបានផលល្អក្នុងទឹកត្រជាក់ និងល្អបំផុតក្នុងទឹកស្រាល (soft water : ទឹកដែលចម្រាញ់យកសារធាតុរលាយចេញអស់) ចំណែកពួកដែលគ្មានបន្ទុកប្រើបានផលល្អក្នុងទឹកក្តៅឧណ្ហៗ និងទឹកធម្មតា (ទឹកដែលមានសារធាតុរលាយ)។ សារធាតុចាប់ស្លឹកទាំងនេះ ចាត់ទុកជាសារធាតុដែលបន្ថែមប្រសិទ្ធភាព (adjuvant) ម្យ៉ាង។ ក្រៅពីនេះ វាមានសារធាតុបន្ថែមប្រសិទ្ធភាពប្រភេទផ្សេងទៀតរួមមាន៖

១. Wetting agents ជាសារធាតុដែលបន្ថយកម្លាំងទំនាញរបស់សារធាតុសូលុយស្យុង ធ្វើឱ្យសារធាតុរលាយពង្រាយទៅទទឹកលើស្លឹកទូទៅដែលជាការបន្ថែមផ្ទៃនៃការស្រូបជាតិថ្នាំរបស់ស្លឹករុក្ខជាតិ។

២. Emulsifier ជាសារធាតុដែលជួយធ្វើឱ្យសារធាតុរលាយ ២ ប្រភេទមានគុណសម្បត្តិខុសៗគ្នា រួមគ្នាបាន។ ជាធម្មតាសារធាតុសូលុយស្យុងដែលនៅក្នុងទឹក និងប្រេង ពេលនាំយកមកផ្សំគ្នានឹងកើតការញែកស្រទាប់ មិនអាចរួមបញ្ចូលគ្នាបានទេ។ សារធាតុអ៊ីម៉ាល់ស៊ីហ្វៃអ៊ែរ (emulsifier) ម៉ូលេគុលរបស់វាផ្នែកមួយមានផ្នែកដែលរលាយក្នុងទឹកបានល្អ ចំណែកម្ខាងទៀតរលាយក្នុងខ្លាញ់បានល្អ។ ពេលដែលនាំយកសារធាតុអ៊ីម៉ាល់-ស៊ីហ្វៃអ៊ែរមកផ្សំនឹងជួយឱ្យកើតការរលាយ ដោយជួយចាប់ម៉ូលេគុលរបស់ខ្លាញ់ឱ្យរលាយក្នុងទឹក។ សារធាតុដែលមានលក្ខណៈស្រអាប់ស្រដៀងទឹកហៅថា emulsion។ ករណីខ្លះក៏អាចកើតសារធាតុក្នុងលក្ខណៈផ្ទុយគ្នាហៅថា invert emulsion គឺទឹករលាយនិងអណ្តែតក្នុងខ្លាញ់។ ជាទូទៅមានសារធាតុអ៊ីម៉ាលស៊ីហ្វៃអ៊ែរ (emulsifier) នៅក្នុងផលិតផលកសិកម្មជាស្រេចដោយស្ថិតក្នុងលក្ខណៈជាសារធាតុ emulsifier concentrate (EC) ។

Dispersants (deflocculators) ជាសារធាតុដែលជួយធ្វើឱ្យអនុភាគវត្ថុរឹងអណ្តែតក្នុងសារធាតុរាវដោយមិនចាប់គ្នាជាដុំ។ សារធាតុផលិតផលដែលស្ថិតក្នុងលក្ខណៈនេះរួមមាន wettable powder, suspension concentrate, flowable, dry flowable ។ល។ សារធាតុទាំងនេះនឹងមានពពួកសារធាតុ dispersants ផ្សំជាមួយដែលអាចធ្វើឱ្យកើតបន្ទុកអគ្គិសនី ធ្វើឱ្យអនុភាគរបស់សារធាតុនោះអណ្តែតក្នុងទឹក មិនកើតការរួមក្រុមគ្នាជាដុំ។

Stickers (sticking agents) ជាសារធាតុដែលជួយឱ្យសារធាតុគីមីកោះជាប់ជាមួយផ្ទៃស្លឹកបានប្រសើរឡើង ដោយមានឥទ្ធិពលទៅលើភាពណឺតរបស់សារធាតុដែលកោះលើផ្ទៃស្លឹក ការពារការលាងជម្រះចេញពីស្លឹកដោយទឹកភ្លៀង។ សារធាតុ sticking agent ប្រភេទខ្លះជាពពួកផូលីម័រ (polymer) ដែលរលាយទឹក និងពេលស្ងួតនៅលើផ្ទៃស្លឹក នឹងក្លាយជាបន្ទះស្តើងៗដែលអាចការពារទឹកបាន។

Penetration agent ជាសារធាតុដែលអាចរលាយក្នុងក្រមួនដែលស្រោបស្លឹករុក្ខជាតិបាន ហើយផ្នែករបស់ក្រមួនដែលនៅលើភ្នាសគ្រោង ឬភ្នាសកោសិការបស់រុក្ខជាតិ។ វាជួយសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិឱ្យឆ្លងកាត់ភ្នាសចូលទៅក្នុងកោសិកា និងជួយធ្វើឱ្យការស្រូបចូលរុក្ខជាតិប្រសើរឡើង។

Humectants ជាសារធាតុដែលជួយបន្ថែមសំណើមរវាងដំណក់ទឹកថ្នាំដែលនៅលើផ្ទៃស្លឹករុក្ខជាតិ ធ្វើឱ្យសារធាតុគីមីលើផ្ទៃស្លឹកមិនងាយស្ងួត។ ការស្រូបចូលរុក្ខជាតិ នឹងកើតបានយូរ ហើយបានបរិមាណកាន់តែច្រើនឡើង។ Activators ជាសារធាតុជួយជំរុញ ឬជួយពន្លឿនប្រតិកម្មគីមីក្នុងវិស័យកសិកម្ម។

ក្រៅពីសារធាតុដែលបានលើកឡើងមកហើយនោះ នៅមានសារធាតុជាច្រើនប្រភេទទៀត ដែលខុសគ្នាទៅតាមគុណសម្បត្តិរបស់សារធាតុនោះដូចជា co-solvent, stabilizing agent ជាដើម។

Detergent ម្សៅសាប៊ូបោកខោអាវដែលបន្ថយទំនាញរវាងម៉ូលេគុលសារធាតុបានដូចគ្នា ហើយវាអាចរលាយខ្លាញ់ស្រោបស្លឹកឈើបានទៀតផង។ ពេលខ្លះវាអាចប្រើជំនួសសារធាតុចាប់ស្លឹក តែត្រូវប្រើយ៉ាងប្រុងប្រយ័ត្ន ដោយសារសាប៊ូមានឥទ្ធិពលជាបាសដែលធ្វើឱ្យសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះខូចគុណភាព គួរមានការសាកល្បងមុននាំយកទៅប្រើពិត។ ក្រៅពីនេះម្សៅសាប៊ូបោកខោអាវអាចធ្វើឱ្យមានគ្រោះថ្នាក់លើស្លឹករុក្ខជាតិបាន។

៣. ការងារអនុវត្តន៍

សាកល្បងសារធាតុចាប់ស្លឹក និងម្សៅសាប៊ូ លើការពង្រាយម៉ូលេគុលរបស់ទឹកលើស្លឹករុក្ខជាតិ។

ឧបករណ៍

១. ស្លឹកឈើដែលមានលក្ខណៈផ្ទៃស្លឹកខុសគ្នា ៣ ប្រភេទគឺ៖

(១) ស្លឹកដែលមានរោមក្រាស់ដូចជាស្លឹកក្រខុបជាដើម។

(២) ស្លឹកដែលមានក្រមួនស្រោបដូចជាស្លឹកខ្នុរជាដើម។

(៣) ស្លឹកធម្មតាទូទៅដូចជាស្លឹករំយោលជាដើម។

២. សារធាតុចាប់ស្លឹកកំហាប់ ០.២%។

៣. សារធាតុរលាយម្សៅសាប៊ូ ០.២%។

៤. បំពង់បាញ់សារធាតុ និង dropper ។

វិធីសាស្ត្រអនុវត្ត

១. បណ្តក់ទឹកធម្មតា សារធាតុសូលុយស្យុងចាប់ស្លឹក និងសូលុយស្យុងម្សៅសាប៊ូ ដាក់លើស្លឹករុក្ខជាតិទាំង ៣ ប្រភេទក្នុងបរិមាណតិចតួចស្មើៗគ្នាដោយប្រើ dropper ។ កត់ត្រាលក្ខណៈរបស់ដំណក់សារធាតុទាំង ៣ ប្រភេទហើយប្រៀបធៀបគ្នា។

២. បាញ់សារធាតុរលាយជាលម្អងលើស្លឹករុក្ខជាតិទាំង ៣ ប្រភេទ ពិនិត្យមើលការពង្រាយនៃលម្អងទឹកសូលុយស្យុងលើស្លឹករុក្ខជាតិ (ពេលបាញ់ថ្នាំត្រូវឱ្យបំពង់បាញ់ស្រ្តែនៅឆ្ងាយពីស្លឹកគួរសម ដើម្បីឱ្យលម្អងសូលុយស្យុងទៅប៉ះស្លឹករុក្ខជាតិស្តើងៗ)។

ក្នុងការត្រួតពិនិត្យការពង្រាយនៃលម្អងទឹកសូលុយស្យុងនោះ អាចប្រើកែវពង្រីក ឬមីក្រូទស្សន៍ជួយ ធ្វើឱ្យអាចមើលឃើញសមត្ថភាពនៃការពង្រាយរបស់សារធាតុបានច្បាស់លាស់ខ្លាំងឡើង។

ប្រតិបត្តិការទី ៣
ការគណនា និងការត្រៀមសារធាតុ

១. គោលបំណង

ក្នុងប្រតិបត្តិការនេះ និស្សិតនឹងបានរៀនអំពីការគណនា និងត្រៀមសារធាតុ (calculation and preparation of plant growth regulators) ដើម្បីដឹងពីវិធីគណនារកបរិមាណនៃសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ដែលកំហាប់ផ្សេងៗមកពីសារធាតុដែលជាធាតុប្រតិកម្មនៅលើស្លាកផលិតផល រួមទាំងការត្រៀមសារធាតុក្នុងលក្ខណៈផ្សេងៗដើម្បីបានសារធាតុដែលត្រឹមត្រូវ និងបានលទ្ធផលល្អតាមតម្រូវការ។

២. សេចក្តីផ្តើម

អរម៉ូនរុក្ខជាតិ ឬសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់រុក្ខជាតិ បើប្រើមិនត្រឹមត្រូវ ឬប្រើក្នុងបរិមាណកំហាប់ខ្ពស់ពេក នឹងធ្វើឱ្យមានគ្រោះថ្នាក់លើរុក្ខជាតិ ឬបើប្រើតិចពេកនឹងមិនធ្វើឱ្យបានទទួលផលតាមតម្រូវការ។ ដូច្នេះហើយ ការគណនារកបរិមាណសារធាតុដែលប្រើទើបមានសារៈសំខាន់ណាស់ ជាពិសេសការប្រើសារធាតុក្នុងទម្រង់ជាសារធាតុផលិតផលដែលត្រូវគណនាឱ្យត្រឹមត្រូវ និងត្រៀមសារធាតុឱ្យនៅក្នុងលក្ខណៈសមស្រប។

២.១ ការគណនាសារធាតុគីមី

ការគណនាសារធាតុគីមី ការប្រើអរម៉ូនរុក្ខជាតិ និងសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិភាគច្រើនគិតជាកំហាប់នៃសារធាតុប្រតិកម្ម (active substance) ក្នុងឯកតាផ្សេងៗដូចជា ភាគរយ % (w/w ឬ w/v), ppm ឬ molar ជាដើម។ ពេលដែលគណនារកបរិមាណសារធាតុប្រតិកម្មដែលត្រូវប្រើហើយនោះ ត្រូវយកមកគណនាថា សារធាតុដែលនឹងនាំយកមកប្រើនោះ ស្ថិតក្នុងទម្រង់បែបណា និងមានបរិមាណសារធាតុប្រតិកម្មប៉ុន្មាន។ ទាំងនេះត្រូវរួមជាមួយការប្រើសារធាតុនោះក្នុងបរិមាណប៉ុន្មានទើបបានសារធាតុប្រតិកម្មក្នុងបរិមាណដែលត្រូវការ។ សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់រុក្ខជាតិដែលនាំយកមកប្រើនោះ អាចជាសារធាតុដែលនៅក្នុងទម្រង់ជាសារធាតុស្ទើរតែបរិសុទ្ធ (technical grade) ឬអាចជាសារធាតុផលិតផលដែលមានផលិតជាទម្រង់ផ្សេងៗ និងមានបរិមាណសារធាតុប្រតិកម្មផ្សេងៗគ្នា។ ជាទូទៅសារធាតុក្នុងផលិតផលដែលផលិតចេញមកលក់ក្នុងទីផ្សាររួមមាន៖

- សារធាតុប្រតិកម្ម (active ingredient, a.i.) សំដៅទៅលើសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ក្នុងសារធាតុផលិតផលប្រភេទនីមួយៗមានបរិមាណសារធាតុប្រតិកម្មមិនស្មើគ្នាទេ។
- សារធាតុណឹត (inert ingredient) ជាសារធាតុដែលគ្មានឥទ្ធិពលលើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ មានក្នុងសារធាតុផលិតផលដើម្បីជួយបន្ថែមប្រសិទ្ធភាពរបស់សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ដូចជា ជួយឱ្យសារធាតុមានការលាយចូលគ្នាបានប្រសើរឡើង និងធ្វើឱ្យកំហាប់របស់សារធាតុប្រតិកម្មក្នុងសារធាតុផលិតផលស្ថិតក្នុងកម្រិតសមស្របក្នុងការនាំយកទៅប្រើប្រាស់។

ក្នុងករណីដែលសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់រុក្ខជាតិមានសារធាតុប្រតិកម្មក្នុងលក្ខណៈជាអាស៊ីតមុននឹងធ្វើជាសារធាតុផលិតផល ត្រូវធ្វើឱ្យអាស៊ីតនោះស្ថិតក្នុងលក្ខណៈជាអំបិលជាមុនសិន ឬក្នុងលក្ខណៈជាអ៊ែសធ័រ (aster) ជាមុន ទើបអាចផ្សំជាមួយសារធាតុណឹត ហើយផលិតជាសារធាតុផលិតផល (commercial

product) ក្នុងលក្ខណៈផ្សេងៗ។ ក្នុងករណីនេះសារធាតុប្រតិកម្ម (a.i.) គឺសំដៅទៅលើបរិមាណសារធាតុប្រតិកម្មដែលស្ថិតក្នុងទម្រង់ជាអំបិល ឬអ៊ែស្ទ័រ ដែលមានក្នុងសារធាតុផលិតផលនោះ តែបើសិនជា acid equivalent (a.e.) សំដៅទៅលើបរិមាណរបស់សារធាតុប្រតិកម្មពិតដែលស្ថិតក្នុងលក្ខណៈជាអាស៊ីត ដែលមានក្នុងសារធាតុផលិតផលនោះ។

$$\%a.e. = \frac{\text{ទម្ងន់ម៉ូលេគុលរបស់សារធាតុក្នុងលក្ខណៈអាស៊ីត}}{\text{ទម្ងន់ម៉ូលេគុលរបស់សារធាតុក្នុងលក្ខណៈជាអំបិល}} \times \%a.e.$$

២.២. ឯកតានៃកំហាប់សារធាតុ

Percentage (%) ជាការប្រាប់ពីបរិមាណរបស់សារធាតុប្រតិកម្មដែលមានក្នុងសារធាតុផ្សំចំនួន ១០០ ភាគ។ ឧទាហរណ៍ដូចជា NAA 0.2% a.i. (w/v) នោះបានន័យថាសារធាតុសូលុយស្យុង ១០០ ភាគដោយបរិមាត្រ មានសារធាតុប្រតិកម្ម NAA ចំនួន ០.២ ភាគដោយគិតជាទម្ងន់ដូចជា 0.2 g (a.i.)/100g។

PPM (part per million): ជាឯកតាដែលប្រាប់ឱ្យដឹងថាសារធាតុប្រតិកម្មដែលនៅក្នុងនោះមានប៉ុន្មានភាគនៃមួយលានភាគ។ ឧទាហរណ៍ដូចជាសារធាតុ glyphosate 1,000 ppm. (a.i.) សំដៅទៅលើមានសារធាតុប្រតិកម្មគ្លៃហ្វូសេត ១,០០០ ភាគក្នុងសារធាតុផ្សំ ១ លានភាគ ដូចជា 1,000g ក្នុង ១លានក្រាមជាដើម។

Molar (ម៉ូល) សារធាតុកំហាប់ ១ ម៉ូល (M) បញ្ជាក់ថាសារធាតុក្នុងសូលុយស្យុង ១ លីត្រ មានសារធាតុប្រតិកម្មស្មើនឹង ១ ក្រាមម៉ូលេគុលរបស់សារធាតុនោះ។

វិធីសាស្ត្រការគណនា ក្នុងការគណនារកបរិមាណសារធាតុប្រតិកម្ម អាចប្រើវិធីការប្រៀបធៀបពីរូបមន្តងាយៗតាមរូបមន្ត៖

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

N_1N_2 = កំហាប់របស់សារធាតុទី ១ និងទី ២V_1V_2 = បរិមាត្រសារធាតុទី ១ និងទី ២

ក្រោយពីបានទទួលសារធាតុប្រតិកម្មដែលត្រូវការ ត្រូវយកមកគណនារកបរិមាណសារធាតុផលិតផលដែលត្រូវប្រើ ដើម្បីបានទទួលសារធាតុប្រតិកម្មក្នុងបរិមាណដែលសមស្រប។

ឧទាហរណ៍ទី ១ មានអាកុលកំហាប់ ៩៨% តែត្រូវការប្រើអាកុលដែលមានកំហាប់ ៧០% ចំនួន ១ លីត្រសម្រាប់ប្រើក្នុងការលាងដៃកម្ចាត់មេរោគពេលអនុវត្តន៍ការងារ។ តើត្រូវត្រៀមអាកុលប៉ុន្មានមីលីលីត្រ?

តាមរូបមន្ត $N_1V_1 = N_2V_2$

- N_1 = កំហាប់របស់អាកុលដើម = 98%
- N_2 = កំហាប់របស់អាកុលថ្មី ដែលត្រូវការ = 70%
- V_1 = បរិមាត្ររបស់អាកុល ៩៨% ដែលត្រូវប្រើ
- V_2 = បរិមាត្ររបស់អាកុល ៧០% ដែលត្រូវការ = 1000ml

⇨ 98 x V1 = 70 x 1000 => V1 = 70 x 1000 / 98 = **714ml**

⇨ ដូច្នេះត្រូវយកអាកុលដែលមានកំហាប់ ៩៨% ចំនួន ៧១៤ មីលីលីត្រ មកផ្សំជាមួយទឹកបិតឱ្យបានបរិមាណ ១,០០០ មីលីលីត្រ។

ឧទាហរណ៍ទី ២ ត្រូវការត្រៀមសារធាតុ NAA កំហាប់ 0.2% (ai.) (w/v) បរិមាត្រ ១,៥០០ សង់ទីម៉ែត្រគូប (១.៥ លីត្រ) ដែលសារធាតុ NAA មានក្នុងសូលុយស្យុងភ្លែនណូហ្វិកកំហាប់ 4.5% ai. ដើម្បីបានសារធាតុដែលមានកំហាប់ NAA = 0.2% ត្រូវប្រើភ្លែនណូហ្វិកផ្សំទឹកបរិមាណប៉ុន្មាន?

- ត្រូវត្រៀមសារធាតុ NAA 0.2% បរិមាត្រ ១,៥០០សង់ទីម៉ែត្រគូប ត្រូវប្រើសារធាតុ
- NAA = 0.2 x 1500 = 3 ក្រាម
- សារធាតុភ្លែនណូហ្វិកមានសារធាតុប្រតិកម្ម NAA = 4.5%
- ដូច្នេះត្រូវប្រើ NAA ៣ ក្រាម នឹងត្រូវប្រើសារធាតុភ្លែនណូហ្វិក = 100 x 3 / 4.5 = 66.7 cm^3
- ឬអាចប្រើរូបមន្ត $N_1V_1 = N_2V_2$
    - N_1 = កំហាប់របស់សារធាតុភ្លែនណូហ្វិក = 4.5%
    - N_2 = កំហាប់របស់សារធាតុ NAA ដែលត្រូវការ = 0.2%
    - V_1 = បរិមាត្ររបស់សារធាតុភ្លែនណូហ្វីកដែលត្រូវប្រើ
    - V_2 = បរិមាត្ររបស់សារធាតុ NAA ដែលត្រូវការ = 1500cm^3

⇨ 4.5 x V_1 = 0.2 x 1500 => V_1 = 0.2 x 1500 / 4.5 = **66.7 ml** (cc)

⇨ ដូច្នេះត្រូវយកផលិតផលភ្លែនណូហ្វីកចំនួន ៦៦.៧ មីលីលីត្រ មកលាយទឹកឱ្យបាន ១,៥០០ មីលីលីត្រនឹងធ្វើឱ្យកំហាប់របស់សារធាតុ NAA សល់ត្រឹម 0.២%។

ឧទាហរណ៍ទី ៣ ត្រូវការត្រៀមសារធាតុ paclobutazol ដែលមានកំហាប់ 2500ppm (ai.) ក្នុងបរិមាត្រ ៥ លីត្រ ដោយប្រើផលិតដែលឈ្មោះថាខាល់ថា 25C (paclobutazol 25%) តើត្រូវត្រៀមដូចម្តេច?

⇨ តាមរយៈរូបមន្ត $N_1V_1 = N_2V_2$
- N_1 = 25% = 25 x 10,000ppm = 25,000ppm
- N_2 = 25,000ppm V_2 = 5,000 មីលីលីត្រ

⇨ V_1 = 2,500 x 5,000 / 25,000 = 50 ml

⇨ ដូច្នេះត្រូវប្រើសារធាតុខាល់ថា ៥០ មីលីលីត្រផ្សំជាមួយទឹក រហូតបានបរិមាត្រ ៥,០០០ មីលីលីត្រ។

ឧទាហរណ៍ទី ៤ ក. ត្រូវការត្រៀមសារធាតុ 2,4-D កំហាប់ 10^{-5} ម៉ូឡា បរិមាត្រ ៥០០ សង់ទីម៉ែត្រគូបពីសារធាតុ technical grade របស់ 2,4-D (MW. = 221.04) ចូរអធិប្បាយពីវិធីត្រៀមសារធាតុនេះ។

ខ. តាមរយៈសារធាតុសូលុយស្យុងរបស់ 2,4-D 10-5 ម៉ូឡា ត្រូវការត្រៀមសារធាតុដែលមានកំហាប់ 10-7 ម៉ូឡាក្នុងបរិមាត្រ ៣០០ សង់ទីម៉ែត្រគូប។ តើត្រូវត្រៀមសារធាតុដូចម្តេច?

=> ចំណុច **ក.** 2,4-D កំហាប់ ១ ម៉ូឡា = 221.04 g (a.i.)/L

=> 10^{-5} ម៉ូឡា = 10^{-5} x 221.04

=> 10^{-5} x 221.04 x 500 / 1000

=> 0.001152g/500cm^3

=> ដាក់សារធាតុ 2,4-D ក្នុងកែវបេស៊ែខ្នាត ៥០០ មីលីលីត្រ ហើយដាក់ទឹកចូលឱ្យគ្រប់ 500ml។

=> ចំណុច ខ. ត្រៀមសារធាតុ 2,4-D កំហាប់ 10^{-7} M ចំនួន 300cm^3

=> តាមរូបមន្ត $N_1V_1 = N_2V_2$

=> 10-5 x V1 = 10-7 x 300

=> V1 = 3cm^3 ឬ ៣ មីលីលីត្រ

=> នាំយកសារធាតុ 2,4-D កំហាប់ 10-5M ចំនួន ៣ មីលីលីត្រហើយថែមទឹកឱ្យបាន ៣០០ មល.

ឧទាហរណ៍ទី ៤ ខ. ត្រូវការត្រៀមសារធាតុ 2,4-D កំហាប់ 2000ppm (a.e.) ចំនួន ២ លីត្រ ដោយត្រៀមពីសារធាតុផលិតផលដែលមានកំហាប់សារធាតុប្រតិកម្ម (a.i.) របស់ 2,4-D ក្នុងលក្ខណៈជាអំបិលសូដ្យូម ៨០% ចូរបង្ហាញពីវិធីគណនាដោយលម្អិត។

(ទម្ងន់ម៉ូលេគុលរបស់ 2,4-D ក្នុងលក្ខណៈជាអាស៊ីត = 221.04)

(ទម្ងន់ម៉ូលេគុលរបស់ 2,4-D ក្នុងលក្ខណៈជាអំបិលសូដ្យូម = 243.04)

ត្រូវរក % នៃ a.e. របស់សារធាតុ 2,4-D ក្នុងលក្ខណៈជាអំបិលសូដ្យូមជាមុន

- ⇨ តាមរូបមន្ត

$$\% \text{ a.e.} = \frac{\text{ទម្ងន់ម៉ូលេគុលរបស់សារធាតុក្នុងលក្ខណៈអាស៊ីត}}{\text{ទម្ងន់ម៉ូលេគុលរបស់សារធាតុក្នុងលក្ខណៈជាអំបិល}} \times \% \text{ a.e.}$$

- ⇨ (221.04 / 243.04) x 80 = 72.76%
- ⇨ បរិមាណសារធាតុប្រតិកម្មក្នុងលក្ខណៈជាអាស៊ីតរបស់សារធាតុនេះគឺ = 72.76%
- ⇨ ត្រូវការត្រៀមសារធាតុ 2,4-D កំហាប់ 2000ppm (a.e.) ចំនួន ២ លីត្រ
- ⇨ ត្រូវត្រៀមសារធាតុអាស៊ីត = (2,000 x 2,000) / 1,00,000 = 4g (a.e.)
- ⇨ ដូច្នេះត្រូវត្រៀមសារធាតុ 2,4-D ក្នុងលក្ខណៈជាអំបិលសូដ្យូម = (4 x 100) / 72.76 = 5.5g ហើយយកទៅរំលាយក្នុងទឹកឱ្យបាន ២ លីត្រ។

២.៣ ការត្រៀមសារធាតុគីមី

សារធាតុគីមីក្នុងវិស័យកសិកម្ម រួមទាំងសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ដំណាំផងនោះ មានការផលិត និងលក់ដូរច្រើនលក្ខណៈ និងមានបរិមាណសារធាតុប្រតិកម្មខុសៗគ្នា។ ការនាំយកទៅប្រើត្រូវមានការត្រៀមសារធាតុនោះឱ្យមានកំហាប់តាមតម្រូវការ និងធ្វើឱ្យវាស្ថិតក្នុងលក្ខណៈដែលងាយស្រួលក្នុងការប្រើប្រាស់។ លក្ខណៈទម្រង់នៃសារធាតុដែលយកទៅប្រើនោះ គឺអាស្រ័យលើគោលបំណងក្នុងការប្រើ ការអនុវត្តទូទៅ។ សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ដំណាំ តែងតែនិយមប្រើក្នុងលក្ខណៈជាសារធាតុរលាយក្នុងទឹក ដោយប្រើទឹកជាអង្គធាតុកណ្តាលនៃការធ្វើការរំលាយ ហើយបាញ់ដាក់រុក្ខជាតិ ឬស្រោចជុំវិញគល់ដំណាំជាដើម។ ក្នុងករណីខ្លះ មានការប្រើប្រាស់សារធាតុគីមីក្នុងលក្ខណៈជាជីឥដ្ឋ លក្ខណៈជាម្សៅ និងជាឧស្ម័ន ដែលជាការប្រើប្រាស់ដាក់លាក់ទៅលើផ្នែកណាមួយរបស់រុក្ខជាតិ។ សារធាតុដែលមានលក្ខណៈជាឧស្ម័ននោះ ជាសារធាតុដែលមានលក់ក្នុងលក្ខណៈជាឧស្ម័នដូចជា អេទីឡែន ទើបមិនចាំបាច់ត្រៀមសារធាតុនោះទេ គឺប្រើបានដោយផ្ទាល់តែម្តង។ សារធាតុដែលស្ថិតក្នុងទម្រង់ជាម្សៅ និងសារធាតុដែលមានលក្ខណៈស្អិត បច្ចុប្បន្នមានការផលិតចេញលក់ អាចទិញមកប្រើប្រាស់បានងាយស្រួល តែពេលខ្លះការដែលយើងមានសារធាតុក្នុងលក្ខណៈផ្សេង យើងក៏អាចត្រៀមវាឱ្យស្ថិតក្នុងទម្រង់ជាម្សៅ និងសារធាតុស្អិតមកប្រើប្រាស់ផ្ទាល់ខ្លួនបានដើម្បីងាយស្រួល និង

សន្សំសំចៃដើមទុនការផលិត។ ក្នុងមេរៀននេះ យើងនឹងយល់ដឹងអំពីការត្រៀមសារធាតុដែលមានលក្ខណៈជាសូលុយស្យុង សារធាតុស្អិត និងម្សៅតែប៉ុណ្ណោះ។

ទម្រង់ជាសារធាតុសូលុយស្យុង (solution) ជាការនាំយកសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់ដំណាំក្នុងទម្រង់ផ្សេងៗមកផ្សំជាមួយសារធាតុរំលាយ (solvent)។ ជាទូទៅនឹងមានការប្រើទឹកជាអ្នករំលាយ តែមានសារធាតុប្រភេទខ្លះដែលរលាយក្នុងទឹកបានតិច ឬមិនរលាយ ដូច្នេះត្រូវប្រើសារធាតុរំលាយប្រភេទផ្សេងមកជំនួសទឹក។ ឧទាហរណ៍ដូចជាសារធាតុ NAA បរិសុទ្ធត្រូវប្រើអាកុលមកជួយរំលាយជាដើម។ ការប្រើអង្គធាតុរំលាយប្រភេទផ្សេងៗនោះ ត្រូវពិចារណាទៅដល់ជាតិពុលដែលមានចំពោះរុក្ខជាតិ ឬជាលិការុក្ខជាតិដែលត្រូវបាញ់សារធាតុនោះដាក់។ កំហាប់របស់អង្គធាតុរំលាយត្រូវមិនខ្ពស់ពេករហូតដល់ធ្វើឱ្យប៉ះពាល់ដល់រុក្ខជាតិ។ ក្នុងករណីខ្លះ អាចត្រូវប្រើសារធាតុបន្ថែមប្រសិទ្ធភាព (adjuvant) ដូចជា សារធាតុចាប់ស្លឹក ឬ dispersing agent មកជួយក្នុងការរំលាយសារធាតុដែលរលាយក្នុងទឹកបានតិច ដែលត្រូវពិចារណាការខូចខាតរបស់រុក្ខជាតិដែលបណ្ដាលមកពីសារធាតុនេះដូចគ្នា។ ក្នុងការអនុវត្តនោះ ការត្រៀមសារធាតុដែលមានកំហាប់ទាបៗ និងមានបរិមាណទាបនោះ គឺមានភាពលំបាកក្នុងការធ្វើ និងអាចកើតការខុសឆ្គងដោយងាយ ទើបនិយមត្រៀមជា stock solution ដែលមានកំហាប់ខ្ពស់ជាមុន។ ក្នុងពេលប្រើប្រាស់ទើបយកសារធាតុនោះមកបន្សាបឱ្យមានកំហាប់ទាបតាមតម្រូវការ។ ការត្រៀម stock solution របស់សារធាតុដែលមិនរលាយក្នុងទឹក អាចប្រើអង្គធាតុរំលាយប្រភេទខ្លះក្រៅពីទឹកមករំលាយ។ ពេលដែលត្រូវប្រើប្រាស់ គឺត្រូវយកទៅបន្សាបជាមួយទឹក តែត្រូវប្រយ័ត្នទាក់ទងនឹងកំហាប់របស់អង្គធាតុរំលាយនោះផងដែរ។

ទម្រង់បែបស្អិត (paste) ការត្រៀមសារធាតុក្នុងទម្រង់នេះ សមស្របសម្រាប់ការប្រើសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិលើចំណុចណាមួយជាក់លាក់ ដោយការលាបលើបរិវេណដែលត្រូវការដោយការប្រើសារធាតុក្នុងទម្រង់នេះគឺដើម្បីជំនួសទម្រង់ផ្សេងទៀត។ ការប្រើសារធាតុសូលុយស្យុងមកប្រើក្នុងលក្ខណៈនេះគឺមិនសមស្រប។ ជាទូទៅសារធាតុក្នុងទម្រង់នេះ មានការផលិតចេញមកចំណាយបែបសម្រេច។ តែយើងក៏អាចធ្វើវាដោយខ្លួនឯងបានដែរ ដោយការត្រៀមសារធាតុដោយប្រើឡាណូលិន (lanolin) ជាសារធាតុដែលស្អិតស្រដៀងម្សៅសើម ជាសារធាតុបន្ថែមប្រសិទ្ធភាព។ វិធិសាស្ត្រការត្រៀមសារធាតុគឺមីដោយការនាំយកសារធាតុដែលត្រូវការប្រើទៅរំលាយក្នុងអង្គធាតុរំលាយដែលជាវត្ថុរាវ ហើយយកមកចាក់ចូលក្នុងសារធាតុឡាណូលិនម្ដងបន្តិចៗ ដោយធ្វើឱ្យវារាវដោយប្រើកម្ដៅ ហើយកូរវាឱ្យចូលគ្នាជាសាច់តែមួយ ទុកចោលឱ្យត្រជាក់។ សារធាតុឡាណូលិននឹងត្រលប់ទៅមានលក្ខណៈដូចដើមពេលវាចុះត្រជាក់ យើងក៏អាចយកទៅប្រើបាន។ បើសិនជាប្រេបល់ចូលគ្នាមិនសព្វសាច់ នឹងធ្វើឱ្យកំហាប់របស់សារធាតុឡាណូលិនមិនស្មើគ្នា និងកើតការខូចខាតបាន។ សារធាតុប្រភេទខ្លះដូចជា NAA ត្រូវប្រើអាកុលជាអង្គធាតុរំលាយ។ ពពួកសារធាតុឃីនេទិនដែលរលាយបានល្អក្នុងសារធាតុរំលាយបាសគួរប្រើ NaOH, KOH ។ល។ ក្នុងបរិមាណតិចតួចមករំលាយ ហើយទើបផ្សំជាមួយឡាណូលិន។

ទម្រង់ជាម្សៅ ការប្រើសារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិក្នុងទម្រង់នេះ មិនសូវមានច្រើននោះទេ តែងតែប្រើក្នុងការជំរុញមែកផ្សាំ ដែលស្នាមដំបៅរបស់មែកនឹងមានសំណើមហើយយកចំណុចនោះទៅតុបជាមួយម្សៅជំរុញការដុះឫស ធ្វើឱ្យដើមដុះឫសបានល្អ។ សារធាតុក្នុងទម្រង់នេះមានលក់ក្នុងទម្រង់ជាម្សៅសម្រេច។ តែក្នុងករណីដែលយើងមានសារធាតុក្នុងលក្ខណៈជាវត្ថុរាវ ក៏អាចនាំយកមកត្រៀមជាលក្ខណៈម្សៅបានដែរ។ វិធីធ្វើគឺយកសារធាតុក្នុងលក្ខណៈជាវត្ថុរាវ ឬក្នុងលក្ខណៈជាវត្ថុរឹងមករំលាយក្នុងអង្គធាតុរំលាយដែល

សមស្រប ហើយនាំយកមកផ្សំជាមួយម្សៅ ឬជីស ដោយធ្វើម្តងបន្តិច យីតៗដើម្បីឱ្យសាច់វាចូលគ្នាល្អ ហើយនាំយកទៅហាលក្នុងម្លប់ និងនាំយកទៅកិនឱ្យក្លាយជាម្សៅល្អិតមុននាំយកទៅប្រើប្រាស់។

ក្នុងការត្រៀមសារធាតុក្នុងលក្ខណៈផ្សេងៗ ត្រូវប្រយ័ត្នឱ្យបានខ្ពស់ទៅលើបរិមាត្ររបស់សារធាតុបន្ថែមប្រសិទ្ធភាព និងសារធាតុប្រតិកម្មដែលប្រើ។ ការផ្សំនេះចាំបាច់ត្រូវតាមលេខដែលបានគណនាយ៉ាងច្បាស់លាស់។ ក្រៅពីការអនុវត្តត្រូវឱ្យសារធាតុប្រតិកម្មរលាយ និងពង្រាយខ្លួនក្នុងអង្គធាតុជំនួយទាំងនេះឱ្យបានសព្វល្អ ជាពិសេសការត្រៀមសារធាតុក្នុងលក្ខណៈស្អិត និងម្សៅ។

៣. ការងារអនុវត្តន៍

ចូរគណនាចំណោទដូចខាងក្រោមនេះ៖

១. ត្រូវការត្រៀមសារធាតុ NAA កំហាប់ 500, 1,000 និង 2,000ppm (a.i.) កំហាប់នីមួយៗមានបរិមាត្រ 500cm^3 ដោយប្រើផលិតផលក្លែនណូហ្វីកដែលមានកំហាប់ 4.5% a.i. ។ ចូរអធិប្បាយពីវិធីត្រៀមសារធាតុគីមីនេះ ដោយឱ្យចាប់ផ្តើមពីកំហាប់ 2,000ppm ជា stock solution ហើយត្រៀមដោយប្រើសារធាតុតិចបំផុត។

២. សារធាតុខាល់ថា 25 SC (pachlobutazol 75%) ចង់ត្រៀមជាសារធាតុសូលុយស្យុង paclobutazol កំហាប់ 2,500ppm (a.i.) ចំនួន ៥ លីត្រ ត្រូវត្រៀមខាល់ថាប៉ុន្មាន?

៣. សារធាតុសូលុយស្យុង 2,4-D កំហាប់ 5 x 10^{-3} M មានកំហាប់ប៉ុន្មាន ppm (a.i.)?

៤. សារធាតុសូលុយស្យុង NAA ពីរដប ដបទីមួយមានកំហាប់ 4.5% (a.i.) បរិមាត្រ 50cm^3 ដបទី ២ មានកំហាប់ 3% (a.i.) បរិមាត្រ 25cm^3 ។ បើសិនជានាំយកសារធាតុមកផ្សំគ្នា នឹងបានសារធាតុសូលុយស្យុងដែលមានកំហាប់របស់ NAA ប៉ុន្មានភាគរយ?

៥. សារធាតុសូលុយស្យុងជីបឺរេលលីនកំហាប់ 450ppm (a.i.) បរិមាត្រ 800cm^3 ត្រូវការនាំយកមកត្រៀមជាសារធាតុសូលុយស្យុងកំហាប់ 500ppm (a.i.) ចំនួន 500cm^3 ដោយប្រើសារធាតុ Pro-Gibb 2% WSC មកផ្សំ។ ចូរអធិប្បាយពីវិធីត្រៀម ដោយប្រើសារធាតុរំលាយដែលស្រេចហើយ (កំហាប់ 450ppm) ឱ្យច្រើនបំផុត។

ចូរត្រៀមសារធាតុ stock solution របស់សារធាតុគីមីដូចខាងក្រោមនេះ

១. ត្រៀម stock solution កំហាប់បរិមាត្រដែលសមស្រប ក្នុងការប្រើសារធាតុសូលុយស្យុង paclobutazol កំហាប់ 100, 200, 300 និង 400ppm (a.i.) កំហាប់នីមួយៗក្នុងបរិមាត្រ 100cm^3 ។ ចូររាយការណ៍វិធីការត្រៀម និងបរិមាណសារធាតុដែលប្រើដោយលម្អិត (ប្រើ Cultar [10% paclobutazol])។

២. ត្រៀមសារធាតុ IAA និង IBA កំហាប់ 2,000 និង 4,000ppm (a.i.) ក្នុងលក្ខណៈជាសារធាតុស្អិត បរិមាណ ៥០ ក្រាម។ រាយការណ៍ពីវិធីការត្រៀម និងបរិមាណសារធាតុដែលត្រូវប្រើដោយលម្អិត (ប្រើ IAA បរិសុទ្ធ និង ethanol ជាអង្គធាតុរំលាយ, BA បរិសុទ្ធដោយប្រើបាស (0.5M NaOH) ជាធាតុរំលាយ)។

ចម្លើយ

………

………

………

………

………

ប្រតិបត្តិការទី ៤
ការពិសោធសារធាតុអុកស៊ីន

១. គោលបំណង

ក្នុងប្រតិបត្តិការទី ៤ រឿងការពិសោធសារធាតុអុកស៊ីន (auxin tests) និស្សិតនឹងស្គាល់ពីវិធីសាកល្បងសារធាតុក្រុមអុកស៊ីនដោយប្រើវិធីផ្នែកជីវវិទ្យាបែបផ្សេងៗ។

២. សេចក្តីផ្តើម

ការដែលពិសោធន៍សារធាតុណាមួយដែលមានគុណសម្បត្តិជាអុកស៊ីន មានវិធីពិសោធន៍ច្រើនវិធី។ ពេលខ្លះអាចប្រើវិធីវិភាគផ្នែកគីមី ឬវិធីសាកល្បងផ្នែកជីវវិទ្យា (bioassay)។ ការពិសោធសារធាតុក្រុមអុកស៊ីនដោយវិធីសាស្ត្រផ្នែកជីវវិទ្យានោះ ធ្វើបានដោយអាស្រ័យលើគុណសម្បត្តិមូលដ្ឋានរបស់អុកស៊ីនដែលជំរុញការពន្លូតខ្លួនរបស់កោសិកា និងដើមរបស់រុក្ខជាតិ។ ការផ្តល់សារធាតុអុកស៊ីនលើដើមរុក្ខជាតិ ឬជាលិការុក្ខជាតិហើយវាស់ពីប្រតិកម្មលើសារធាតុនោះ ប្រៀបធៀបជាមួយប្រតិកម្មជាមួយអុកស៊ីន។ បើសិនជាប្រតិកម្មលើសារធាតុដែលពិសោធន៍ដូចគ្នាជាមួយសារធាតុអុកស៊ីន ឬស្រដៀងគ្នា នោះបញ្ជាក់ថា សារធាតុដែលបានពិសោធន៍នោះមានគុណសម្បត្តិជាអុកស៊ីន តែវាត្រូវមានការពិសោធផ្នែកផ្សេងទៀតមករួមផ្សំផងដែរ។ វិធីការពិសោធផ្នែកជីវវិទ្យារបស់អុកស៊ីនមានច្រើនវិធីដូចតទៅនេះ៖

១. Grass coleoptile curvature test: ប្រើ coleoptile របស់ដើមរុក្ខជាតិអំបូរស្មៅ កាត់ផ្នែកត្រួយ coleoptile ចេញឱ្យនៅសល់តែស្លឹកដែលនៅខាងក្នុង។ នាំយកសារធាតុដែលត្រូវការពិសោធមកត្រៀមឱ្យនៅក្នុងលក្ខណៈជាសារាយ ហើយកាត់ជាបំណែកតូចៗ ហើយនាំយកទៅដាក់ផ្នែកខាងណាមួយនៃត្រួយដែលកាត់ coleoptile ចេញទៅហើយនោះ។ បើសិនជាសារធាតុនោះមានគុណសម្បត្តិជាអុកស៊ីន នឹងធ្វើឱ្យ coleoptile កោង។ បើសិនជាមុំនៃការកោងនោះកាន់តែធំ ក៏បង្ហាញឱ្យឃើញថា វាមានគុណសម្បត្តិនៃសារធាតុអុកស៊ីនកាន់តែខ្ពស់។

២. Split pea test: ប្រើផ្នែកនៃដើមរបស់ដើមពូជសណ្តែកពពួក pea ធ្វើការកាត់ពាក់កណ្តាលតាមបណ្តោយពីលើចុះក្រោមប្រហែល ៣/៤ នៃប្រវែងដើមសណ្តែក ហើយនាំយកទៅដាក់ក្នុងសារធាតុសូលុយស្យុងដែលត្រូវពិសោធន៍។ បើសិនជាសារធាតុនោះជាអុកស៊ីន នឹងធ្វើឱ្យដើមបរិវេណដែលបានកាត់នឹងកោងប្រៀបធៀបក្នុងបច្ច័យដែលបានទទួលសារធាតុអុកស៊ីន នឹងដឹងពីភាពខ្លាំងនៃសារធាតុអុកស៊ីនរបស់សារធាតុនោះ។

៣. Raphanus petiole curvature test: ប្រើដើមឆៃថាវអាយុប្រហែល ៧ ថ្ងៃ (មានតែស្លឹកកូទីលេដុន ២ ស្លឹក) ផ្តល់សារធាតុសូលុយស្យុងដែលត្រូវពិសោធន៍ផ្នែកស្លឹករបស់ដើមតូចនោះ ហើយវាស់មើលការកោងរបស់ទងស្លឹកក្នុងរយៈពេល ២៤ ម៉ោង ក្រោយផ្តល់សារធាតុ។ សារធាតុកាន់តែមានគុណសម្បត្តិជាអុកស៊ីនខ្ពស់ ការកោងនឹងកាន់តែខ្លាំង។

៤. Mesocotyl elongation test: នាំគ្រាប់រុក្ខជាតិក្នុងត្រកូលស្មៅមកបណ្តុះក្នុងសារធាតុសូលុយស្យុងដែលត្រូវពិសោធន៍ ក្នុងទូបណ្តុះ ២៥ អង្សាសេ ដោយផ្តល់ពន្លឺកំហាប់ ៤,០០០ lux គ្រប់ពេលវេលា វាស់ការ

ពន្លូតខ្លួនរបស់ mesocotyl ក្នុងរយៈពេល ៧២ ម៉ោងក្រោយបណ្តុះ។ សារធាតុដែលមានគុណសម្បត្តិរបស់អុកស៊ីន នឹងជំរុញការពន្លូតខ្លួនរបស់ mesocotyl ។

៣. ការងារអនុវត្តន៍

ពិសោធន៍សារធាតុក្នុងក្រុមអុកស៊ីនដោយប្រើវិធី Raphanus petiole curvature test

ឧបករណ៍

១. សារធាតុ NAA និង 2,4-D ។
២. គ្រាប់ផៃថាវ ផើងប្លាស្ទិកខ្នាតអង្កត់ផ្ចិត ៣ អ៊ិញ និងដី។
៣. ឧបករណ៍ក្នុងការត្រៀមសារធាតុ និងបំពង់ស្រ្ពៃបាញ់សារធាតុ។

វិធីសាស្ត្រ

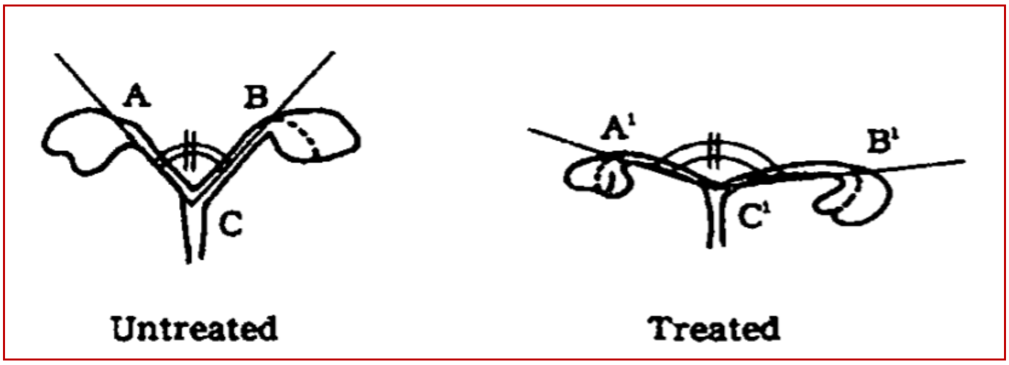
១. ត្រៀមដើមផៃថាវក្នុងផើងបណ្តុះផ្លាស្ទិក ដោយប្រើដើមពូជដែលមានអាយុ ៧ ថ្ងៃក្រោយដុះចំនួន ១៨ ផើង ដោយផើងនីមួយៗមានដើមផៃថាវ ៥ ដើម (ដើមនីមួយៗមានស្លឹកកូទីលេដូន ២ ស្លឹក) ដោយឱ្យមានទំហំប៉ុនៗគ្នា។

២. ត្រៀមសារធាតុសូលុយស្យុង NAA និង 2,4-D កំហាប់ 0.01, 0.1, 1.0 និង 10% (a.i.)។

៣. បាញ់សារធាតុតាមកំហាប់នីមួយៗលើដើមផៃថាវឱ្យសើមពេញស្លឹក ដោយប្រើ ២ ផើងក្នុងមួយកំហាប់សារធាតុ។ បន្ទាប់មកនាំដើមផៃថាវទៅដាក់ក្នុងកន្លែងដែលមានពន្លឺគ្រប់ពេលវេលា។

៤. ពេលគ្រប់ ២៤ ម៉ោងក្រោយបាញ់សារធាតុហើយ កាត់ដើមមកវាស់មុំរបស់ទងស្លឹកកូទីលេដូនគ្រប់ដើមក្នុងផើងនីមួយៗ។

៥. នាំយកតម្លៃនៃមុំស្លឹកដែលបានមកបូកហើយគិតមធ្យមភាគតាមកំហាប់នីមួយៗ ប្រៀបធៀបគ្នាដោយមានដើមដែលមានបាញ់សារធាតុជាបច្ច័យប្រៀបធៀប។
សរុបផលការពិសោធ ហើយនៃទិន្នន័យមកគូសជាក្រាហ្វិក។



រូបភាព ប្រ.៤.១ បង្ហាញពីការវាស់មុំស្លឹកកូទីលេដូនក្នុង Raphanus petiole curvature test

លទ្ធផលការពិសោធ

………
………

ប្រតិបត្តិការទី ៥
ឥទ្ធិពលនៃអុកស៊ីនលើការកើតឫសនៃមែកផ្សាំ

១. គោលបំណង

នៅក្នុងកិច្ចប្រតិបត្តិការទី ៥ ឥទ្ធិពលនៃសារជាតុអុកស៊ីនលើការដុះឫសនៃមែកផ្សាំ (effect of auxin on rooting of stem cutting) និស្សិតនឹងបានសិក្សាអំពីសារជាតុក្នុងក្រុមអុកស៊ីនប្រភេទខ្លះដែលមានឥទ្ធិពលលើការកើតឫសរបស់មែកដែលផ្សាំ។

២. សេចក្តីផ្តើម

ការពង្រីកពូជរុក្ខជាតិដោយវិធីការផ្សាំ និងការសាកមែក ជាវិធីដែលមានការអនុវត្តយ៉ាងទូលំទូលាយ ព្រោះអាចពង្រីកពូជបានច្រើន ដើមដែលមានការលូតលាស់យ៉ាងឆាប់រហ័ស និងមានលក្ខណៈដូចដើមមេពូជគ្រប់ជ្រុងជ្រោយ ដែលអាចធ្វើឱ្យរក្សាដើមពូជបាន។ ការពង្រីកពូជវិធីនេះត្រូវធ្វើឱ្យមែកពូជចេញឫសឱ្យបានល្អ ដើម្បីរុក្ខជាតិនោះលូតលាស់លឿនក្រោយយកទៅដាំក្នុងថង់បណ្តុះ។ រុក្ខជាតិប្រភេទនីមួយៗមានសមត្ថភាពក្នុងការកើតឫសខុសៗគ្នា ពេលដែលស្ថិតក្នុងបរិស្ថានសមស្រប។ ការប្រើសារជាតុក្រុមអុកស៊ីនដូចជា NAA, IBA ក្នុងកំហាប់ដែលសមស្រប អាចជួយឱ្យមែកផ្សាំ និងមែកដែលសាកកើតឫសបានឆាប់រហ័ស។

៣. ការងារអនុវត្តន៍

សិក្សាពីឥទ្ធិពលនៃសារជាតុ NAA, IBA និង ស្លឹកដែលជាប់មែក លើការកើតឫសរបស់មែកផ្សាំ។

ឧបករណ៍

១. សារជាតុ NAA និង IBA ។

២. មែករបស់ដើមឈើដូចជា ដើមម្លូល ស្រល់ ឬដើមឈើលម្អប្រភេទផ្សេងៗដែលមានទំហំស្មើៗគ្នា ដោយកាត់ឱ្យមានប្រវែង ២ ទៅ ៣ ថ្នាំងនៃដើម ហើយញែកមែកជា ២ ផ្នែក។ ផ្នែកទីមួយកាត់ស្លឹកចេញឱ្យអស់ ចំណែកផ្នែកទី ២ ទុកស្លឹក ២ ទៅ ៣ ស្លឹកក្នុងមួយមែក។

៣. ថង់បណ្តុះ និងដីសម្រាប់ផ្សាំ។

វិធីសាស្ត្រអនុវត្តន៍

១. ត្រៀមសារជាតុ NAA និង IBA កំហាប់ 1, 10, 100, 2,000, 4,000 និង 8,000ppm (a.i.) ក្នុងមួយកំហាប់បរិមាត្រ 250cm^3។

២. យកមែកដែលត្រៀមទុកមកជ្រលក់ក្នុងសារជាតុសូលុយស្យុងដែលត្រៀមទុកដោយវិធីសាស្ត្រ៖

- ជ្រលក់មែកផ្នែកខាងក្រោមក្នុងសារជាតុសូលុយស្យុងដែលមានកំហាប់ (2000, 4000 និង 8000ppm) ជ្រលក់ជម្រៅមួយថ្នាំងដែរយៈពេល ៥ វិនាទី (quick dip method) ហើយនាំយកមែកនោះទៅផ្សាំក្នុងថង់បណ្តុះដែលបានត្រៀមទុក ស្រោចទឹកហើយនាំយកទៅទុកក្នុងម្លប់ ហើយមើលថែឱ្យមានសំណើមគ្រប់ពេលវេលា។

- ត្រាំចុងមែកក្នុងសារធាតុដែលមានកំហាប់ទាប (1, 10 និង 100ppm) រយៈពេល ២ ម៉ោង ហើយយកទៅផ្សាំក្នុងថង់បណ្ដុះ ហើយមើលថែដូចគ្នាជាមួយចំណុចមុន។

៣. ការពិសោធនេះប្រើបច្ច័យប្រៀបធៀបជាមួយមែកផ្សាំ (ទាំងមានស្លឹក និងគ្មានស្លឹក) ដែលផ្សាំដោយមិនជ្រលក់ក្នុងសារធាតុអុកស៊ីន។

៤. រាប់ចំនួនមែកដែលកើតឫស វាស់ប្រវែង រាប់ចំនួនឫស គិតមធ្យមភាពនៃឫសក្នុងមួយមែកក្នុងសប្ដាហ៍ទី ៣ ក្រោយការផ្សាំ។ ប្រៀបធៀសារធាតុទាំង ២ ប្រភេទដែលមានកំហាប់ខុសគ្នា រួមទាំងមែកដែលមិនបានប្រើសារធាតុអុកស៊ីន និងប្រៀបធៀបរវាងមែកដែលមិនបានប្រើអុកស៊ីន និងប្រៀបធៀបរវាងមែកដែលមាន និងគ្មានស្លឹក។

៥. ការពិសោធនេះប្រើមែកផ្សាំ ៣០ ដើមក្នុងមួយកំហាប់។

បញ្ជាក់៖ អាចប្រើអុកស៊ីនក្នុងលក្ខណៈជាម្សៅសម្រេចដែលមានលក់ក្នុងទីផ្សារសម្រាប់ជំរុញការដុះឫសមកប្រៀបធៀបផងដែរ។

សរុបលទ្ធផល

តារាងបង្ហាញពីតម្លៃមធ្យមនៃចំនួនឫស និងប្រវែងឫសរបស់មែកដែលបានទទួលសារធាតុអុកស៊ីន និងកំហាប់ផ្សេងៗ។ តួលេខដែលបង្ហាញជាមធ្យមភាគនៃមែកទាំង ៣០ ដើម។

Treatment	មែកមានស្លឹក				មែកគ្មានស្លឹក			
	ចំនួនឫស/មែក		ប្រវែងឫស/មែក		ចំនួនឫស/មែក		ប្រវែងឫស/មែក	
	ចំនួន 1/	% C 2/	cm. 3/	% C 4/	ចំនួន 1/	% C 2/	cm. 3/	% C 4/
Control								
NAA 1ppm								
NAA 10ppm								
NAA 100ppm								
NAA 2000ppm								
NAA 4000ppm								
NAA 8000ppm								
Seradix								

1/ ចំនួនឫស/មែក
2/ ចំនួនឫសគិតជាភាគរយនៃបច្ច័យគ្រប់គ្រង
3/ ប្រវែងឫសធម្យម
4/ ប្រវែងឫសគិតជាភាគរយនៃបច្ច័យគ្រប់គ្រង

ប្រតិបត្តិការទី ៦
ការជំរុញឱ្យកើតអង់ស៊ីមអាល់ហ្វាអាមីលេស

១. គោលបំណង

នៅក្នុងកិច្ចប្រតិបត្តិការទី ៦ ការជំរុញឱ្យកើតអង់ស៊ីមអាល់ហ្វាអាមីលេស (induction of α- amylase enzyme) និស្សិតនឹងបានសិក្សាពីសារធាតុជីបឺរេលលីន និងអាស៊ីត abscisic acid លើការផលិតអង់ស៊ីមអាល់ហ្វាអាមីលេស ក្នុងគ្រាប់រុក្ខជាតិដែលកំពុងដុះ។

២. សេចក្តីផ្តើម

ក្នុងពេលនៃការដុះរបស់គ្រាប់ នឹងមានការផលិត hydrolytic enzyme ក្នុងបរិមាណច្រើន ដើម្បីរំលាយសារធាតុចិញ្ចឹមមកប្រើក្នុងការលូតលាស់របស់អំប្រ៊ីយ៉ុង (embryo)។ ក្នុងគ្រាប់រុក្ខជាតិនោះមានអង់ស៊ីមអាមីលេសដែលមានសារៈសំខាន់ណាស់។ អង់ស៊ីមត្រូវផលិតឡើងក្នុងស្រទាប់ aleuronic layer ដោយការជំរុញពីសារធាតុជីបឺរេលលីន (gibberellin) ដែលផលិតមកពីអំប្រ៊ីយ៉ុង។

៣. ការងារអនុវត្តន៍

១. កាត់គ្រាប់ស្រូវពាក់កណ្តាលនៃគ្រាប់ដែលបកសំបករួចហើយ ៦០ គ្រាប់ ហើយញែកជា ២ ក្រុម

១.១ ពាក់កណ្តាលខាងលើនៃគ្រាប់ (embryo-free) ចំនួន ៦០ គ្រាប់

១.២ ពាក់កណ្តាលផ្នែកខាងក្រោមដែលមានអំប្រ៊ីយ៉ុងចំនួន ៦០ គ្រាប់

២. ត្រាំគ្រាប់ក្នុងសារធាតុសូលុយស្យុង NaOCl កំហាប់ 1% រយៈពេល ១៥ ទៅ ២០ នាទី ហើយលាងដោយទឹកបិត ៣ ដង។

៣. ផ្អប់ចានបណ្តុះ (petri dish) រួមជាមួយខ្សាច់ ១០០ ក្រាម ចំនួន ១២ ធុត ក្នុងសីតុណ្ហភាព ១៧០ អង្សាសេ រយៈពេល ១ ម៉ោង ហើយទុកឱ្យត្រជាក់។

៤. នាំយកផ្នែករបស់គ្រាប់ដែលគ្មានអំប្រ៊ីយ៉ុង (១.១) និងផ្នែកដែលមានអំប្រ៊ីយ៉ុង (១.២) មកដាក់ក្នុងចានបណ្តុះ (រួមទាំងខ្សាច់ ១០០ ក្រាម) ចំនួន ១២ ធុតដែលត្រៀមទុកចំនួន ១០ គ្រាប់ក្នុងមួយចាន (៦ ធុតជាគ្រាប់គ្មានអំប្រ៊ីយ៉ុង និង ៦ ធុតទៀតជាគ្រាប់មានអំប្រ៊ីយ៉ុង)។

៥. ចាក់ទឹកបិតចូលទៅ ២០ មីលីលីត្រក្នុងមួយចានបណ្តុះ។ ក្រោយ ២៤ ម៉ោង ប្តូរផ្នែករបស់គ្រាប់ទៅដាក់ក្នុងបំពង់កែវវេល (vials) ដែលមានគ្របបិទ ដែលឆ្លងកាត់ការសម្លាប់មេរោគហើយចំនួន ១២ ដប ដោយដបនីមួយៗមានសារធាតុរំលាយដូចដែលមានក្នុងតារាង ៦.១ ។

៦. យកចូលទៅក្នុងម៉ាស៊ីនអង្រន់ (shaker) ក្នុងសីតុណ្ហភាព ២៥ ទៅ ៣០ អង្សាសេក្នុងរយៈពេល ២៤ ម៉ោង (ប្រើ shaker)។

៧. ពេលគ្រប់ម៉ោងហើយ នាំយកសារធាតុសូលុយស្យុងពីដបនីមួយៗចំនួន ០.១ មីលីលីត្រ មកផ្សំជាមួយសារធាតុសូលុយស្យុងម្សៅ ១ មីលីលីត្រ និងទឹកបិត ០.៩ មីលីលីត្រក្នុង cuvette បន្ទាប់ពីនោះ ១០ នាទី បន្ថែមសារធាតុ iodine reagent ១ មីលីលីត្រ ហើយអង្រន់ឱ្យចូលគ្នា។

៨. វាស់ការស្រូបពន្លឺក្នុងប្រវែងរលកពន្លឺ ៦២០ ណាណូម៉ែត្រ។

៩. តម្លៃ absorbance ដែលធ្លាក់ចុះ បង្ហាញដល់ប្រតិកម្មរបស់អង់ស៊ីមអាល់ហ្វាអាមីលេសខ្ពស់។

បញ្ជាក់៖ ការត្រៀមសារធាតុសូលុយស្យុង citrate-phosphate buffer, pH 4.8 កំហាប់ 1mM បរិមាណ ១០០ មីលីលីត្រ។

សារធាតុសូលុយស្យុង Na_2HPO_4 កំហាប់ 0.2M បរិមាត្រ ៤៧.៥ មីលីលីត្រ ផ្សំជាមួយសារធាតុអាស៊ីតស៊ីទ្រិក (citric acid) កំហាប់ 0.1 M បរិមាណ ៥២.៥ មីលីលីត្រ។

សរុបលទ្ធផលការពិសោធ

តារាងទី ៦.១ បង្ហាញពីលម្អិតនៃសារធាតុសូលុយស្យុងដែលប្រើសាកល្បង

លេខដប	អំប្រីយ៉ុង	GA stock solution (ml)	ABA stock soulution (ml)	Streptomycin solution (ml)	ទឹកបិត (ml)
1	គ្មាន	0.00	0.00	1.00	1.00
2	គ្មាន	0.01	0.00	1.00	0.99
3	គ្មាន	0.05	0.00	1.00	0.95
4	គ្មាន	0.10	0.00	1.00	0.90
5	គ្មាន	0.50	0.00	1.00	0.50
6	គ្មាន	1.00	0.00	1.00	0.00
7	មាន	0.00	0.00	1.00	1.00
8	មាន	0.00	0.01	1.00	0.99
9	មាន	0.00	0.05	1.00	0.95
10	មាន	0.00	0.10	1.00	0.90
11	មាន	0.00	0.50	1.00	0.50
12	មាន	0.00	1.00	1.00	0.00

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

ប្រតិបត្តិការទី ៧
ការលូតលាស់ផ្នែកខាងរបស់រុក្ខជាតិ

១. គោលបំណង

នៅក្នុងកិច្ចប្រតិបត្តិការទី ៧ ការលូតលាស់ផ្នែកខាងរបស់រុក្ខជាតិ (lateral growth of plant) និស្សិតនឹងបានសិក្សាអំពីឥទ្ធិពលនៃសារធាតុអុកស៊ីន និងស៊ីតូគីនីន ដែលមានឥទ្ធិពលលើការបែកត្នែកផ្នែកខាងរបស់រុក្ខជាតិ។

២. សេចក្ដីផ្ដើម

ការលូតលាស់ និងការបែកត្នែកខាងរបស់រុក្ខជាតិ ត្រូវបានគ្រប់គ្រងដោយអរម៉ូនច្រើនប្រភេទជាពិសេសអុកស៊ីន និងស៊ីតូគីនីន។ ធម្មតាអុកស៊ីនមានតួនាទីក្នុងការផលិតត្នែកត្រួយ (apical bud) នឹងត្រូវបានបញ្ជូនចុះមកខាងក្រោមត្រង់ចំណុចផ្នែកខាង ធ្វើឱ្យកំហាប់របស់អុកស៊ីនបរិមាណត្នែកខាង (lateral bud) មានកំហាប់ខ្ពស់ ធ្វើឱ្យត្នែកខាងមិនលូតលាស់ចេញជាមែក។ បាតុភូតនេះហៅថាការសង្កត់ត្នែកត្រួយ (apical dominant) ដែលអាចកើតពីការដែលមានអុកស៊ីនច្រើនពេក ធ្វើឱ្យតុល្យភាពរបស់អរម៉ូនផ្នែកត្នែកខាងខូចខាត ធ្វើឱ្យត្នែកខាងមិនអភិវឌ្ឍន៍ក្លាយទៅជាមែក។ បាតុភូតនេះអាចដោះស្រាយដោយការធ្វើឱ្យការផលិតអុកស៊ីនក្នុងចុងត្រួយមានការថយចុះ ដោយការក្តិចចុងត្រួយរបស់ដើមរុក្ខជាតិចេញ ឬបង្កើនសារធាតុស៊ីតូគីនីនឱ្យបរិវេណត្នែកខាង ដើម្បីឱ្យកើតតុល្យភាពរបស់អរម៉ូនខាងក្នុង និងធ្វើឱ្យត្នែកខាងលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍ទៅជាមែក។

៣. ការងារអនុវត្តន៍

ពិសោធន៍ឥទ្ធិពលនៃសារធាតុអុកស៊ីន និងស៊ីតូគីនីនដែលមានចំពោះការលូតលាស់ត្នែកខាងរបស់រុក្ខជាតិ។

ឧបករណ៍

១. ដើមឈើដែលលូតលាស់ពេញលេញមានត្នែកខាងជាច្រើន ដូចជាដើមក្រម៉ុំលាបម្សៅ ក្រចកគ្រុឌ។

២. អរម៉ូនរុក្ខជាតិក្នុងលក្ខណៈជាសារធាតុស្អិត ដែលមានកំហាប់ខុសៗគ្នាដូចតទៅនេះ៖

២.១ អុកស៊ីន (IAA) កំហាប់ 1,000, 2,000 និង 4,000ppm (a.i.)។

២.២ ស៊ីតូគីនីន (kinetin, BA) កំហាប់ 2,000 និង 4,000ppm (a.i,)។

វិធីសាស្ត្រការពិសោធ

១. ធ្វើការពិសោធដោយយកម្មវិធីដូចខាងក្រោមនេះ៖

- Control : ដើមធម្មតា
- កាត់ត្រួយចេញបរិវេណថ្នាំងដំបូងរាប់ពីត្រួយចុះមក
- កាត់ត្រួយចេញក្នុងថ្នាំងដំបូងរាប់ពីត្រួយចុះមក និងលាបស្នាមដំបៅដោយសារធាតុអុកស៊ីនស្អិតតាមកំហាប់ដែលបានត្រៀម
- ដើមធម្មតា ត្រូវលាបស៊ីតូគីនីនក្នុងលក្ខណៈសារធាតុស្អិត លើត្នែកខាងដែលនៅក្រោមត្នែកត្រួយចុះមក។

២. ពិនិត្យមើលលទ្ធផលការរាប់ចំនួនរបស់ភ្នែកខាងដែលលូតលាស់ជាត្រួយ និងវាស់ប្រវែងរបស់ត្រួយទាំងនោះ គិតជាតម្លៃមធ្យមក្នុងមួយដើម ប្រៀបធៀបគ្នារវាងកម្មវិធីដែលប្រើពេលប្រហែល ៣ ទៅ ៤ សប្តាហ៍ក្រោយការពិសោធ។

សរុបលទ្ធផលការពិសោធ

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

ប្រតិបត្តិការទី ៨
ការពង្រីកទំហំរបស់ស្លឹកកូទីលេដុន

១. គោលបំណង

នៅក្នុងកិច្ចប្រតិបត្តិការទី ៨ ការពង្រីកទំហំរបស់ស្លឹកកូទីលេដុន (cotyledon enlargement) និស្សិតនឹងបានសិក្សាអំពីឥទ្ធិពលនៃសារធាតុស៊ីតូគីនីនដែលមានឥទ្ធិពលលើការពង្រីកទំហំរបស់ស្លឹកកូទីលេដុនរបស់ដើមឆៃថាវ ដែលកាត់ចេញមកពីដើមហើយ។

២. សេចក្តីផ្តើម

សារធាតុស៊ីតូគីនីនមានឥទ្ធិពលលើការចំណែកកោសិកា និងការពង្រីកទំហំផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិ។ ផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិដូចជាស្លឹក ពេលដែលត្រូវបានកាត់ចេញពីដើមហើយ នឹងធ្វើឱ្យកាត់ផ្តាច់ពីប្រភពផលិតអរម៉ូនដូចជា ស៊ីតូគីនីន។ ដូច្នេះហើយពេលដែលនាំយកស្លឹកកូទីលេដុនក្នុងលក្ខណៈដែលគ្មានស៊ីតូគីនីន ការលូតលាស់មានតិចណាស់ ឬគ្មានសោះឡើយ តែបើបានទទួលសារធាតុស៊ីតូគីនីននឹងធ្វើឱ្យវាពង្រីកទំហំកាន់តែធំ។

៣. ការងារអនុវត្តន៍

ពិសោធន៍ឥទ្ធិពលនៃសារធាតុឃីនេទីនលើការពង្រីកទំហំរបស់ស្លឹកកូទីលេដុនរបស់ឆៃថាវ។

ឧបករណ៍

១. ដើមឆៃថាវ (*Raphanus sativus* L.) ដែលបណ្តុះគ្រាប់ក្នុងកន្លែងងងឹតរយៈពេល ៤៨ ម៉ោង ជ្រើសរើសដើមដែលមានស្លឹកកូទីលេដុនទំហំស្រដៀងគ្នាមកប្រើក្នុងការពិសោធ។

២. សារធាតុសូលុយស្យុងឃីនេទិនកំហាប់ 0.005, 0.05 និង 5mg/ml ។

៣. ចានបណ្តុះប៉េទ្រី (petri dishes) និងក្រដាសបណ្តុះគ្រាប់។

វិធីសាស្ត្រដំណើរការ

១. កាត់ស្លឹកកូទីលេដុនចេញដោយមិនឱ្យផ្នែកណាមួយរបស់ hypocotyl ជាប់មកជាមួយ ញែកស្លឹកកូទីលេដុនទាំង ២ ចេញពីគ្នាហើយយកទៅតម្រៀបក្នុងចានប៉េទ្រី ដែលទ្រាប់ដោយក្រដាសបណ្តុះ និងមានសារធាតុឃីនេទីនក្នុងកំហាប់ផ្សេងៗបរិមាណ ៣ មីលីលីត្រ។ ក្នុងមួយចានប៉េទ្រីមានស្លឹក ១០ គូ បិទគម្របហើយបណ្តុះទុកក្នុងសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ ដោយមានពន្លឺពីអំពូលភ្លើងគ្រប់ពេលវេលារយៈពេល ៣ ថ្ងៃ។

២. វាស់ទំហំស្លឹកកូទីលេដុន (ទទឹង និងបណ្តោយ) និងនាំទម្ងន់ស្រស់ ប្រៀបធៀបជាមួយការប្រើសារធាតុឃីនេទិនកំហាប់ផ្សេងៗជាមួយទឹកបិត (control)។

សរុបលទ្ធផលការពិសោធ

....

....

....

....

ប្រតិបត្តិការទី ៩
ការពន្លូតខ្លួនរបស់ដើមរុក្ខជាតិ

១. គោលបំណង

នៅក្នុងកិច្ចប្រតិបត្តិការទី ៩ ការពន្លូតខ្លួនរបស់ដើមរុក្ខជាតិ (stem elongation) និស្សិតនឹងបាន សិក្សាអំពីសារធាតុជីបឺរេលលីន និងសារធាតុពន្យារការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ដែលមានឥទ្ធិពលលើការពន្លូត ដើមរបស់រុក្ខជាតិ។

២. សេចក្តីផ្តើម

ជីបឺរេលលីនមានឥទ្ធិពលលើការជំរុញការពន្លូតថ្នាំងរបស់រុក្ខជាតិ។ រុក្ខជាតិក្រិន (dwarf plant) ប្រភេទខ្លះ អាចពន្លូតដើមឱ្យខ្ពស់ស្មើនឹងដើមធម្មតាពេលដែលបានទទួលសារធាតុជីបឺរេលលីនសមស្រប។ រុក្ខជាតិពពួក rosette plant ដូចជាឆៃថាវ ផ្នែកថ្នាំងនឹងមិនពន្លូតខ្លួនឱ្យវែងទៀតនោះទេ ស្លឹកនឹងជាប់នៅជុំវិញ ដើមដែលមានលក្ខណៈខ្លី។ ការផ្តល់សារធាតុជីបឺរេលលីនដែលសមស្រប នឹងជួយជំរុញការពន្លូតរបស់ដើម បាន។ ផ្ទុយពីនេះ សារធាតុពន្យារការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិនឹងធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិមានថ្នាំងខ្លី និងដើមទាប ដោយសារវាមានឥទ្ធិពលក្នុងការរារាំងការផលិត ឬធ្វើការរបស់សារធាតុជីបឺរេលលីន។ សារធាតុរារាំងការ លូតលាស់របស់រុក្ខជាតិក្នុងបរិមាណសមស្របនឹងជួយបន្ថែមភាពរឹងមាំដល់ដើមរុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះ និងជួយ ជំរុញការចេញផ្កាសម្រាប់រុក្ខជាតិប្រភេទខ្លះបាន។

៣. ការងារអនុវត្តន៍

ពិសោធន៍អំពីសារជាតិជីបឺរេលលីន និងសារធាតុពន្យារការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ដែលមានឥទ្ធិពល លើកម្ពស់របស់ដើមឆៃថាវ និងពោត ឬសណ្តែក។

ឧបករណ៍

១. ដើមឆៃថាវអាយុ ៤ សប្តាហ៍ (ដាំក្នុងផើង) ចំនួន ១០ ផើង។

២. ដើមពោត ឬសណ្តែក អាយុ ៣ ទៅ ៤ សប្តាហ៍ចំនួន ១០ ផើងដោយឱ្យដើមរុក្ខជាតិទាំងអស់មាន ទំហំប្រហាក់ប្រហែលគ្នា។

៣. វាស់កម្ពស់របស់ដើមរុក្ខជាតិទាំង ២ ប្រភេទ។

៤. សារធាតុសូលុយស្យុងជីបឺរេលលីនកំហាប់ 0.01, 0.10, 1.00 និង 10.00 mM និងសារធាតុ សូលុយស្យុង paclobutrazol កំហាប់ 50, 100, 200 និង 400ppm (a.i.) មួយកំហាប់ ៥០ មីលីលីត្រ។

៥. Dropper

វិធីសាស្រ្តអនុវត្ត

១. បន្តក់សារធាតុជីបឺរេលលីនតាមកំហាប់ផ្សេងៗចំនួន ១ ដំណក់លើចុងរបស់ដើមឆៃថាវ (ត្រូវព្យាយាម វែកស្លឹកបន្តក់ដាក់ត្រួយ) ចំនួន ២ ដើមក្នុងមួយកំហាប់ និងធ្វើការបន្តក់ ៣ ដងរយៈពេល ៣ សប្តាហ៍។

២. បន្តក់សារធាតុផាក្លូប៊ូត្រាសូលលើចុងរបស់ដើមពោត ឬសណ្តែក (លក្ខណៈដូចចំណុច ១)។

៣. វាស់កម្ពស់របស់ដើមរុក្ខជាតិ និងការពន្លូតរបស់ថ្នាំង និងអាការខុសប្រក្រតីផ្សេងៗ ប្រៀបធៀបជាមួយដើមដែលមិនបានបន្តក់សារធាតុក្នុងសប្តាហ៍ទី ៤ ក្រោយបន្តក់សារធាតុ។

សរុបលទ្ធផលការពិសោធ

ឥទ្ធិពលរបស់ជីបឺរេលលីន

កំហាប់របស់ GA (mM)	កម្ពស់របស់ផ្ទៃថាវ	
	cm.	% of Control
0.0 (Control)		
0.01		
0.1		
1.0		
10.0		

ឥទ្ធិពលរបស់សារធាតុបាក្លូប៊ូថាសូល

កំហាប់របស់ paclobutazol (mM)	កម្ពស់របស់ដើមពោត	
	cm.	% of Control
0.0		
50		
100		
200		
400		

ប្រតិបត្តិការទី ១០
ការទុំរបស់ផ្លែឈើ

១. គោលបំណង

នៅក្នុងកិច្ចប្រតិបត្តិការទី ១០ ការទុំរបស់ផ្លែឈើ (fruit ripening) និស្សិតនឹងបានសិក្សាអំពីសារធាតុប្រភេទខ្លះដែលមានឥទ្ធិពលលើការទុំរបស់ផ្លែឈើ។

២. សេចក្តីផ្តើម

ផ្លែឈើដែលលូតលាស់ និងសន្សំអាហាររហូតដល់ចំណុចខ្ពស់បំផុត ដែលហៅថា physiological maturity ហើយនោះ ការលូតលាស់នឹងត្រូវបានបញ្ឈប់។ ក្រោយពីនោះក៏កើតការផ្លាស់ប្តូរទៅកាន់ការទុំរបស់ផ្លែឈើដែលខុសគ្នាទៅតាមប្រភេទនៃរុក្ខជាតិ។ សម្រាប់ផ្លែឈើទូទៅ មានការផ្លាស់ប្តូរផ្នែកសរីរវិទ្យា ផ្នែកគីមីជីវៈ ដែលធ្វើឱ្យសាច់របស់ផ្លែឈើដែលរឹងប្តូរទៅជាទន់ កើតការបំបែកជាតុរបស់អាស៊ីត និងប្តូរម្សៅទៅជាស្ករ ធ្វើឱ្យមានរស់ជាតិផ្អែម និងប្តូរពណ៌ផ្សេងៗឱ្យមានលក្ខណៈស្រស់ស្អាតគួរឱ្យចង់បរិភោគ។ វិធីសាស្ត្រទាំងនេះ ត្រូវបានគ្រប់គ្រងដោយសារជាតុអេទីឡែន (ethylene)។ ដូច្នេះបើសិនជាយើងបេះផ្លែដែលលូតលាស់ពេញលេញ ហើយនោះ ការផ្តល់សារជាតុអេទីឡែន ឬសារជាតុក្នុងក្រុមនេះធ្វើឱ្យផ្លែឈើទុំ។ កត្តាផ្សេងៗដូចជា សីតុណ្ហភាព អុកស៊ីសែន និងការកើតដំបៅ មានឥទ្ធិពលលើការជំរុញការទុំរបស់ផ្លែឈើ។ ចំណែកកាបូនឌីអុកស៊ីតមានឥទ្ធិពលផ្ទុយគ្នាពីអេទីឡែន។ ក្រៅពីនេះ សារជាតុប៉ូតាស្យូមពែម៉ង់កាណេត (potassium permanganate) អាចធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអេទីឡែន ដែលធ្វើឱ្យសារជាតុអេទីឡែនប្រែក្លាយទៅជាសារជាតុដែលគ្មានឥទ្ធិពលលើការទុំរបស់ផ្លែឈើ ទើបអាចនាំយកមកប្រើក្នុងការពន្យារការទុំរបស់ផ្លែឈើអំឡុងដឹកជញ្ជូនបាន។

៣. ការងារអនុវត្តន៍

សិក្សាពីឥទ្ធិពលនៃថ្មពិល និងប៉ូតាស្យូមពែម៉ង់កាណេតលើការទុំរបស់ផ្លែឈើ។

ឧបករណ៍

១. ផ្លែឈើដែលលូតលាស់ពេញលេញ តែនៅមានលក្ខណៈពណ៌បៃតងដូចជាចេក ស្វាយ ។ល។

២. ថ្មពិល (calcium carbide)។

៣. Vermiculite ប្រើត្រាំសារជាតុសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមពែម៉ងកាណែសឆ្អែត ហើយនាំទៅហាលឱ្យស្ងួត។

៤. ថង់ផ្លាស្ទិច។

វិធិសាស្ត្រអនុវត្តន៍

យកផ្លែឈើដែលត្រៀមទុកមកឆ្លងកាត់កម្មវិធីដូចខាងក្រោមនេះៈ

១. ដាក់ក្នុងថាសក្នុងបន្ទប់ (បច្ច័យប្រៀបធៀប)។

២. ច្រកផ្លែឈើថង់ប្លាស្ទីកថ្លា បិទមាត់ថង់ឱ្យជិត ហើយដាក់ក្នុងបន្ទប់។

៣. ច្រកផ្លែឈើក្នុងថង់ប្លាស្ទីកថ្លា បិទមាត់ថង់ឱ្យជិត ហើយរក្សាទុកក្នុងទូទឹកកក។

៤. ប្រកផ្លែឈើក្នុងថង់ប្លាស្ទីកថ្លា រួមជាមួយថ្មពិល (ខ្ចប់ដោយក្រដាស មិនឱ្យប៉ះផ្លែឈើ) បិទមាត់ថង់ឱ្យជិតហើយដាក់ទុកក្នុងបន្ទប់។

៥. ប្រកផ្លែឈើក្នុងថង់ប្លាស្ទិកថ្លា ដាក់សារធាតុ vermiculite ដែលបានត្រៀមទុក (ដាក់ក្នុងក្រណាត់ពណ៌សស្តើង) បិទមាត់ថង់ឱ្យជិតហើយដាក់ក្នុងបន្ទប់។

ពិនិត្យមើលការផ្លាស់ប្តូររបស់ផ្លែឈើដូចជា ក្លិន ពណ៌ ភាពរឹង ជារយៈៗ ហើយយកមកប្រៀបធៀបគ្នា។

សរុបលទ្ធផលការពិសោធ

អាការដែលផ្លាស់ប្តូររបស់ឈើហុបផ្លែ

កម្មវិធីទី	ចំនួនថ្ងៃក្រោយពិសោធន៍				
	1	3	5	7	9
1					
2					
3					
4					
5					

ប្រតិបត្តិការទី ១១
សារធាតុកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃក្រុមអុកស៊ីន

១. គោលបំណង

នៅក្នុងកិច្ចប្រតិបត្តិការទី ១១ សិក្សាក្នុងរឿង សារជាតុកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃក្រុមអុកស៊ីន (auxin type herbicides) និស្សិតនឹងបានសិក្សាពីការកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃដែលសំខាន់ៗក្នុងក្រុមអុកស៊ីន និងការនាំយកមកប្រើប្រាស់។

២. សេចក្តីផ្តើម

សារធាតុអុកស៊ីនសំយោគច្រើនប្រភេទមានឥទ្ធិពលក្នុងការជំរុញការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិខ្លាំងណាស់ មានការនាំយកមកប្រើជាសារជាតុកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃដូចជាពពួករុក្ខជាតិឌីកូទីលេដូនជាដើម។ សារធាតុទាំងនេះបើសិនជាប្រើក្នុងកំហាប់ទាបៗដែលមានឥទ្ធិពលលើការជំរុញការលូតលាស់របស់ដំណាំដូចសារធាតុអុកស៊ីនទូទៅដែរ។ តែបើសិនជាប្រើក្នុងកំហាប់ខ្ពស់នឹងធ្វើឱ្យរុក្ខជាតិស្លាប់ ហើយមានផលប៉ះពាល់បែបជ្រើសរើស គឺបញ្ចេញជាតិពុលចំពោះរុក្ខជាតិឌីកូទីលេដូន (dicotyledon) ប៉ុណ្ណោះ។ តែគ្មានឥទ្ធិពល ឬមានឥទ្ធិពលតិចណាស់សម្រាប់រុក្ខជាតិត្រកូលស្មៅពេលប្រើអត្រាធម្មតា។ សារជាតុក្នុងក្រុមនេះមានឥទ្ធិពលលើវិធីសាស្ត្រមេតាប៉ូលីសផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិដូចជា ការសំយោគអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច ប្រូតេអ៊ីន ការសំយោគពន្លឺ ការដកដង្ហើម ជាដើម។ រុក្ខជាតិដែលបានទទួលសារធាតុនេះនឹងបញ្ចេញអាការកោងងលើត្រួយ និងដើម។ ការហើមរបស់ជាលិកា ស្លឹករមួរ ស្ងួតស្រពោន និងស្លាប់។ សារធាតុក្រុមនេះប្រើបាញ់ទៅដើមរុក្ខជាតិដោយផ្ទាល់ ពេលដែលត្រូវបានស្រូបចូលទៅខាងក្នុងដើមរុក្ខជាតិហើយនឹងមានការបម្លាស់ទីទៅកាន់ផ្នែកផ្សេងៗរបស់រុក្ខជាតិ។ សារជាតុកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃរបស់សារធាតុអុកស៊ីនអាចបែងចែកជាក្រុមតូចៗដូចនេះគឺ៖

១. Chlorophenoxy acid ដូចជា 2,4-D, 2,4,5-T, MCPA

២. Benzoic acid ដូចជា dicamba, 2,3,6-TBA

៣. Picolinic acid ដូចជា picloram

៤. Pyridinyl ដូចជា triclopyr, flur oxypyr

សារធាតុដែលលើកឡើងមកនេះមានការប្រើប្រាស់យ៉ាងទូលំទូលាយ ដោយការបាញ់សារធាតុទាំងនេះទៅលើរុក្ខជាតិចង្រៃដោយផ្ទាល់។ ក្នុងប្រទេសកម្ពុជាយើងមានការនាំចូលមកប្រើក្នុងការកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃប្រភេទឌីកូទីលេដូនដែលមានអាយុច្រើនឆ្នាំ និងឈើគុម្ពខ្នាតធំដូចជា ប្រើក្នុងការកម្ចាត់គល់ដើមកៅស៊ូក្រោយកាត់ដើម្បីមិនឱ្យបែកមែកមកថ្មី។ ដោយសារសារជាតុ 2,4,5-T មានសារជាតុ dioxin លាយឡំក្នុងដំណាក់កាលការផលិត និងសារជាតុ dioxin ជាសារជាតុដែលមានជាតិពុលខ្ពស់លើសត្វចិញ្ចឹមកូនដោយទឹកដោះ។ សារជាតុដែលមានលក់ក្នុងទីផ្សារបច្ចុប្បន្ននេះរួមមាន៖

2,4-D : ប្រើកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃកូទីលេដូនក្នុងថ្នាលដាំដុះរបស់រុក្ខជាតិម៉ូណូកូទីលេដូនដូចជា ស្រូវ ពោត ឬក្នុងផ្ទៃគ្មានការដាំដុះ។ ឧទាហរណ៍ សារជាតុក្នុងក្រុមនេះមានដូចជា 2,4-D Na salt, 2,4-D isobutyiester, 46% amine salt, 2,4-D butyiester និង 2,4-D dimethylammonia ។

Dicamba : ប្រើក្នុងការកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃពពួកឌីកូទីលេដូនដែលមានអាយុច្រើនឆ្នាំ និងឈើធំ ក្នុងតំបន់ដែលគ្មានការដាំដុះ និងប្រើកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃពពួកឌីកូទីលេដូនប្រភេទខ្លះ ដើមកៅស៊ូ ដូងប្រេង។ ឧទាហរណ៍ផលិតផលដូចជា Banvial 4S (48% solution)។

Picloram : ប្រើក្នុងការកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃពពួកឌីកូទីលេដូនដែលមានអាយុច្រើនឆ្នាំ និងឈើធំក្នុងតំបន់ដែលគ្មានការដាំដុះដូចជាព្រះគ្លបយក្សជាដើម។

Triclopyr : ប្រើក្នុងការកម្ចាត់រុក្ខជាតិចង្រៃពពួកឌីកូទីលេដូនដែលមានអាយុច្រើនឆ្នាំ និងឈើធំក្នុងតំបន់ដែលគ្មានការដាំដុះដូចជាព្រះខ្លបយក្សជាដើម។

Fluroxypyr : ប្រើកម្ចាត់រុក្ខជាតិពពួកឌីកូទីលេដូនប្រភេទខ្លះដូចជា កៅស៊ូ ដូងប្រេងជាដើម។

៣. ការងារអនុវត្តន៍

ពិសោធន៍ឥទ្ធិពលនៃសារធាតុ 2,4-D លើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិពពួកឌីកូទីលេដូន និងរុក្ខជាតិអំបូរស្មៅ។

ឧបករណ៍

១. ដើមរុក្ខជាតិឌីកូទីលេដូន និងរុក្ខជាតិម៉ូណូកូទីលេដូនអាយុ ៣ សប្តាហ៍ មួយមុខ ២ ប្រភេទ មួយប្រភេទ ៥ ដើម ហើយមួយប្រអប់ដាំ ៥ ដើម មានចំនួនទាំងអស់ ៥ ប្រអប់។

២. សារធាតុសូលុយស្យុង 2,4-D កំហាប់ 0, 250, 500, 1,000 និង 2,000ppm (a.i.) កំហាប់ ៣០០ មីលីលីត្រ។

៣. បំពង់ស្រ្លេ។

វិធីសាស្ត្រអនុវត្តន៍

១. បាញ់សារធាតុ 2,4-D ឱ្យទទឹកពេញស្លឹករុក្ខជាតិដែលត្រៀមទុក (មួយប្រអប់មួយកំហាប់)។

២. សង្កេតអាការខុសប្រក្រតីផ្សេងៗក្នុងរុក្ខជាតិប្រភេទនីមួយៗក្នុងរយៈពេល ៣ សប្តាហ៍ក្រោយបាញ់ថ្នាំ។

៣. ផ្តល់ពិន្ទុការពុលដោយប្រើភ្នែក (visual injury rating) វាស់កម្ពស់ និងទម្ងន់ស្ងួតរបស់ដើមរុក្ខជាតិប្រភេទនីមួយៗក្នុងសប្តាហ៍ទី ៣ ក្រោយបាញ់ថ្នាំ។

សរុបលទ្ធផលការពិសោធ

តារាងបង្ហាញពីសារធាតុ 2,4-D លើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិក្នុងសប្តាហ៍ទី ៣ ក្រោយបាញ់ថ្នាំ

2,4-D ppm (a.i.)	Dicot 1			Dicot 2			Monocot 1			Monocot 2		
	VRI[1]	H[2]	W[3]	VRI[1]	H[2]	W[3]	VRI[1]	H[2]	W[3]	VRI[1]	H[2]	W[3]
0												
250												
500												
1000												
2000												

[1] Visual Injury Rating 1-5; 1 = គ្មានអាការពុល, 5 = ដើមរុក្ខជាតិស្លាប់

[2] H = កម្ពស់ដើម (cm.), [3] W = ទម្ងន់ស្ងួត (ក្រាម)

សារធាតុគីមីដែលប្រើក្នុងប្រតិបត្តិការ

សារធាតុគ្រប់គ្រងការលូតលាស់រុក្ខជាតិ

2,4-D	2,4-dichlorophneoxyacetic acid
BA	6-benzylaminopurine
Calcium carbide	CaC_2
Citric acid	2-hydroxy-1,2,3-propanetricarboxylic acid
Dicamba	3,6-dichloro-2-methoxybenzoic acid
Fluroxypyr	1″-methylheptyl-(4-amino-3,5-dichloro-6-fluoro-2-pyridinyl oxyacetate
GA	gibberellic acid
IBA	4-indol-3-butyric acid
Kinetin	6-furfurylaminopurine
NAA	1-naphthylacetic acid
Paclobutrazol	2RS,3RS-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)pentan-3-ol
Picloram	4-amino-3,5,6-trichloropicolinic acid
Potassium permanganate	$KMnO_4$
Seradix	មើល IBA
Sodiumhydrogenphosphate	Na_2HPO_4
Sodiumhypochlorite	NaOCl
Streptomycin	O-2-deoxy-2-methylamino-A-L-glucopyranosyl-(1-2)-O-5-deoxy
Triclopyr	[(3,5,6-trichloro-2-pyridyl)-oxy]acetic acid
Tween 40	Polyoxyethylene sorbitane monopalmiltate

ពាក្យបច្ចេកទេស

α-amylase	អង់ស៊ីមដែលជួយក្នុងការរំលាយម្សៅឱ្យក្លាយជាស្ករដូចជាម៉ល់តូស គ្លុយកូស។ល។
Absorbance	តម្លៃការស្រូបរលកពន្លឺណាមួយ ដែលប្រើក្នុងការវិភាគប្រភេទ និងបរិមាណសារធាតុគីមីដោយប្រើស្ពែកតូហ្វូតូម៉ែទ័រ spectrophotometer
Acid equivalent	បរិមាណសារធាតុប្រតិកម្មពិតដែលស្ថិតក្នុងលក្ខណៈជាអាស៊ីត ដែលមានក្នុងសារធាតុផលិតផល។
Active ingredient	បរិមាណរបស់សារធាតុប្រតិកម្មក្នុងសារធាតុគីមីកសិកម្មក្នុងសារធាតុផលិតផល។
Adjuvant	សារធាតុបន្ថែមប្រសិទ្ធភាពដែលជាសារធាតុជួយបង្កើនប្រសិទ្ធភាពរបស់សារធាតុគីមីកសិកម្ម
Aleurone layer	ស្រទាប់អាលើរ៉ូន ជាលិកាស្តើងៗដែលស្រោបអង់ដូស្ពែមក្នុងគ្រាប់រុក្ខជាតិ ដើរតួនាទីជាអ្នកផលិតអង់ស៊ីមក្នុងប្រតិកម្មលើសារធាតុជីប៊ែរេលលីន ដើម្បីរំលាយសារធាតុសន្សំ ក្នុងដំណាក់កាលការដុះគ្រាប់។
Apical bud	ពន្លកដែលនៅបរិវេណចុងត្រួយរបស់រុក្ខជាតិ។
Bioassay	ជាការពិសោធលើប្រភេទ ឬបរិមាណរបស់សារធាតុដោយប្រើវិធីជីវសាស្ត្រ។
Calcium carbide	ថ្មស្ពាយ ពេលធ្វើប្រតិកម្មជាមួយទឹក នឹងបានឧស្ម័ន acetylene ដែលធ្វើឱ្យផ្លែឈើទុំ កសិករតែងតែយកមកបន្ទុំផ្លែឈើ។
Commercial product	សារធាតុផលិតផល ជាសារធាតុគីមីក្នុងវិស័យកសិកម្មក្នុងលក្ខណៈជាផលិតផលដែលមានលក់ដូរក្នុងទីផ្សារ មានបរិមាណសារធាតុប្រតិកម្មសមស្រប និងអាចផ្សំសារធាតុប្រភេទខ្លះជួយឱ្យអាចនាំយកទៅប្រើប្រាស់បានងាយស្រួល និងលាយជាមួយទឹកបានងាយស្រួល។
Dispersant	សារធាតុដែលជួយឱ្យអនុភាគរបស់រឹងអណ្តែតក្នុងសារធាតុរាវបានដោយមិនចាប់គ្នាជាដុំ ឬធ្លាក់ទៅកកខាងក្រោម។
Dust	សារធាតុផលិតផលដែលស្ថិតក្នុងទម្រង់ជាម្សៅហុយ ដែលអាចនាំយកទៅប្រើដោយផ្ទាល់មិនបាច់ផ្សំជាមួយសារធាតុរំលាយផ្សេងៗ ឧ.សេរ៉ាឌិក។
Dwarf plant	រុក្ខជាតិដែលមានកម្ពស់ដោយមធ្យមទាបជាងពូជធម្មតា ដែលកើតពីការគ្រប់គ្រងដោយពន្ធុសាស្ត្រ អាចទាក់ទងនឹងការខ្វះសារធាតុជីប៊ែរេលលីន ឬគ្មានប្រតិកម្មជាមួយសារធាតុក្រុមជីប៊ែរេលលីន។
EC, E	មើល Emulsifiable concentrate។
Emulsifiable concentrate	សារធាតុផលិតផលដែលស្ថិតក្នុងទម្រង់ជាវត្ថុរាវដែលមានវត្ថុរឹងអណ្តែតក្នុងទឹកបែបកំហាប់ខ្ពស់ ពេលផ្សំជាមួយទឹកនឹងបានសារធាតុអ៊ីម៉ាល់សិន (emulsion)

	មានពណ៌សស្រអាប់។
Emulsifier	សារធាតុដែលជួយធ្វើឱ្យសារធាតុសូលុយស្យុងពីរប្រភេទដែលមានគុណសម្បត្តិខុសគ្នាមករលាយចូលគ្នាជាសាច់តែមួយ ដោយម៉ូលេគុលរបស់សារធាតុ emulsifier ផ្នែកម្ខាងរលាយក្នុងទឹក និងម្ខាងទៀតរលាយក្នុងខ្លាញ់។
F, FL	មើល Flowable ។
Flowable	សារធាតុផលិតផលដែលស្ថិតក្នុងលក្ខណៈជារបស់រឹងអណ្តែតក្នុងវត្ថុរាវ ពេលផ្សំជាមួយទឹកនឹងបានសារធាតុអ៊ីម៉ាល់ស្យិន (emulsion)។
Formulation	ទម្រង់របស់សារធាតុគីមីផ្នែកកសិកម្មដែលផលិតចេញមកលក់ដូចជា ទម្រង់ជាម្សៅរលាយទឹក ទម្រង់ជាវត្ថុរឹងជាដើម។
HLB	Hydrophilic / lipophilic balance ជាតម្លៃដែលបង្ហាញពីសមាមាត្ររបស់សមត្ថភាពការរលាយក្នុងទឹក និងខ្លាញ់របស់សារធាតុចាប់ស្លឹកប្រភេទនីមួយៗ។
Humectant	សារធាតុដែលជួយបន្ថែមសំណើមជាបន្ទះពីលើទឹកថ្នាំដែលបាញ់លើស្លឹករុក្ខជាតិ ធ្វើឱ្យទឹកថ្នាំស្ងួតយឺត ហើយរុក្ខជាតិស្រូបបានច្រើន។
Hydrolytic enzyme	អង់ស៊ីមដែលទាក់ទងនឹងការបំបែកជាតុនៃសារធាតុចិញ្ចឹមដែលសន្សំក្នុងគ្រាប់រុក្ខជាតិអំឡុងការដុះដូចជា α-amylase ជាដើម។
Inert ingredient	ជាសារធាតុដែលគ្មានឥទ្ធិពលដោយផ្ទាល់លើការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ មានក្នុងសារធាតុផលិតផលដើម្បីជួយបន្ថែមប្រសិទ្ធភាពរបស់សារធាតុគីមីកសិកម្ម និងជួយសម្របកំហាប់របស់សារធាតុប្រតិកម្មឱ្យស្ថិតក្នុងកម្រិតដែលសមស្រប។
Lateral bud	ភ្នែកដែលនៅបរិវេណផ្នែកខាងរបស់ដើមរុក្ខជាតិ។
Molar, M	ជាឯកតារបស់កំហាប់ដែលប្រាប់ពីសារធាតុប្រតិកម្មដែលមានប៉ុន្មានក្រាមម៉ូលេ-គុលក្នុងសារធាតុមួយលីត្រ។
PA	មើល Paste។
Paste	សារធាតុផលិតផលដែលស្ថិតក្នុងទម្រង់របស់សារធាតុស្អិត ដែលអាចនាំយកទៅប្រើដោយផ្ទាល់។
Penetration agent	សារធាតុដែលអាចរំលាយក្រមួនដែលស្រោបលើស្លឹក និងភ្នាសកោសិការបស់រុក្ខជាតិ ជួយធ្វើឱ្យសារធាតុគីមីចូលទៅក្នុងស្លឹករុក្ខជាតិបានល្អឡើង។
Physiological maturity	ពេលដែលរុក្ខជាតិលូតលាស់ដល់ចំណុចខ្ពស់បំផុតផ្នែកសរីរវិទ្យាហើយ គ្មានការលូតលាស់ច្រើនជាងនេះទៀតទេ តែអាចមានការផ្លាស់ប្តូរដូចជាការទុំរបស់ផ្លែជាដើម។
Powder	មើល dust ។
ppm.	Part per million, ជាឯកតានៃកំហាប់ដែលប្រាប់ពីបរិមាណរបស់សារធាតុប្រតិកម្មដែលមានប៉ុន្មានភាគក្នុងសារធាតុផលិតផលមួយលានភាគ។
Quick dip method	វិធីសាស្ត្រក្នុងការផ្តល់អុកស៊ីនដល់មែកផ្សាំដោយការតុបលើម្សៅជំរុញការដុះឫសដោយការប្រើអុកស៊ីនកំហាប់ខ្ពស់ និងតុបគល់មែកផ្សាំក្នុងរយៈពេលខ្លីៗ ហើយ

	នាំយកទៅផ្សាំ។
Rosette plant	រុក្ខជាតិដែលមានថ្នាំងខ្លី ថ្នាំងញឹក ធ្វើឱ្យមានស្លឹកជាកញ្ចុំ។
S, SL	Solution មើល water-soluble concentrate ។
SC	Suspension concentrate មើល flowable ។
Sticker	សារធាតុជួយធ្វើឱ្យសារធាតុគីមីចាប់ជាប់ជាមួយផ្ទៃស្លឹករុក្ខជាតិ។
Surfactant	សារធាតុចាប់ស្លឹក ជាសារធាតុដែលជួយបន្ថយទំនាញផ្ទៃនៃម៉ូលេគុលទឹកថ្នាំ ធ្វើឱ្យលម្អងទឹកថ្នាំពង្រាយលើស្លឹកបានពាសពេញ។
Technical grade	ជាសារធាតុគីមីដែលស្ថិតក្នុងលក្ខណៈជាសារធាតុបរិសុទ្ធ ឬស្ទើតែបរិសុទ្ធ មានភាគរយសារធាតុប្រតិកម្មស្ទើតែ ១០០%។
Vermiculite	រ៉ែពពួក hydrated silicate របស់មីកា ប្រើជាវត្ថុបណ្តុះរុក្ខជាតិ។
Visual injury rating	ការផ្តល់ពិន្ទុការពុលថ្នាំគីមីដែលមានលើរុក្ខជាតិដោយការសង្កេតអាការដោយភ្នែកទទេ និងផ្តល់ពិន្ទុភាពពុលរបស់ថ្នាំ។
Water-soluble concentrate	សារធាតុផលិតផលដែលស្ថិតក្នុងទម្រង់ជាសារធាតុសូលុយស្យុងក្នុងកំហាប់ខ្ពស់ អាចរលាយក្នុងទឹកបានល្អ។
Water-soluble powder	សារធាតុផលិតផលដែលស្ថិតក្នុងលក្ខណៈជាម្សៅ ដែលអាចរលាយក្នុងទឹកបានល្អ។
Wettable powder	សារធាតុផលិតផលដែលស្ថិតក្នុងលក្ខណៈជាម្សៅដែលមិនរលាយក្នុងទឹក ពេលផ្សំទឹកនឹងបានជាសារធាតុរឹងអណ្តែតក្នុងទឹកឬ suspension។
WP, W	មើល Wettable powder ។
WSC	មើល water-soluble concentrate ។
WSC	មើល water-soluble concentrate ។
WSP, SP	មើល water-soluble powder ។

ឯកសារយោង

Fitzgerald, J. (2017). The World of Auxin Herbicides. [Website]. Retrieved at https://syr.us/KTJ

Bajracharya, D. (1999). Experiments in Plant Physiology: A Laboratory Manual. Narosa Publishing House, London.

Robert L. Zimdahl. (2018). Chapter 17 - Herbicide Formulation. In Fundamentals of Weed Science. 5th edition. Editor: Robert L. Zimdahl. Academic press.

Solution Pest and Lawn. (2021). Water Soluble Powder. [Website]. Retrieved at https://www.solutionsstores.com/water-soluble-powders

Wattanak, W. (2008). Laboratory Manual of Plant Hormones. Srinakharinwirot University. Bangkok, Thialand.