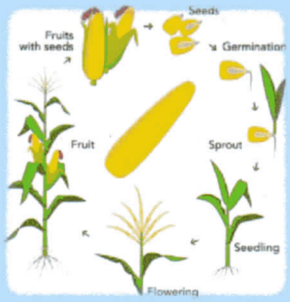
វិទ្យាស្ថានជាតិកសិកម្ម ព្រែកលៀប

Prek Leap National Institute Of Agriculture

ការបង្កាត់ពូជរុក្ខជាតិបំប្លែងសែន



រៀបរៀងដោយ៖ បណ្ឌិត ឈុន តូរី

មាតិកា

បុព្វកថា………………………………………………………………………………………………

សេចក្តីផ្តើម.. ១

ជំពូកទី១ ប្រព្រឹត្តកម្មតាមបែបរូបសាស្ត្រ (Physical treatment)..២

១.១ កាំរស្មី X (x-rays) ៣

១.២ កាំរស្មីហ្គាម៉ា (Gamma-rays) ៤

១.៣ កាំរស្មីអ៊ុលត្រាវីយូឡេ (Ultraviolet light)/UV ៨

១.៤ បំណែកអាល់ហ្វា (Alpha particles) ៩

១.៥បំណែកបេតា (Beta particles) ៩

១.៦ បំណែកចេញពីឧបករណ៍អគ្គីសនី (Particles from accelerator) ១០

១.៧ ណឺត្រុង(Neutrons)... ១២

១.៨ ការបញ្ចេញចរន្តអ៊ីយ៉ុង និងការបណ្តុះចរន្តអ៊ីយ៉ុង (Ion beam Irradiation and ion beam implantation) ១២

១.៩ កាំរស្មីកូស្មិច(Cosmic irradiation) ១៣

១.១០ កាំរស្មីឡាស៊ែ (Laser beam irradiation)... ១៣

ជំពូក ២ ជីវវិទ្យាវិទ្យុសកម្ម (Biological radiation)... ១៤

២.១ ការស្រូបយកវិទ្យុសកម្ម... ១៤

២.២.ឥទ្ធិពលគីមីសាស្ត្រនៃកាំរស្មីវិទ្យុសកម្មៈ ការខូចខាត និងការជួសជុល DNA............. ១៤

២.៣ ឥទ្ធិពលគ្រោះថ្នាក់ដោយសារវិទ្យុសកម្មៈ ការខូចខាត DNA និងការជួសជុល........... ១៦

ជំពូកទី៣ ការត្រួតពិនិត្យបរិមាណវិទ្យុសកម្ម (Dosimetry) ១៨

៣.១ ការដាក់អោយប៉ះវិទ្យុសកម្ម និងការកំណត់កម្រិតវិទ្យុសកម្ម (Exposure and dose determination)... ១៨

៣.២ កម្រិតដែលស្រូបយកទិសដៅវិទ្យុសកម្ម(Absorbed dose in irradiated targets)........ ១៩

៣.៣ ឧបករណ៍វាស់វិទ្យុសកម្ម...២០

ជំពូកទី៤ គោលបំណង និងប្រព្រឹត្តកម្ម(Objectives and Treatment)..២៣

៤.១ សរីរាង្គរុក្ខជាតិសម្រាប់ប្រព្រឹត្តកម្ម (Target plant materials)..................................២៣

៤.១.១ រុក្ខជាតិទាំងមូល(Whole plant)..២៣

៤.១.២ គ្រាប់ពូជ(Seed).. ២៤

៤.១.៣ លំអង(Pollen)... ២៩

៤.១.៤ ផ្នែកខាងចុង (Meristems)..៣០

៤.១.៥ កោសិការុក្ខជាតិ និងការបណ្ដុះជាលិកា in vitro (Plant cells and in vitro tissue culture) ៣១

ជំពូកទី៥ ប្រព្រឹត្តកម្មដើម្បីបំប្លែងសែនតាមគីមីសាស្ត្រ(Chemical Mutagenesis) ៣២

៥.១ ភ្នាក់ងារសារធាតុគីមីសំខាន់ៗ ៣២

៥.១.១ ភ្នាក់ងារ Alkylating (Alkylating agents) ៣២

៥.១.២ សូដ្យូមអាស្យាយ (Sodium azide) ៣៥

៥.១.៣ ភ្នាក់ងារសារធាតុគីមីដទៃទៀត (Other chemical mutagens) ៣៧

ជំពូកទី៦ មគ្គុទេសក៍សម្រាប់ការបំប្លែងសែនដោយប្រើសារធាតុគីមី (Guidelines for mutation breeding using chemicals) ៣៨

៦.១ គោលដៅសម្ភារៈរុក្ខជាតិ (Target plant materials) ៣៨

៦.២ ការកំណត់ដូស និងបរិមាណបំប្លែងសែន ៣៩

ជំពូជទី៧ គុណសម្បត្តិ និងដែនកំណត់នៃការធ្វើបំប្លែងសែនដោយប្រើសារធាតុគីមី (Advantage and Limitation of chemical mutagenesis) ៤១

៧.១ គុណសម្បត្តិ (Advantage) ៤១

៧.២ ដែនកំណត់ ៤១

ឯកសារយោង

បុព្វកថា

ដំណើរអភិវឌ្ឍន៍ នៃព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា នៅក្នុងយុគសម័យទំនើបនេះ ជាមេរៀនដ៏ជោគជ័យបំផុតមួយដែលចាប់ឬសគល់ចេញពីការបញ្ចប់របបប្រល័យពូជសាសន៍ ការបញ្ចប់សង្គ្រាម ការផ្សះផ្សារជាតិ ការកសាងមូលដ្ឋានរឹងមាំនៃសន្តិភាពនិងស្ថេរភាព និងការអភិវឌ្ឍសេដ្ឋកិច្ច។ នៅក្រោយពេលដែល សន្តិភាពត្រូវបានកើតឡើងដោយបរិបូរណ៍នៅឆ្នាំ១៩៩៨ កម្ពុជាទទួលកំណើនសេដ្ឋកិច្ចខ្ពស់ គឺប្រមាណ៨% ក្នុងមួយឆ្នាំ។ លើសពីនេះទៀត អត្រានៃភាពក្រីក្រត្រូវបានកាត់បន្ថយពីប្រមាណ៥៣% នៅឆ្នាំ២០០៤ មកនៅទាបជាង១០% នៅឆ្នាំ ២០១៩ ។ ដំណើរនៃការអភិវឌ្ឍជាតិជាសកម្មភាពដែលបន្តទៅមុខជាប់ជានិច្ច ហើយគោលនយោបាយថ្មីៗដែលមានលក្ខណៈអន្តរវិស័យគ្របដណ្តប់ ក៏កំពុងលេចរូបរាងឡើងដើម្បីតម្រង់ ទិសកម្ពុជាឆ្ពោះទៅកាន់ប្រទេសមានប្រាក់ចំណូលមធ្យមកម្រិតខ្ពស់នៅឆ្នាំ ២០៣០ និងឈានឡើងជាប្រទេសមានប្រាក់ចំណូលខ្ពស់ នៅឆ្នាំ ២០៥០។ ការប្រែប្រួលឆាប់រហ័សនៃនិម្មាបនកម្មពិភពលោកនិងតំបន់រួមទាំងទំនាក់ទំនងភូមិសាស្ត្រនយោបាយ បានផ្តល់កាលានុវត្តភាពសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍឧស្សាហកម្មនៅកម្ពុជា ដែលត្រូវបានរាជរដ្ឋាភិបាលចាត់ទុកជាមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃកំណើនសេដ្ឋកិច្ចកម្ពុជា។ រាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជាបាន និងកំពុងបន្តពង្រឹង និងអភិវឌ្ឍវិស័យអប់រំឆ្ពោះទៅរកការស្រាវជ្រាវ និងនវានុវត្តន៍ ដើម្បីពង្រឹងសមត្ថភាពនិងជំនាញរបស់ធនធានមនុស្សនៅកម្ពុជា ឱ្យស្របទៅនឹងបរិបទថ្មីនៃការអភិវឌ្ឍ ជាពិសេសការពង្រឹងសហគ្រិនភាពក្នុងការរៀបចំម៉ូដែលធុរកិច្ចថ្មីៗ។ ដើម្បីចាប់យកកាលានុវត្តភាពពីបដិវត្តន៍ឧស្សាហកម្មទី៤ និងសេដ្ឋកិច្ចឌីជីថលដែលកំពុងផុសផុលឡើង ប្រព័ន្ធអេកូឡូហ្ស៊ីដែលបង្កលក្ខណៈអំណោយផលដល់ការបង្កើតថ្មី នវានុវត្តន៍ ការស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍន៍ ត្រូវតែមានការកែលម្អ។

បណ្តាប្រទេសនៅទ្វីបអាស៊ី កំពុងនាំមុខក្នុងការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍ ដោយមានភាគហ៊ុនប្រមាណ៤៤% នៃការវិនិយោគទាំងមូលរបស់ពិភពលោក។ ប្រទេសចិនកំពុងបន្តកសាង ហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធនៃការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ ក៏ដូចជាសមត្ថភាពមនុស្ស។ ផ្ទុយទៅ វិញ ប្រទេសនៅទ្វីបអាមេរិកខាងត្បូង និងអាហ្វ្រិក កំពុងស្ថិតនៅឆ្ងាយពីការវិនិយោគនេះ ហើយជាលទ្ធផល ប្រទេសទាំងនោះក៏ពុំមានកំណើនសេដ្ឋកិច្ចគួរឱ្យកត់សម្គាល់ដែរ។ ទុនវិនិយោគសរុបលើការស្រាវ ជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍរបស់ប្រទេសនៅទ្វីបអាមេរិកខាងត្បូងនិងអាហ្វ្រិក មានប្រមាណ៥%នៃការវិនិយោគ ទាំងមូលរបស់ពិភពលោក ក្នុងពេលដែលតំបន់ទាំង២នេះមានប្រជាជនប្រមាណ២០%នៃប្រជាជន ពិភពលោក។ ប្រទេសចំនួន៦ដែលមានលំដាប់ខ្ពស់ជាងគេនៅក្នុងការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ រួមមានសហរដ្ឋអាមេរិក ចិន ជប៉ុន អាល្លឺម៉ង់ ឥណ្ឌា និងកូរ៉េខាងត្បូង ដែលស្មើនឹងប្រមាណ ៧០% នៃទុនវិនិយោគសរុបរបស់ពិភពលោក។

តើចំណេះដឹង ផលិតផល និងសេវាកម្មថ្មីទាំងនេះកើតឡើងពីអ្វី? ហើយកើតឡើងដោយរបៀបណា? ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជាកំពុងតែកសាងមូលដ្ឋានសម្រាប់ការត្រៀមខ្លួនទទួល និងប្រកួតប្រជែងក្នុងយុគ

សម័យបដិវត្តឧស្សាហកម្មទី៤ នៅក្នុងសេដ្ឋកិច្ចដែលផ្អែកលើពុទ្ធិ ហើយដែលប្រការនេះចាំបាច់តម្រូវឱ្យពលរដ្ឋកម្ពុជា ត្រូវក្លាយខ្លួនជាពលរដ្ឋឌីជីថល ពលរដ្ឋសកល និងពលរដ្ឋដែលប្រកបដោយការទទួលខុសត្រូវ ដែលមានសមត្ថភាពក្នុងការផលិត ចែកចាយ និងប្រើប្រាស់ពុទ្ធិដើម្បីទទួលមនុញ្ញផល និងរួមចំណែកក្នុងកំណើន។ ធនាគារពិភពលោកបានធ្វើការកត់សម្គាល់តាំងពីឆ្នាំ ២០០២ នូវបម្លាស់ប្តូរនៃមូលដ្ឋានសេដ្ឋកិច្ចពីសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើកម្លាំងពលកម្ម និងធនធានអតិកម្ម (Labour and Resource Based Economy) ទៅកាន់សេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើពុទ្ធិ (Knowledge Based-Economy) ដែលក្នុងន័យនេះ ពុទ្ធិគឺជាគន្លឹះនៃការអភិវឌ្ឍ។ អាស្រ័យហេតុនេះ នៅលើគន្លងដែលកម្ពុជាកំពុងធ្វើដំណើរឆ្ពោះទៅកាន់សេដ្ឋកិច្ចឌីជីថល សង្គមកម្ពុជាត្រូវតែមានសមត្ថភាពក្នុងការផលិត ជ្រើសរើស បន្សាំ បង្កើតមុខរបរ និងប្រើប្រាស់ពុទ្ធិ ដើម្បីរក្សានិរន្តរភាពនៃកំណើន និងកែលម្អជីវភាពរស់នៅ។ សមត្ថភាពទាំងនេះ អាចកើតឡើងនៅពេលពលរដ្ឋកម្ពុជាមានឱកាសក្នុងការទទួលបានបទពិសោធន៍ពីការស្រាវជ្រាវ ការបណ្តុះគំនិតច្នៃប្រឌិត និងការស្វែងរកនវានុវត្តន៍។

កំណែទម្រង់វិស័យអប់រំ គឺជាការត្រួសត្រាយមាគ៌ាសម្រាប់ដំណើរឆ្ពោះទៅកាន់សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិ និងប្រជាពលរដ្ឋប្រកបដោយភាពរស់រវើក។ តាមរយៈមូលដ្ឋានអប់រំ សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិនឹងប្រមូលផ្តុំ បង្កើត និងចែករំលែក ទៅកាន់សមាជិកក្នុងសង្គមនូវសម្បទាអប់រំ ពិសេសគឺពុទ្ធិសម្បទា ក្នុងបុព្វហេតុនៃមនុស្សជាតិនិងឧត្តមប្រយោជន៍នៃប្រទេស។ សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិ គឺពុំគ្រាន់តែជាសង្គមដែលសម្បូរព័ត៌មានប៉ុណ្ណោះទេ តែជាសង្គមដែលប្រជាពលរដ្ឋអាចធ្វើបរិវត្តកម្មពីព័ត៌មានទៅជា មូលធនប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព។ ការរីកចម្រើនទៅមុខជាលំដាប់នៃបច្ចេកវិទ្យានិងតំណភ្ជាប់ បានពង្រីកព្រំដែននៃការចូលទៅកាន់ និងការទទួលបានព័ត៌មានជាសកល ហើយដែលក្នុងន័យនេះ ការអប់រំនឹងបន្តវិវត្តទៅមុខនិងមានការផ្លាស់ប្តូរ។ សង្គមមួយដែលមានអំណាន និងរបាប់ជាបុរេលក្ខខណ្ឌនៃជីវភាពប្រចាំថ្ងៃនៃប្រជាពលរដ្ឋ ពេលនោះបំណិននៃអំណាន និពន្ធ និងការគណនាលេខនព្វន្ត គឺជាចលករនៃការរៀនរបស់សិស្ស។ ធាតុដ៏ចម្បងមួយដែលស្ថិតនៅក្នុងការកសាងសង្គមដែលប្រកបដោយ ពុទ្ធិគឺសៀវភៅសិក្សា ហើយការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សាជាប្រចាំ គឺជានវានុវត្តន៍នៃ វិស័យអប់រំដែលនាំទៅរកការសិក្សាពេញមួយជីវិត ការអភិវឌ្ឍសម្បទាអប់រំ និងការចែករំលែកចំណេះដឹង។ មូលដ្ឋានអប់រំ ជាពិសេសគឺគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សាត្រូវមានតួនាទីដែលប្រកបដោយការឆ្លើយតប ចំពោះតម្រូវការខាងលើនេះ។ សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងបុគ្គលិកអប់រំត្រូវបន្តសិក្សាជាប់ជានិច្ច តាមរយៈការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ហើយដែលសៀវភៅសិក្សាទាំងនេះនឹងក្លាយជា ស្ពាននៃទំនាក់ទំនងរវាងនវានុវត្តន៍នៃបច្ចេកវិទ្យា និងការរៀននិងបង្រៀននៅក្នុងថ្នាក់រៀន។

សង្គមដែលប្រកបពុទ្ធិ ក៏ជាសង្គមដែលបណ្តុះឱ្យមានរចនាសម្ព័ន្ធទន់នៃសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែក

លើពុទ្ធិដែរ។ ឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែងនៃបែបផែននេះរួមមាន Silicon Valley នៃសហរដ្ឋអាមេរិក សួនឧស្សាហកម្មវិស្វកម្មអាកាសយានយន្តនិងយានយន្តនៅទីក្រុង Munich ប្រទេសអាល្លឺម៉ង់ តំបន់ជីវបច្ចេកវិទ្យានៅក្រុង Hyderabad ប្រទេសឥណ្ឌា តំបន់ផលិតគ្រឿងអេឡិចត្រូនិកនិងសារគមនាគមន៍ ឌីជីថល

នៅទីក្រុង Seoul ប្រទេសកូរេខាងត្បូង ក៏ដូចជាសួនឧស្សាហកម្មថាមពល និងឥន្ធនគីមីសាស្ត្រនៃប្រទេសប្រេស៊ីល ហើយក៏នៅមានទីក្រុងនៃប្រទេសជាច្រើនទៀតនៅលើពិភពលោក។ លក្ខណៈសម្បត្តិនៃទីក្រុងទាំងនេះគឺការប្រើប្រាស់និន្នាការនៃការអភិវឌ្ឍដែលជំរុញ និងតម្រង់ទិសដោយចំណេះ ដឹង ហើយដែលចំណេះដឹងទាំងនោះកើតចេញជាដំបូងពីការវិនិយោគទៅលើគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា ស្ថាប័នស្រាវជ្រាវមជ្ឈ មណ្ឌលឧត្តមភាពនៃជំនាញជាន់ខ្ពស់ ការប្រកួតប្រជែងដោយគុណាធិបតេយ្យ និង ជាពិសេសគឺការបណ្តុះវប្បធម៌អំណាននិងនិពន្ធសៀវភៅ។ ល្បឿននៃការរីកចម្រើនផ្នែកពុទ្ធិ និងបច្ចេកវិទ្យាកំពុងមានសន្ទុះលឿនជាងអ្វីដែលសិស្ស និងនិស្សិតអាចទទួលបានពីគ្រូនៅគ្រឹះស្ថានសិក្សា ដែលធ្វើឱ្យគោលដៅនៃការអប់រំនៅពេលបច្ចុប្បន្ននេះ មានការប្រឈមខ្លាំងជាងពេលណាទាំងអស់។ ឧទាហរណ៍ ក្នុងមួយឆ្នាំ មានសៀវភៅជាង២,២លានចំណងជើង ត្រូវបានសរសេរនិងបោះពុម្ព ដែលក្នុងនោះប្រទេសចិនមាន៤៤០ពាន់ចំណែកឯសហរដ្ឋអាមេរិកមាន ៣០៥ពាន់ និងប្រទេសរុស្ស៊ីមាន ១២០ពាន់ចំណងជើង។

ខណៈពេលដែលបច្ចេកវិទ្យាកំពុងរីកចម្រើនជារៀងរាល់ថ្ងៃ មធ្យោបាយសម្រាប់អំណានក៏មានច្រើន ជម្រើសសម្រាប់សិស្ស-និស្សិត និងសាធារណៈជន រួមមានការអានសៀវភៅ ការអានលើឧបករណ៍អេឡិចត្រូនិក ការអានដោយប្រើទូរសព្ទវៃឆ្លាត និងការការអានលើកុំព្យូទ័រ ដែលសុទ្ធសឹងជាមធ្យោបាយ សំខាន់ៗដែលនាំអ្នកអានទាំងឡាយឱ្យសម្រេចគោលបំណងអានរបស់ខ្លួន។ ម្យ៉ាងវិញទៀត អំណានដោយប្រើមធ្យោបាយបច្ចេកវិទ្យាទំនើប ចំណាយពេលតិច ងាយស្រួលអាន និងជួយដល់បរិស្ថានមួយកម្រិតទៀត។ នាពេលបច្ចុប្បន្ន សិស្ស-និស្សិត និងសាធារណៈជនកម្ពុជាដែលស្រឡាញ់អំណានកំពុងតែប្រើប្រាស់មធ្យោបាយអំណានទាំងនេះ។ បើយើងក្រឡេកមើលទៅប្រទេសជឿនលឿន ទោះបីជាបច្ចេកវិទ្យារីកចម្រើនខ្លាំងយ៉ាងណា អំណានតាមរយៈសៀវភៅនៅតែមានសន្ទុះដដែល។ ម្យ៉ាងវិញទៀត បច្ចេកវិទ្យាអានបែបទំនើបតាមរយៈឧបករណ៍ទំនើប អាស្រ័យលើលទ្ធភាពនៃធនធានអប់រំឌីជីថល និងមាតិកាឌីជីថលគ្រប់គ្រាប់ដែលបានផលិត និងបង្ហោះចែកចាយសម្រាប់អំណាន។

ក្នុងបរិបទកម្ពុជា ជាពិសេសក្នុងបរិការណ៍នៃការផ្ទុះរីករាលដាលនៃជំងឺកូវីដ-១៩ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានជំរុញឱ្យមានបរិវត្តកម្មឌីជីថលនៅក្នុងអេកូស៊ីស្តែមនៃការអប់រំ ជាពិសេសការអប់រំ តាមប្រព័ន្ធអេឡិចត្រូនិក និងការអប់រំពីចម្ងាយដើម្បីលើកកម្ពស់អំណាន តាមរយៈការផលិតមាតិកា ឌីជីថលដែលមានភាពចំរុះ ការកសាងសមត្ថភាពផ្នែកតំណភ្ជាប់ និងវេទិកាឌីជីថល ការពង្រីកវិសាលភាពនៃមជ្ឈមណ្ឌលទិន្នន័យ និងការលើកកម្ពស់គុណភាពនៃការផលិតធនធានអប់រំឌីជីថល គួបផ្សំ ជាមួយការ

ចែកសន្លឹកកិច្ចការឱ្យសិស្សយកទៅរៀននៅផ្ទះ និងការចុះទៅជួបជាមួយសិស្សជាបណ្តុំនៅតាមសហគមន៍។ ក្នុងន័យលើកកម្ពស់អំណាន និងភាពសម្បូរបែបនៃធនធានសៀវភៅសិក្សា ឱ្យកាន់តែមានប្រសិទ្ធភាព និងភាពសក្តិសិទ្ធិ និងផ្តល់ឱកាសអំណានកាន់តែច្រើនថែមទៀតដល់សិស្សានុសិស្ស និស្សិត និងសាធារណៈជន ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាលើកទឹកចិត្តនូវចំណុចមួយចំនួនដូចខាងក្រោម៖

1. សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងបុគ្គលិកអប់រំ សូមបន្តនិងបង្កើនការបោះពុម្ពស្នាដៃបន្ថែមទៀត ដើម្បីធ្វើឱ្យធនធានសម្រាប់អំណានកាន់តែសម្បូរបែប ជាពិសេសធនធានអំណានជាខេមរភាសា
2. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា សូមផ្តល់លទ្ធភាពគ្រប់បែបយ៉ាង ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់ និង និស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សាអាចចូលរួមអាន និងសិក្សាស្រាវជ្រាវតាមគ្រប់លទ្ធភាពជាមួយធនធានអំណាន ជាពិសេសការរៀបចំឱ្យមានពេលវេលាសម្រាប់សហសិក្សា និងអំណានក្នុងបណ្ណាល័យ
3. សាស្ត្រាចារ្យតាមមុខវិជ្ជា និងអ្នកស្រាវជ្រាវតាមជំនាញឬវិស័យ ត្រូវរៀបចំដំណើរការរៀនបង្រៀន និងស្រាវជ្រាវដែលមានដាក់បញ្ចូលកិច្ចការស្វ័យសិក្សា សហសិក្សា ឬការស្រាវជ្រាវបណ្ណាល័យដែលតម្រូវឱ្យនិស្សិត ត្រូវអាននិងស្រាវជ្រាវជាមួយធនធានអំណាន
4. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងមជ្ឈមណ្ឌលស្រាវជ្រាវ ត្រូវខិតខំឱ្យអស់លទ្ធភាពក្នុងការបង្កើតបណ្ណាល័យ មជ្ឈមណ្ឌលរក្សាឯកសារ ឬមជ្ឈមណ្ឌលអប់រំឌីជីថល ជាដើម ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់និងនិស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សា អាចទទួលបាន និងស្វែងរកប្រភពសម្រាប់អំណានកាន់តែសម្បូរបែប និងមានភាពបត់បែន ឆ្លើយតបតាមតម្រូវការអ្នកអាន
5. និស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សា ត្រូវខិតខំនិងចំណាយពេលអាន និងចាត់ទុកវប្បធម៌ និងអកប្បកិរិយាអំណានជាផ្នែកមួយ នៃពេលវេលានិងភាពស៊ីវិល័យនៃជីវិតប្រចាំថ្ងៃ
6. បងប្អូនជនរួមជាតិ ដែលជាមាតាបិតា ឬអ្នកអាណាព្យាបាល សូមជួយជំរុញនិងបង្កលក្ខណៈកាន់តែ ច្រើនថែមទៀត ជាពិសេសការលៃលកចំណាយនៅក្នុងគ្រួសារសម្រាប់ការទិញសម្ភារៈសិក្សា សៀវភៅអាន និងឧបករណ៍សម្រាប់អំណានដល់កូនៗ ដែលចាត់ទុកជាការវិនិយោគមួយដ៏សំខាន់ សម្រាប់ បង្កើនចំណេះដឹង និងអនាគតរបស់ពួកគេ

ដោយមានការគាំទ្រពីក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ នៅឆ្នាំ២០២០ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានបង្កើតមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ដែលហៅកាត់ថា "មូលនិធិ ស.គ.ន" និងហៅជាភាសាអង់គ្លេសថា The Research Creativity and Innovation Fund ដែលហៅកាត់ជាភាសាអង់គ្លេសថា "RCI Fund"។ គោលដៅចម្បងនៃមូលនិធិនេះ គឺរួមចំណែកលើកកម្ពស់វប្បធម៌នៃការស្រាវជ្រាវ បំផុសគំនិតច្នៃប្រឌិត និងជំរុញការធ្វើនវានុវត្ត ដើម្បីជាប្រយោជន៍ដល់វិស័យអប់រំ យុវជន និងកីឡា ដែលឆ្លើយតបទៅនឹងទីផ្សារពលកម្ម និងសាកលភាវូបនីយកម្ម។ មូលនិធិ ស.គ.ន បានសម្រេចកំណត់ប្រធានបទ ជាអាទិ

ភាពសម្រាប់ការគាំទ្រដោយមូលនិធិចំនួន ៣ រួមមាន ឌីជីថលនីយកម្មសម្រាប់បដិវត្តឧស្សាហកម្ម៤.0 (Digitalization for IR.4.0) ការស្រាវជ្រាវអនុវត្តលើវិស័យកសិកម្ម (Applied Agricultural Research) និងការស្រាវជ្រាវគរុកោសល្យសតវត្សទី២១ (21st Century Pedagogy Research)។

ដោយមានការធ្វើអាទិភាពរូបនីយកម្មទៅលើទិសដៅនៃការប្រើប្រាស់ថវិកាមូលនិធិសម្រាប់ឆ្នាំ២០២០ ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ និងក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានផ្តល់ការគាំទ្រដល់ការ**រៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សា(Text book) ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា**។ គោលបំណងនៃការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា គឺដើម្បីបង្កើនបរិមាណ លើកកម្ពស់គុណភាព និងពង្រីកសមធម៌នៃធនធានសិក្សាជាខេមរភាសា ជូនដល់និស្សិតដែលកំពុងបន្តការសិក្សា និងត្រៀមខ្លួនធ្វើការស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ លើសពីនេះទៀតការរៀប រៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា មានគោលដៅដូចខាងក្រោម ៖

- ឆ្លើយតបជាបន្ទាន់ចំពោះការខ្វះខាតធនធានសិក្សា ដែលជាតម្រូវការសិក្សារបស់និស្សិត នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា
- លើកកម្ពស់ទំនើបភាវូបនីយកម្ម និងឧត្តមានុវត្តន៍នៃការរៀននិងបង្រៀន និងការស្រាវជ្រាវនៅលើមុខវិជ្ជា កម្មវិធីសិក្សា ឬមុខជំនាញជាក់លាក់
- បង្កើនភាពស៊ីជម្រៅក្នុងការកសាងវិជ្ជាជីវៈនិងបទពិសោធន៍សម្រាប់ឋានៈសាស្ត្រាចារ្យ និងអ្នកស្រាវជ្រាវ
- រួមចំណែកដល់ការកសាងភាពជាសហគមន៍វិជ្ជាជីវៈ ការចែករំលែកបទពិសោធន៍ និងវប្បធម៌នៃការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា

ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានវាយតម្លៃខ្ពស់ចំពោះការបោះជំហានប្រកបដោយមនសិការវិជ្ជាជីវៈនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងបុគ្គលិកអប់រំទាំងអស់ ក្នុងការរៀបចំរៀបរៀង 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។ ចំណែកគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សារដ្ឋនិងឯកជនដែលពុំទាន់បានដាក់ពាក្យស្នើសុំ 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 ហើយ ពុំឆ្លុះបញ្ចាំង ឬជាតំណាងដល់មូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ នៃក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាឡើយ។

ការបង្កាត់ពូជបំប្លែងសែនរុក្ខជាតិ(Plant Mutation Breeding)

សេចក្ដីផ្ដើម

និយមន័យការបង្កាត់ពូជបំប្លែងសែន

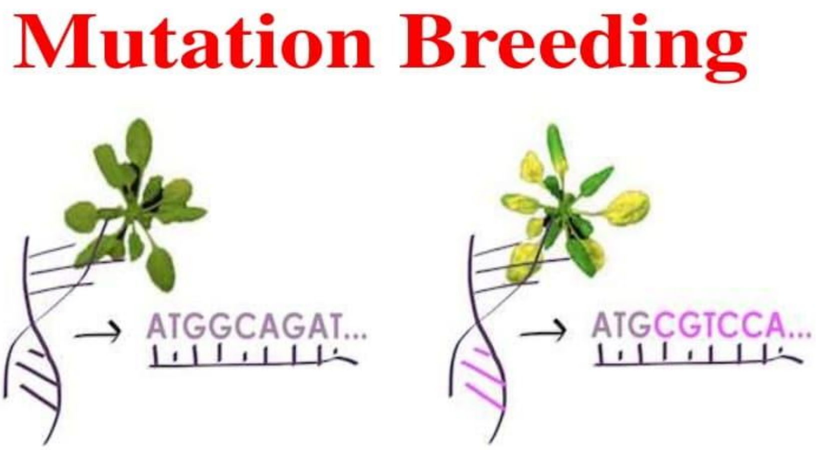
ការបង្កាត់ពូជបំប្លែងសែនរុក្ខជាតិ (Mutation breeding) គឺជាដំណើរការនៃការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មគ្រាប់ពូជជាមួយសារធាតុគីមី ឬជាមួយកាំរស្មីវិទ្យុសកម្ម(រូបសាស្ត្រ)ដើម្បីបង្កើតពូជថ្មី(Mutant) ដែលគេចង់បាន។

ការបង្កាត់ពូជបំប្លែងសែនរុក្ខជាតិ គឺធ្វើឲ្យមានការផ្លាស់ប្ដូរសេណេទិចដែលនាំទៅរកពូជថ្មីដែលផ្ទេរពីជំនាន់មួយ ទៅជំនាន់មួយទៀត។ ដូច្នេះវាធ្វើឲ្យមានបំលាស់ប្ដូរសភាវៈមានជីវិត(Evolution)។ សែនបំប្លែង (Mutation) កើតឡើងដោយសារលំអៀង (Error) របស់ច្រវ៉ាក់ Deoxyribonucleic acid (DNA)។ ការផ្លាស់ប្ដូរនៅសម្ភារតំណពូជនេះ ដោយសារតែការប៉ះត្រូវដោយផ្ទាល់ជាមួយវិទ្យុសកម្មធម្មជាតិ ដែលនៅជុំវិញ (Spencer-Lopes et al., 2018)។ ឯកត្តដែលត្រូវបានផ្លាស់ប្ដូរសែនតាមលក្ខណៈនេះ ត្រូវបានគេហៅថាពូជបំប្លែងដោយឯកឯង (Spontaneous mutant) ។ ការបំប្លែងសែន គឺជាមូលហេតុនៃការវិវត្តន៍របស់សភាវមានជីវិត ហើយអាចជាលក្ខណៈថ្មីដែលត្រូវជ្រើសរើសតាមបែបធម្មជាតិ ពីព្រោះដោយសារតែវាមានលក្ខណៈវិសេសវិសាលធន់ធន់ទ្រាំជាដើម។ បន្ទាប់ពីរបកគំឃើញកាំរស្មីអុច (X-rays) ដោយលោក Roentgen នៅក្នុងឆ្នាំ១៨៩៥, កាំរស្មីវិទ្យុសកម្មដោយលោក Becquerel នៅក្នុងឆ្នាំ១៨៩៦ និង ធាតុវិទ្យុសកម្ម ដោយលោក Marie and Pierre Curie នៅក្នុងឆ្នាំ ១៨៩៨ ក្រោយមកបន្តិចគេបានរកឃើញថា កាំរស្មីវិទ្យុសកម្មអាចបង្កជាសែនបំប្លែងបាននៅក្នុងសារពាង្គកាយសត្វរុយ (Muller, 1927) និងដំណាំ ដូចជាពោត និងស្រូវបាឡេ (Staedler, 1928)។ បន្តបន្ទាប់មក មានការសម្រាចយកវិធីសាស្ត្រការបំប្លែងសែននេះ ដើម្បីកែលម្អពូជដំណាំ ដែលជារបកគំហើញនាំមុខទាំងនេះ។ វាក្លាយជាការពិតដែលថា មនុស្សលោកមិនត្រូវរង់ចាំសម្រាប់ឱកាសរុករកប្រភេទពូជរុក្ខជាតិថ្មីដែលគេចង់បាន ដូចជាករណីមនុស្សសម័យដើមដែលរស់នៅដោយការបរបាញ់។ ដូច្នេះ ជាការពិត មនុស្សលោកអាច បង្កើតពូជសែនបំប្លែងតាមចិត្តចង់បាន។

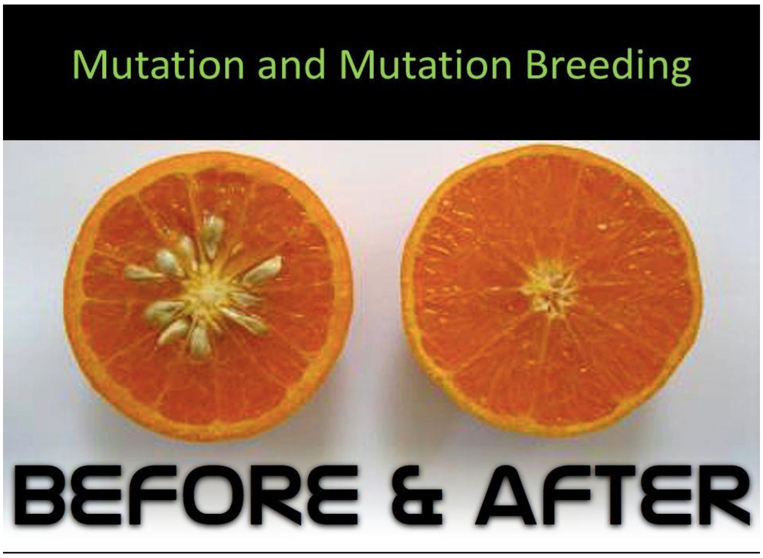
ការបង្កាត់ពូជបំប្លែងសែនត្រូវបានគេមើលថាជាជោគជ័យយ៉ាវវិសេសវិសាល ចាប់តាំងពីការបញ្ចេញពូជបំប្លែងសែនលើកដំបូងគឺ ពូជបំប្លែងសែនដំណាំថ្នាំជក់នៅក្នុងប្រទេសឥណ្ឌូនេស៊ុី នៅក្នុងទស្សវត្សឆ្នាំ ១៩៣០។ គោលដៅងាយស្រួលក្នុងការបង្កាត់ពូជសែនបំប្លែង គឺដំណាំប្រចាំរដូវ ពូជបង្កាត់ហើយ និងដំណាំបន្តពូជដោយសារគ្រាប់។ គ្រាប់ពូជ ជាសម្ភារដ៏ឧត្តមបំផុត សម្រាប់ការបង្កើតពូជបំប្លែងថ្មី។ ជាងនេះទៅទៀតពូជរុក្ខជាតិដែលមានវដ្តជីវិតខ្លី វារឹតតែអាចឲ្យគេបង្កើតពូជបំប្លែងថ្មីបានយ៉ាងលឿន ហើយបង្កើតស្រឡាយពូជបំប្លែងថ្មីឲ្យទៅជាពូជបានយ៉ាងលឿនផងដែរ។ ដូច្នេះគេអាចបង្កើតពូជដំណាំបានយ៉ាងលឿនដូចជាពូជដំណាំស្រូវ ស្រូវបាឡេ និងថ្នាំជក់ ហើយគេអាចរក្សាពូជទាំងនេះតាំងពីយូរលង់ណាស់មកហើយរហូតមកដល់ពេលនេះ។

ជំពូកទី១ ប្រព្រឹត្តកម្មតាមបែបរូបសាស្ត្រ (Physical treatment)

មានប្រភេទកាំរស្មីវិទ្យុសកម្មជាច្រើនដែលត្រូវបានគេប្រើដើម្បីប្រព្រឹត្តរុក្ខជាតិក្នុងការបង្កើតពូជថ្មីៗ។ កាំរស្មីវិទ្យុសកម្មទាំងនោះរួមមាន៖ កាំរស្មី x , បំណែកមេតា និងអាល់ហ្វា, ប្រូតុង និងណឺត្រុង។ កាំរស្មីវិទ្យុសកម្មទាំងនេះមាន លក្ខណៈរួមគឺ ការបញ្ចេញថាមពលវិទ្យុសកម្ម។ ក៏ប៉ុន្តែមានលក្ខណៈខុសប្លែកគ្នាជាច្រើនក្នុងចំណោមកាំរស្មីវិទ្យុសកម្មទាំងនេះទាក់ទងនឹងកំលាំងថាមពលដើម្បីជ្រាបចូលទៅក្នុងកោសិការុក្ខជាតិ និងកម្រិតគ្រោះថ្នាក់។ប្រភេទកាំរស្មីវិទ្យុសកម្មរួមមាន៖



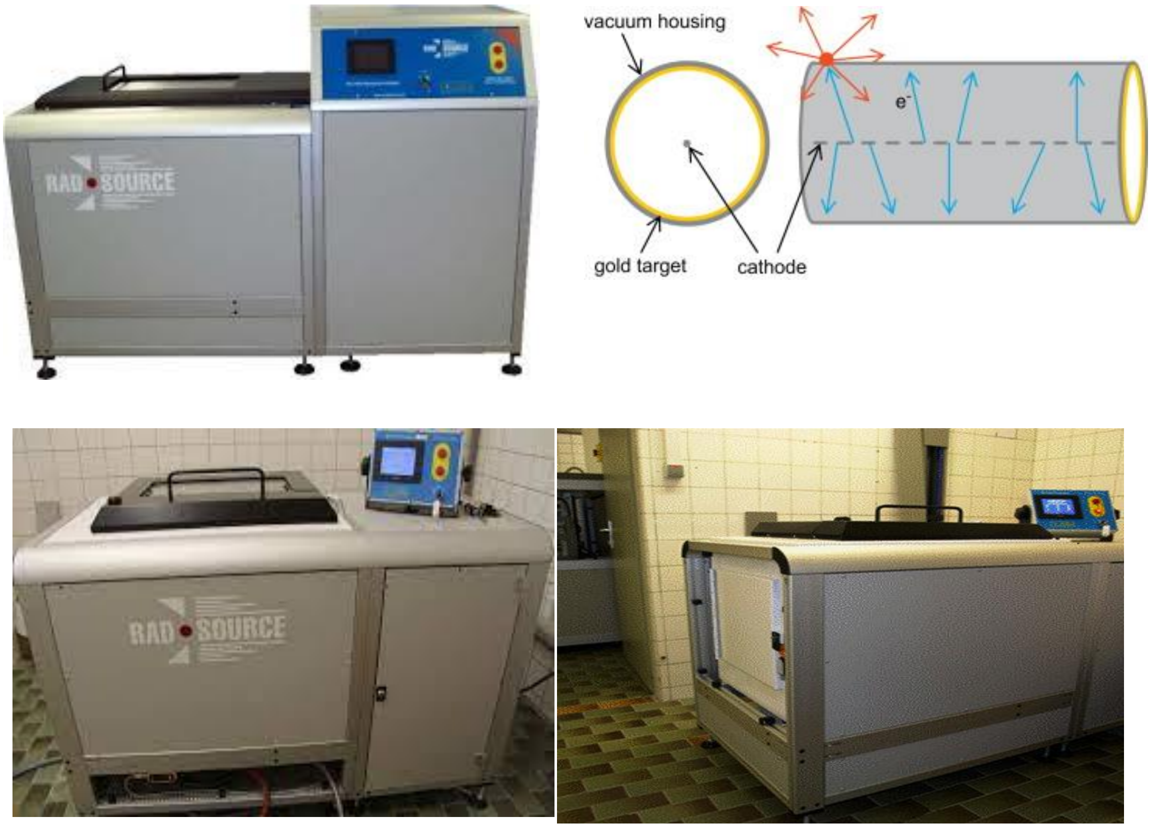
រូបភាព១ ឧទាហរណ៍មួយនៃសែនបំប្លែងដោយឥទ្ធិពលវិទ្យុសកម្ម



រូបភាព២ មុន(ឆ្វេង) និងក្រោយការបង្កាត់ពូជសែនបំប្លែង(ស្តាំ)

១.១ កាំរស្មី X (x-rays)

កាំរស្មី x ត្រូវបានគេដឹងថាមានប្រភពពីអេឡិចត្រុង មិនមែនបានមកពីថាមពលនុយក្លេអ៊ែរទេ។ ដូចកាំរស្មី ហ្គាម៉ា(Gamma-rays) និង អ៊ុលត្រាវីយ៉ូឡេ (UV) ដែរ, កាំរស្មី x គឺជាកាំរស្មីអេឡិចត្រូម៉ាញ៉េទិច ដែលបំភាយជាចំនួនការខុសគ្នារវាងកាំរស្មី (UV) និងកាំរស្មី x គឺអាស្រ័យលើប្រវែងរលក (Wave length) 0,001-10nm គឺសម្រាប់កាំរស្មីហ្គាម៉ា និងកាំរស្មី x ប្រៀបធៀបទៅនឹង 2000-3000nm សម្រាប់ UV ។ នៅក្នុងម៉ាស៊ីនកាំរស្មី x , អេឡិចត្រុង ត្រូវបង្កើតឡើងដោយចរន្តអគ្គិសនីនៅក្នុងកម្រិតបឹតខ្លាំង ហើយបន្ទាប់មកត្រូវបានបញ្ចប់យ៉ាងរហ័សដោយបាញ់ទៅរកទិសដៅ។

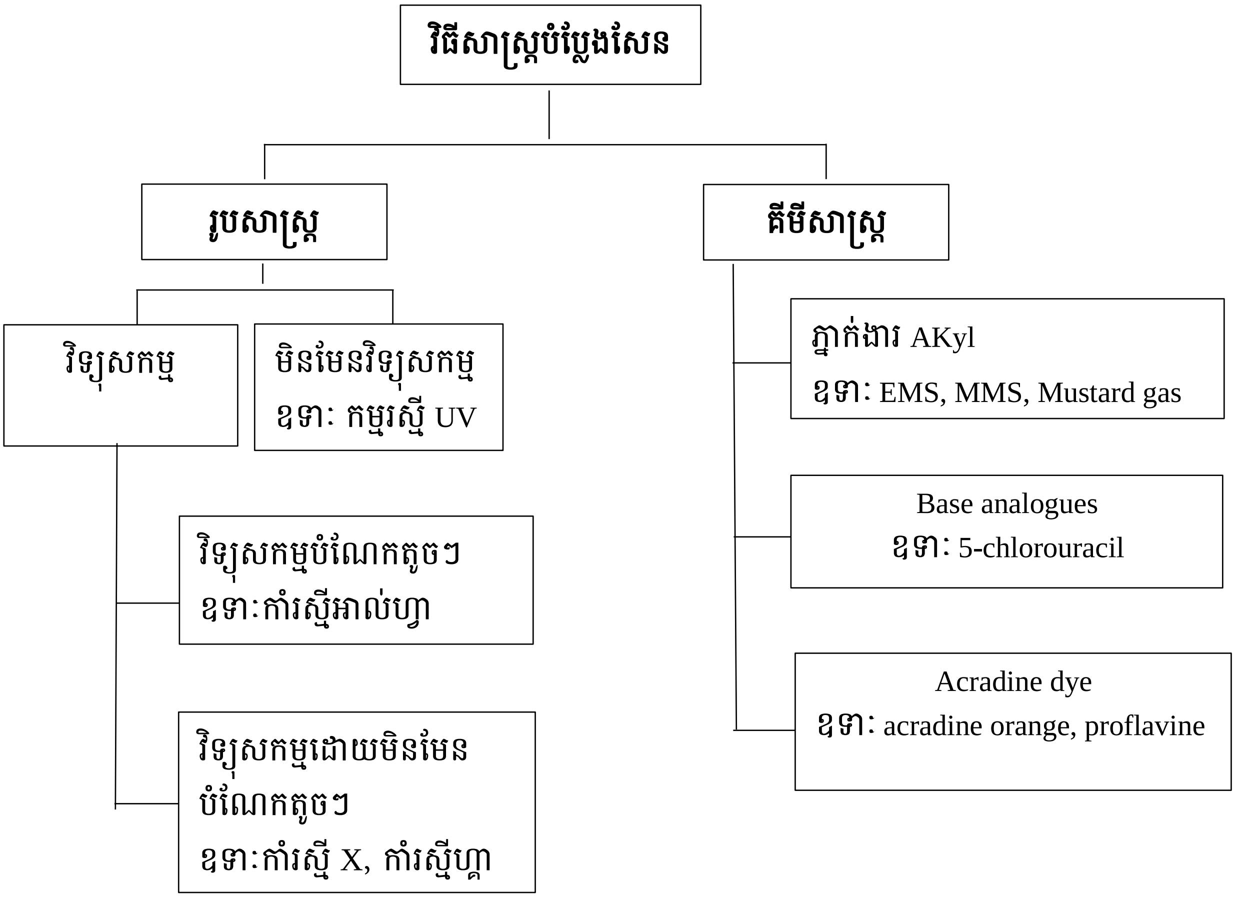


រូបភាព២៣ ឧបករណ៍បញ្ចេញកាំរស្មី x ប្រភេទ RS-2400 ផលិតដោយ RAD Source Technologies, Inc, USA)

សម្រាប់ការបង្កើតពូជដំណាំបំប្លែងសែន ជាទូទៅគេប្រើប្រាស់កាំរស្មី x ខ្លាំង(រលកកាំរស្មីខ្លី) ពីព្រោះវាអាចជ្រៀតចូលទៅក្នុងកោសិការុក្ខជាតិបានជ្រៅជាងកាំរស្មី X ខ្សោយ(រលកកាំរស្មីវែង)។ រលកកាំរស្មីខ្លីបំផុតដែលបំភាយ ចេញគឺទាក់ទងទៅនឹងកម្លាំងថាមពលវ៉ុល (KVp) នៅក្នុងបំពង់កាំរស្មី X ។ កាលណាកម្លាំងថាមពលវ៉ុល(KVp)កាន់ តែខ្ពស់បណ្តាលទៅជារលកកាំរស្មីកាន់តែខ្លី (Mehta and Parker,2011)។

១.២ កាំរស្មីហ្គាម៉ា (Gamma-rays)

ជាទូទៅកាំរស្មីហ្គាម៉ាត្រូវបានបំភាយដោយការរលាយនៃនុយក្លេអ៊ូលរបស់អាតូមដែលមិនមានស្ថេរភាព។ កាំរស្មីនេះមានរលកកាំរស្មីខ្លី ដូច្នេះវាមានថាមពលខ្លាំងជាងកាំរស្មី X ។ កាំរស្មីម៉ូណូហ្គាម៉ាជាទូទៅគេបានតាមរយៈការប្រើប្រាស់វិទ្យុសកម្មអ៊ីសូតូប ដែលផ្ទុយពីកាំរស្មី X ។ឧបករណ៍បង្កើតកាំរស្មីហ្គាម៉ា គឺវាស្រដៀងគ្នាទៅនឹងឧបករណ៍កាំរស្មី X ហើយគេប្រើកាំរស្មីហ្គាម៉ានេះដើម្បីបញ្ចេញកាំរស្មីលើសំណាកពីកម្រិតមធ្យមទៅខ្លាំង។ ភាគច្រើនគេប្រើកាំរស្មីហ្គាម៉ាក្នុងការបង្កើតពូជដំណាំបំប្លែងសែន។ គិតត្រឹមឆ្នាំ 2004 គេឃើញមានឧបករណ៍កាំរស្មីហ្គាម៉ាប្រមាណ 200ប្រភេទ ត្រូវបានគេប្រើប្រាស់(IAEA,2004)។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយប្រភពវិទ្យុសកម្មហ្គាម៉ាមានគុណសម្បត្តិដាច់ដោយឡែកមួយសម្រាប់ប្រព្រឹត្តកម្មយូរអង្វែង ដែលតម្រូវអោយគេរៀបចំទុកដាក់ឧបករណ៍នៅកន្លែងត្រឹមត្រឹមត្រូវ(រូបភាព២ និង៣)។



រូបភាព៤ ភ្នាក់ងារបំប្លែងសែនទូទៅដែលត្រូវបានគេប្រើប្រាស់សម្រាប់បំប្លែងសែនរុក្ខជាតិ

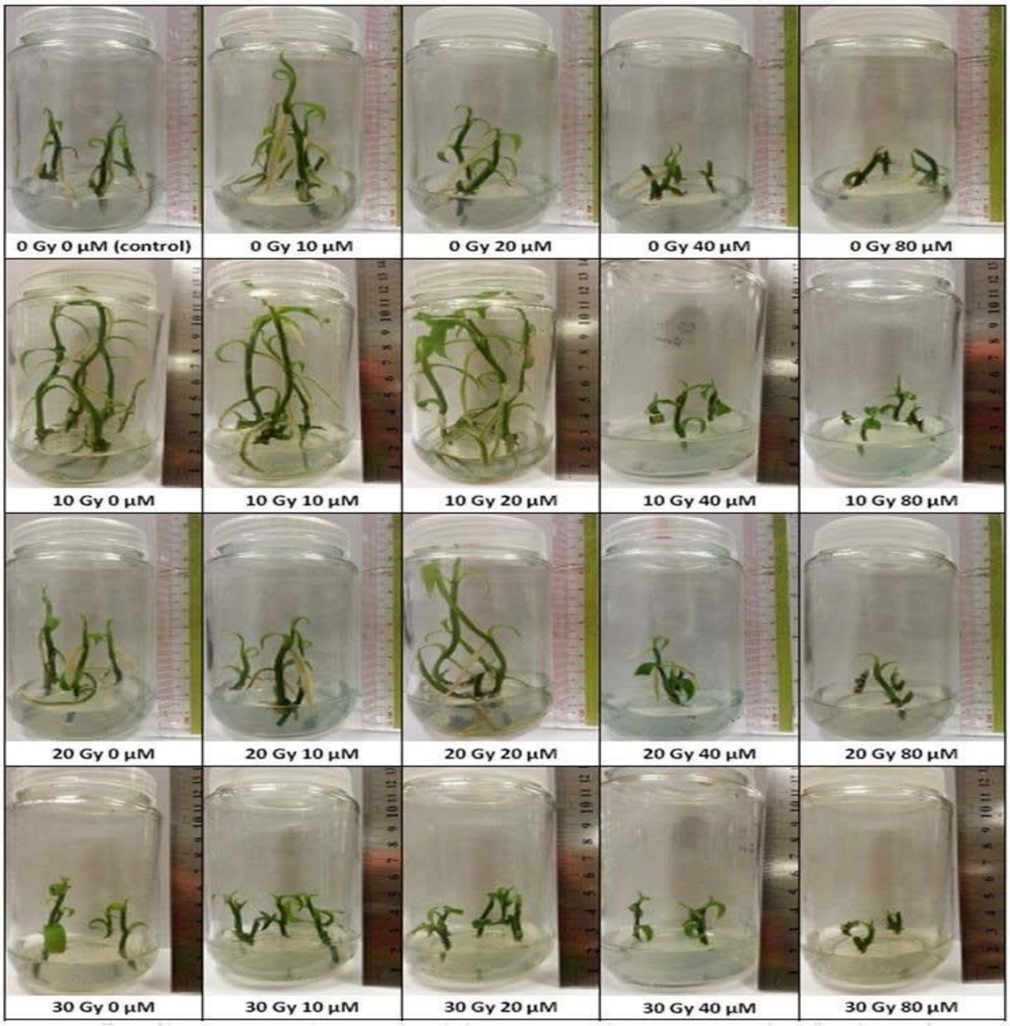
អ៊ីសូតូបកូបាល់-60(60Co) និងខេស្យូម 137(Cs) គឺជាប្រភពសំខាន់នៃកាំរស្មីហ្គាម៉ា។ ក្រៅពីវិទ្យុសកម្មអ៊ីសូតូបដែលកើតឡើងដោយធម្មជាតិ គេអាចបង្កើតកាំរស្មីហ្គាម៉ាដោយសប្បនិម្មិតដោយប្រើប្រាស់សីក្លូត្រុង (Cyclotron) (IAEA, 2004)។ ខេស្យូម -137 មានអាយុពាក់កណ្តាល (Half-life) 30-17ឆ្នាំ ហើយវាត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ក្នុងការងារជាច្រើនដោយសារតែវាមានអាយុពាក់កណ្តាលវែងជាងកូបាល់-60Co ដែលមាន

អាយុពាក់កណ្តាលតែ 5-26 ឆ្នាំប៉ុណ្ណោះ។ គេគួរកត់សម្គាល់ថា វិទ្យុសកម្មអ៊ីសូតូបទាំងពីរប្រភេទនេះគ្រប់ពេលប្រើប្រាស់ទាំងអស់ត្រូវមានរបាំងការពារដោយដាក់ធាតុទាំងនេះនៅក្នុងប្រអប់ដែលធ្វើពីសំណ ដើម្បីសុវត្ថិភាព និងសន្តិសុខ។ និយាមសុវត្ថិភាពអន្តរជាតិសម្រាប់ការពារទប់ទល់នឹងប្រភពវិទ្យុសកម្ម ឬសៀវភៅនិយាមមូលដ្ឋានគ្រឹះសុវត្ថិភាពដែលបោះពុម្ពដោយភ្នាក់ងារអាតូមិចអន្តរជាតិ (IAEA) នៅក្នុងឆ្នាំ ២០១៦ បានផ្តល់ព័ត៌មានស៊ីជម្រៅពីការប្រើប្រាស់ប្រភពកាំរស្មីហ្គាម៉ា។

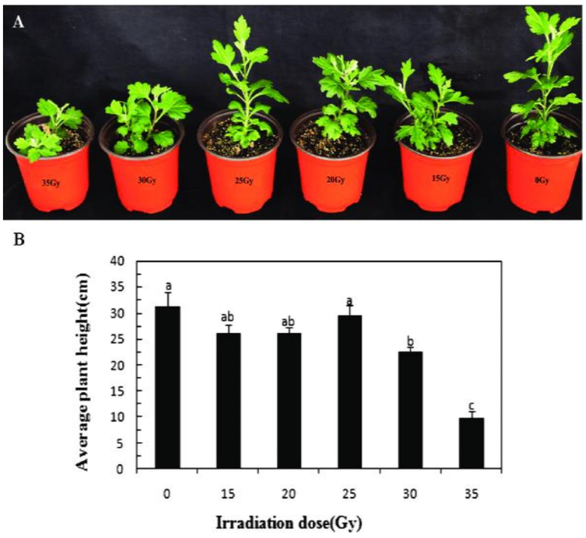
រូបភាព៥ ឧបករណ៍ និងការអនុវត្តប្រព្រឹត្តកម្មគ្រាប់ពូជដោយប្រើកាំរស្មីហ្គាម៉ា

រូបភាព៦ ការរៀបចំរុក្ខជាតិនៅក្នុងផ្ទះបៃតងដែលត្រូវបានធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មជាមួយ^{137} Cs

រូបភាព៧ ពូជកប្បាសបំប្លែងថ្មីដែលបានមកពីប្រព្រឹត្តកម្មជាមួយកាំរស្មីហ្គាម៉ានៅក្នុងប្រទេសបង់ក្លាដេស្ត



រូបភាព៨ ឥទ្ធិពលនៃកម្រិតកាំរស្មីហ្គាម៉ាផ្សេងគ្នាលើការលូតលាស់ជាលិកាវ៉ានីឡា

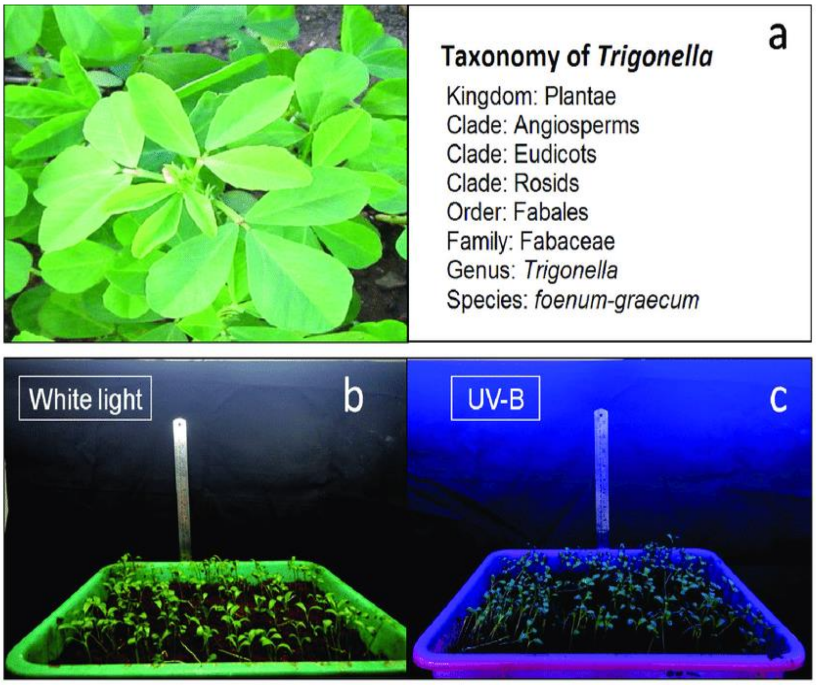


រូបភាព៩ ឥទ្ធិពលនៃកម្រិតកាំរស្មីហ្គាម៉ាផ្សេងគ្នាលើការលូតលាស់Chrysanthemum

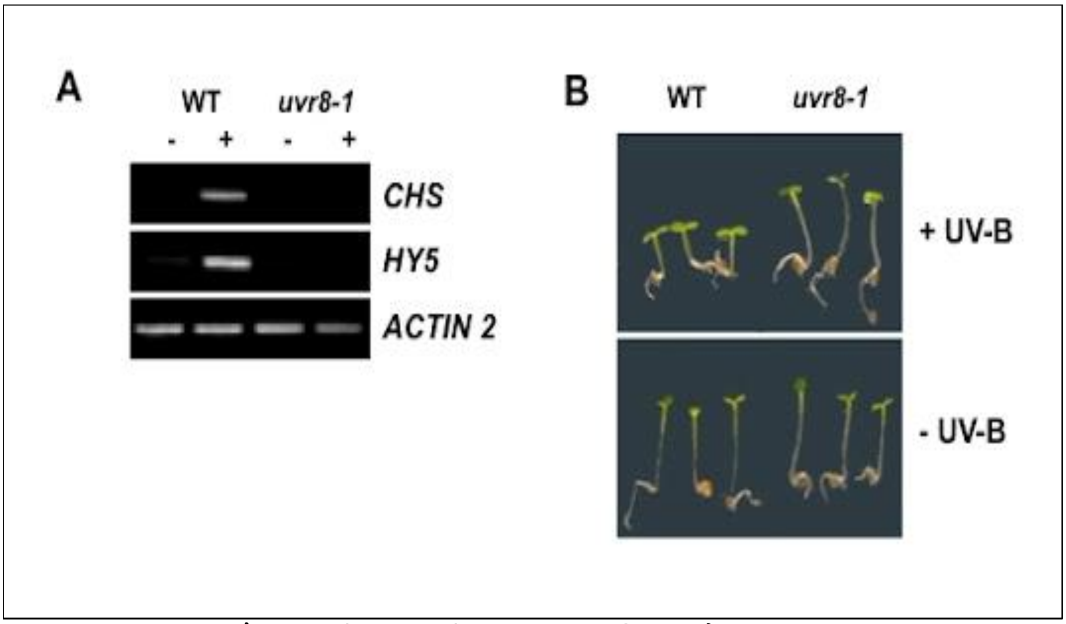
១.៣ កាំរស្មីអ៊ុលត្រាវីយូឡេ (Ultraviolet light)/UV

ពន្លឺអ៊ុលត្រាវីយូឡេ ឬហៅកាត់ថា UV គឺជាកាំរស្មីដែលមិនវិទ្យុសកម្មដែលជាទូទៅគេប្រវែងរលក (ឧទាហរណ៍ អំពូលម៉ែត ដែលប្រើប្រាស់កាំរស្មីប្រវែងរលក 2537nm) ប៉ុន្តែវាត្រូវបានដាក់បញ្ចូលនៅក្នុងការពិភាក្សានេះដោយសារវាជារឿយៗត្រូវបានប្រើដើម្បីបង្កើតរុក្ខជាតិបំប្លែងសែន ជាពិសេសលើគ្រាប់លំអងកោសិកា និង/ឬ ជាលិកាវប្បកម្ម។ កាំរស្មី UV ជាទូទៅត្រូវបានបែងចែកជាបីថ្នាក់គឺ UV-A, UV-B និងUV-C។ វិសាលគម(ស្រមោល)នៃតំបន់UV-C រួមមាន ប្រវែងរលកតូចជាង 280nm និង UV-B ប្រែប្រួលពី 280 ទៅ320nm និងUV-A ប្រែប្រួលពី 320-390nm។ កាំរស្មីUV មានកម្រិតនៅក្នុងការធ្វើឡើងតែចំពោះសម្ភារងាយប្រែប្រួល (Sensitive) ជារឿយៗប្រើចំពោះកោសិកាទោល ឬស្រទាប់កោសិកាទោលដូចជា ស្ព័រ ការបណ្តុះកោសិកា និងគ្រាប់លំអង។ ក៏ប៉ុន្តែការកើនឡើងនៃការប្រើប្រាស់ ការបណ្តុះជាលិកា និងកោសិកាសម្រាប់ការបង្កាត់ពូជរុក្ខជាតិ បំប្លែងសែន បាននាំទៅអោយ មានការកើនឡើងការប្រើប្រាស់កាំរស្មី UV ជាភ្នាក់ងារបំប្លែងសែន ជាពិសេសពេលដែលគេចង់បានពូជបំប្លែងសែនទោល។ ដើម្បីធ្វើការវាយតម្លៃបរិមាណនៃផលិតផលពិសោធន៍ វាចាំបាច់ប្រើប្រាស់ពន្លឺពណ៌តែមួយUV-C ពីព្រោះវា មានឥទ្ធិពលជីវសាស្ត្រលើរស្មីសំយោគ បំភាយ និងដំណកដង្ហើមនៅទីងងឹត(Castronuovo et al.,2014)។

ការស្រាវជ្រាវបឋមលើកាំរស្មីUV គឺផ្តោតលើការខូចខាត DNA ការជួសជុល DNA និងការបញ្ចាំងកាំរស្មី UV លើលំអង។ ការបញ្ចាំងកាំរស្មី UV លើលំអងបានបង្ហាញពីការធ្វើអោយដំណើរការឡើងវិញនូវធាតុដែលអាចចល័តហើយដូច្នេះវាបង្កើតបានជាសែនបំលែងជាប្រយោល ជាឧទាហរណ៍ ក្នុងដំណាំពោត (Jardim et al., 2015)។



រូបភាព១០ ឥទ្ធិពលនៃកាំរស្មី UV លើការលូតលាស់ដើមចន្ទលភ្នំ



រូបភាព១១ ឥទ្ធិពលនៃកាំរស្មី UV លើការលូតលាស់ពូជបំប្លែងArabidopsis uvr8-1

កាំរស្មី UV-B មានឥទ្ធិពលខ្លាំងលើស្រទាប់លើ ឬជិតស្រទាប់លើរបស់កោសិការុក្ខជាតិដែលរួមមាន កោសិកាផ្លាស្ទីត (Plastid) (ដែលភាគច្រើនភ្នាសរបស់ធីឡាខត/thylakoid) ហើយដូចច្នេះមានផលប៉ះពាល់លើរស្មីសំយោគ (Kovacs and Kevesztes, 2002) ។

១.៤ បំណែកអាល់ហ្វា (Alpha particles)

បំណែកអាល់ហ្វា គឺមានស្មើគ្នាជាទម្រង់ទៅនឹងនុយក្លេអ៊ូលរបស់អាតូមហេលីដ្យូម ហើយវាបំភាយចេញពីវិទ្យុសកម្មអ៊ីសូតូប ជាមួយចំនួនអាតូមដែលច្រើនជាង 82 ដូចជារ៉ាដ្យូម (Radium) និងផ្លូតូញ៉ូញ៉ូម (Plutonium) (L’Annunziata, 2016) ។ ធាតុទាំងនេះត្រូវបានគេចាត់ទុកថាមានគ្រោះថ្នាក់ខ្លាំងដល់សុខភាពពេលដែលលេបចូល ឬដកដង្ហើមចូល ប៉ុន្តែពួកវាមានថាមពលជ្រៀតចូលកោសិកាក្នុងកម្រិតរាក់ៗ ឧទាហរណ៍តាមរយៈស្រទាប់ខាងក្រៅរបស់ស្បែកដែលនាំធាតុទាំងនេះមិនមានប្រសិទ្ធិភាពខ្លាំងក្នុងការបំប្លែងសែនរុក្ខជាតិទេ (Van Harten, 1998)។

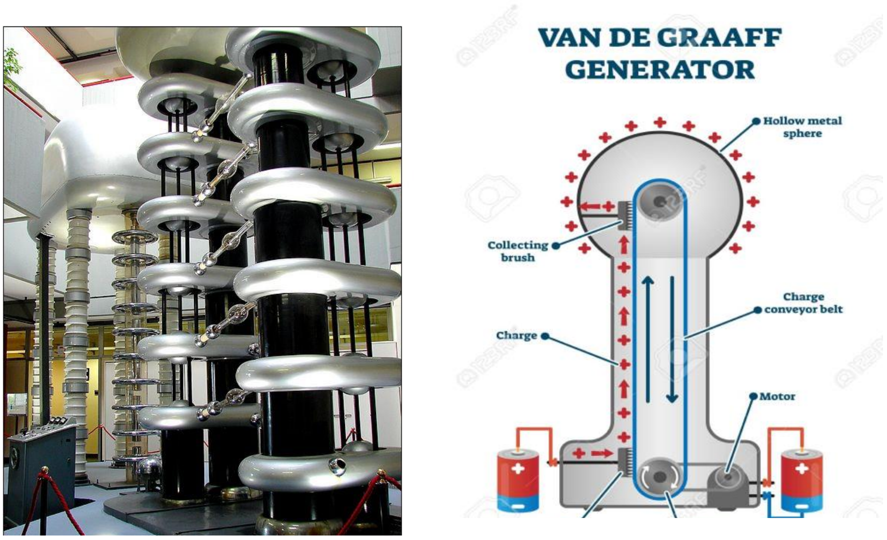
១.៥ បំណែកបេតា (Beta particles)

បំណែកបេតា បំភាយចេញពីនុយក្លេអូលរបស់អាតូមមួយ ក្នុងកំឡុងពេលនៃការក្តៅរលាយវិទ្យុសកម្ម (L’Annuziata, 2016) ហើយវាមានប្រសិទ្ធិភាពក្នុងការជម្រុញការបំប្លែងសែន។ បំណែកបេតាដូចជា ^{3}H ,^{32}P និង ^{35}S ផលិតក្នុងកោសិកាគោលដៅមានឥទ្ធិពលស្រដៀងគ្នានឹងកាំរស្មី X ឬហ្គាម៉ាដែរ បើទោះបីជាការជ្រៀតចូលរបស់វាមានកម្រិតទាបជាងកាំរស្មី X និងហ្គាម៉ាក៏ដោយ។ ក៏ប៉ុន្តែការលំបាកនេះគេអាចដោះស្រាយបានដោយដាក់ វិទ្យុសកម្មអ៊ីសូតូប នៅក្នុងសូលុយស្យុងដែលដាក់ផ្ទាល់ជាមួយជាលិកា

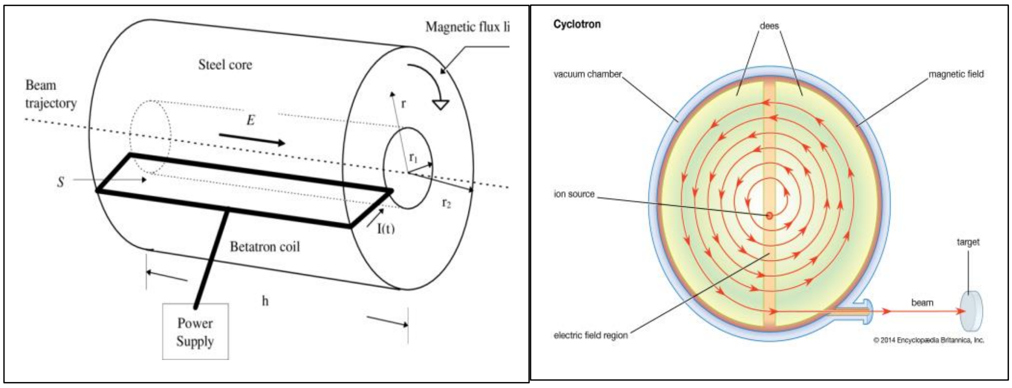
រុក្ខជាតិ។ ដូច្នេះ ^{32}P ឬ ^{35}S ប្រហែលជាអាចជ្រៀបចូលទៅក្នុងនុយក្លេអូលរបស់កោសិកាហើយអាជម្រុញការបំប្លែងសែនដូចដែលបានសង្កេតនៅក្នុងកោសិកាស្រូវ និងកប្បាស (Mba et al., 2012)។ ដោយសារតែមានបំរែបំរួលពីកោសិកាមួយទៅកោសិកាមួយ និងពីជាលិកាទៅជាលិកា ដូច្នេះវាមានការពិបាកក្នុងការកំណត់កម្រិតដូស (Dose) បំណែកបេតាអោយបានពិតប្រាកដ។ ដូច្នេះការប្រើប្រាស់បំណែកបេតាក្នុងការបង្កាត់ពូជបំប្លែងសែននៅមានកម្រិតនៅឡើយ។ ឧទាហរណ៍នៃការជោគជ័យក្នុងការជម្រុញការបំប្លែងសែន គឺគ្រាប់ស្រូវដោយការប្រើសូលុយស្យុង ^{32}P ដែលរាយការណ៍ដោយ Kharkwal et al., (2004) ។

១.៦ បំណែកចេញពីឧបករណ៍អគ្គីសនី (Particles from accelerator)

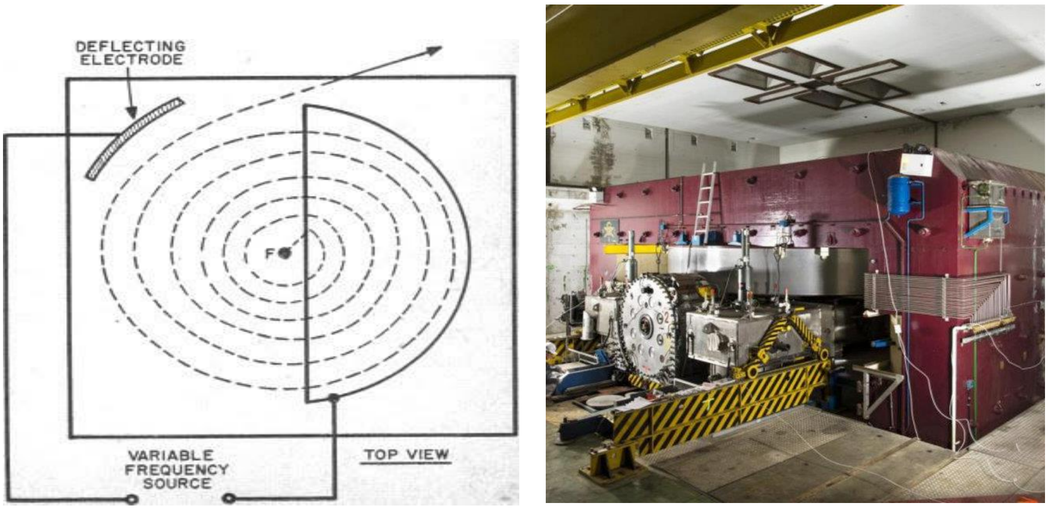
Amaldi, (2000) បានចុះបញ្ជីប្រមាណ 15000 ប្រភេទនៃឧបករណ៍អគ្គសនីដែលបញ្ចេញបំណែកតូចៗ នៅទូទាំងពិភពលោក ឧទាហរណ៍ ឧបករណ៍ Cockroft-walton and Van de Graff (រូបភាព១១), Betatron (រូបភាព១២, ឆ្វេង), cyclotrons (រូបភាព១២, ស្តាំ), Synchro-cyclotrons (រូបភាព១៣), Synchrotrons (រូបភាព ១៤) ។ល។ នៅក្នុងការអនុវត្តទូទៅ ឧបករណ៍ទាំងនេះត្រូវបានគេប្រើសម្រាប់ផលិត Protons, deuterons និង electrons។ ឧបករណ៍ជម្រុញបំណែកផលិតចរន្តថាមពលអ៊ីយ៉ុង និងអេឡិចត្រុងដែលអាចអោយគេប្រើប្រាស់ច្រើន គោលបំណងដែលរួមមានការធ្វើបំប្លែងសែនរុក្ខជាតិ។



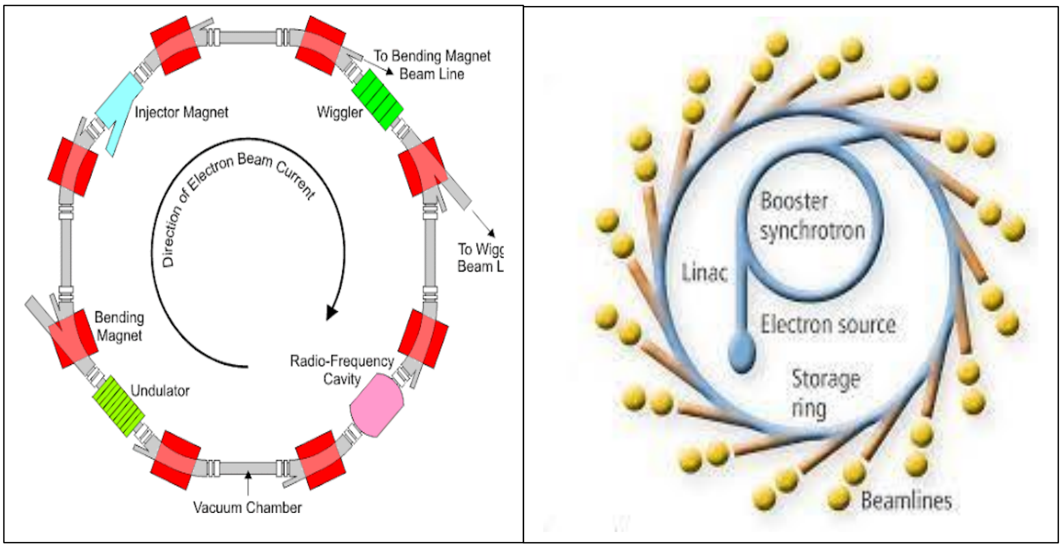
រូបភាព១២ ឧបករណ៍ Cockroft-walton (ឆ្វេង) និង Van de Graff (ស្តាំ)



រូបភាព១៣ ឧបករណ៍ Betatron (ឆ្វេង) និង cyclotrons (ស្តាំ)



រូបភាព១៤ ឧបករណ៍ Synchro-cyclotrons



រូបភាព១៥ Synchrotrons

១.៧ ណឺត្រុង(Neutrons)

យោងទៅតាម Byrne និង Pauli (1930) ដែលជាអ្នកផ្តល់យោបល់ដំបូងគេ ដើម្បីបង្កើតជាទ្រឹស្តីអោយកាន់តែប្រសើរមួយនៃទំនាក់ទំនងនៅក្នុងនុយក្លេអូល ក្រៅពីប្រូតង់ និងអេឡិចត្រុង វាគួរតែមានបំណែកណឺត ដែល ក្រោយមកគេហៅថា ណឺត្រុង(Neutrons)។ ណឺត្រុងមានស្ថេរភាពតែក្នុងនុយក្លេអូល ណឺត្រុងរលាយក្នុងរយៈពេល 15នាទីដែលបញ្ចេញថាមពលចល័តផ្សេងៗ។ **តារាង១**ខាងក្រោមបង្ហាញពីថាមពលផ្សេងៗគ្នាបញ្ចេញដោយណឺត្រុង។ កំដៅ (0.4-100eV) និងណឺត្រុងលឿន (2000v-10MeV) ដែលត្រូវបានគេប្រើប្រាស់បំផុតថ្មីៗនេះសម្រាប់បំប្លែងសែន រុក្ខជាតិ។

តារាង ១ ការបែកចែកណឺត្រុងថាមពលដែលបញ្ចេញ(L’Annunziata, 2016)

ប្រភេទណឺត្រុង	ថាមពលដែលបញ្ចេញ
ណឺត្រុងត្រជាក់	<0.003 eV
ណឺត្រុងកំដៅយឺត	0.003-0.4 eV
ណឺត្រុងកំដៅទាបយឺត	0.4-00 eV
ណឺត្រុងមធ្យម	100-200 KeV
ណឺត្រុងលឿន	200 KeV-10 KeV
ណឺត្រុងថាមពលខ្ពស់	>10 MeV

ធាតុវិទ្យុសកម្ម កាលីហ្វនីញ៉ូម -252(^{252}Cf) ថ្មីៗនេះត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ជាប្រភពថាមពលណឺត្រុងដែល កកើតឡើងដោយឯង (Karelin et al., 1997)។ ណឺត្រុងត្រូវបានគេបង្ហាញថាមានប្រសិទ្ធិភាពយ៉ាងខ្លាំងសម្រាប់ បំប្លែងសែនរុក្ខជាតិ។ ទោះបីជាដូច្នេះ ការប្រើប្រាស់ អនុវត្តន៍ជាក់ស្តែងមានកម្រិតនៅឡើយដោយសារតែកង្វះខាត មធ្យោបាយសុវត្ថិភាព។ ក៏ប៉ុន្តែកាលពីប៉ុន្មានទស្សវត្សកន្លងទៅនេះ យើងសង្កេតឃើញថា វិធីសាស្រនៃការប្រើប្រាស់ណឺត្រុងត្រូវបានគេកែលម្អយ៉ាងច្រើន ហើយត្រូវបានគេធ្វើអនុសាស្រ្តអោយប្រើប្រាស់ណឺត្រុងដើម្បីបំប្លែងសែនរុក្ខជាតិ ឧទាហរណ៍ក្នុងរបាយការណ៍ ស្តីពីការប្រើប្រាស់វិទ្យុសកម្មណឺត្រុងដើម្បីធ្វើប្រព្រឹត្តគ្រាប់ពូជ (IAEA, 1973) ។

១.៨ ការបញ្ចេញចរន្តអ៊ីយ៉ុង និងការបណ្តុះចរន្តអ៊ីយ៉ុង (Ion beam Irradiation and ion beam implantation)

ការបង្ហាញពីប្រសិទ្ធិភាពនៃការបញ្ចេញចរន្តអ៊ីយ៉ុងក្នុងការជម្រុញការបំប្លែងសែននៅក្នុងអ៊ំប្រីយ៉ុងថ្នាំជក់ ក្នុងកំឡុងពេលបង្កកំណើតដោយគ្មានធ្វើអោយប៉ះពាល់ដល់ជាលិកាផ្សេងទៀត បាននាំទៅរកអោយមានការប្រើប្រាស់បច្ចេកវិទ្យានេះយ៉ាងទូលំទូលាយ ឧទាហរណ៍ ក្នុងប្រទេសជប៉ុន (Abe et al., 2007)។

ការបណ្តុះចរន្តអ៊ីយ៉ុង (ion beam implantation) គឺជាវិធីសាស្រ្ត ដែលគេប្រើប្រាស់ភាគច្រើនក្នុងវិស័យឧស្សាហកម្ម ប៉ុន្តែគេក៏ប្រើប្រាស់បច្ចេកវិទ្យានេះក្នុងជាលិការុក្ខជាតិដែរ ហើយវាមានប្រសិទ្ធិភាពក្នុងការជម្រុញការ បំប្លែងសែន។ Feng and Yu បានរាយការណ៍ថានៅក្នុង Shu et al., (2012) ថាឥទ្ធិពលនៃការបណ្តុះចរន្តអ៊ីយ៉ុងនៅលើរុក្ខជាតិត្រូវបានគេបង្ហាញជាលើកដំបូងនៅចុងទស្សវត្សឆ្នាំ 80 ដោយ Ziegler and Manoyan (1988) ។ អ្នក និពន្ធទាំងពីរនាក់នេះបានពិពណ៌នាយ៉ាងច្រើនពីដំណើរការនៃការបណ្តុះចរន្តអ៊ីយ៉ុង និងឥទ្ធិពលរបស់វា។ គេបានបង្ហាញថា វិធីសាស្រ្តនេះមានគុណសម្បត្តិជាច្រើនដូចជា អត្រាខូចខាតមានកម្រិតទាប អត្រាបំប្លែងសែនខ្ពស់ និង អាចបំប្លែងសែនថ្មីៗ។ ពូជបំប្លែងសែនដំណាំស្រូវដែលផ្តល់ទិន្នផលខ្ពស់ ដោយធន់ទ្រាំទៅនឹងជំងឺ រយៈពេលលូតលាស់ខ្លី និងគ្រាប់គុណភាពល្អ ត្រូវបានគេបង្កើតឡើងតាមរយៈវិធីសាស្រ្តនេះ។ ជាងនេះទៅទៀតពូជបំប្លែងសែន កប្បាសថ្មីៗជាច្រើនស្រូវសាលី និងដំណាំដទៃទៀត ក៏គេបង្កាត់តាមវិធីសាស្រ្តនេះ(Zengquan et., 2003; Shu et al., 2012)។

១.៩ កាំរស្មីកូស្មិច(Cosmic irradiation)

កាំរស្មីកូស្មិចត្រូវបានរកឃើញដោយលោក Victor Hess នៅក្នុងឆ្នាំ 1911-1913 (L’Annunziata, 2016) ។ កាំរស្មីទាំងនេះគេហៅថា ដំណក់ទឹកភ្លៀងតូចៗដែលវាយប្រហារជាប្រចាំទៅលើបរិយាកាសដែលរួមមានចរន្តបំណែកអាតូមរង និងកាំរស្មីអេឡិចត្រូម៉ាញ៉េទិច ដែលបណ្តាលមកពីការប៉ះទង្គិចគ្នាផ្សេងៗដែលកើតមាននៅក្នុងបរិយាកាស (L’Annunziata, 2016) ។

កាំរស្មីកូស្មិចត្រូវបានគេស្រាវជ្រាវយ៉ាងទូលំទូលាយនៅក្នុងរុក្ខជីវវិទ្យា និងការបំប្លែងសែន។ ជាឧទាហរណ៍ នៅក្នុងដំណាំពោត, ការបំប្លែងសែននៅក្នុងកោសិកាលូតលាស់ដែលរួមមានស្លឹកស-លឿងឆ្នូត ដើមតឿ ការផ្លាស់ប្តូរស្រទាប់ស្លឹក ឬពណ៌សំណាប ត្រូវបានគេសង្កេតឃើញនៅក្នុងរុក្ខជាតិដែលដុះចេញពីគ្រាប់ដែលហើរទៅបរិយាកាស។ នៅក្នុងប្រទេសចិនពូជបំប្លែងសែនថ្មីជាច្រើន(ប្រហែល66ពូជ)នៅក្នុងដំណាំស្រូវ ស្រូវសាលី កប្បាស ល្ង ម្ទេស ប៉េងប៉ោះ និងសណ្តែកអាល់ហ្វាភា ត្រូវបានគេរំដោះជាពូជថ្មី ពូជគ្រាប់ ពូជដែលគេដាក់អោយហើរតាមខ្យល់ (Liu et al., 2009)។ ព្រឹត្តិការណ៍នេះបាននាំទៅរកការបង្កើតបច្ចេកទេស និងវិធីសាស្រ្តថ្មីក្នុងការបំប្លែងសែនតាមរយៈជម្រុញបរិស្ថានលំហអាកាសនៅក្នុងមន្ទីពិសោធន៍។

១.១០ កាំរស្មីឡាស៊ែ (Laser beam irradiation)

ក្នុងរយៈពេលប៉ុន្មានឆ្នាំថ្មីៗនេះ ក្រុមស្រាវជ្រាវជាច្រើនបានរុករកប្រសិទ្ធភាពនៃកាំរស្មីឡាស៊ែក្នុងការបង្កើតសែនបំលែង។ របបគំហើញដែលគួរអោយចាប់អារម្មណ៍ត្រូវបានគេបង្ហាញជាចម្បងទៅលើការផ្លាស់ប្តូរកោសិកា សារពាង្គកាយ និងជេណូម(Genomes) ដែលបណ្តាលពីកាំរស្មីឡាស៊ែ។ Rybianski (2000) បានបង្ហាញពីប្រសិទ្ធិភាពនៃកាំរស្មីឡាស៊ែ ហេលីដ្យ៉ូម-ណេអន(He-Ne)ដែលមានប្រវែងរលក (Wavelength) 63.8nm និងមានដង់ស៊ីតេកំលាំង 1mw/em2 នៅក្នុងការជម្រុញបំលែងជេណូទីបនៅក្នុងដំណាំស្រូវសាលី។ ពូជបំប្លែងសែនមួយចំនួនមានក្បេត្រលក្ខណៈល្អ ដូចជាទិន្នផលខ្ពស់ជាដើម។

ជំពូកទី ២ ជីវវិទ្យាវិទ្យុសកម្ម (Biological radiation)

២.១ ការស្រូបយកវិទ្យុសកម្ម

ដូចដែលបានបកស្រាយខាងលើ មានវិទ្យុសកម្មច្រើនប្រភេទ ប៉ុន្តែមានតែប្រភេទ 2 ប៉ុណ្ណោះដែលត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ជាទូទៅ គឺកាំរស្មីអេឡិចត្រូម៉ាញ៉េទិច និងកាំរស្មីវិទ្យុសកម្ម។ កាំរស្មីអេឡិចត្រូម៉ាញ៉េទិចត្រូវបានគេពិពណ៌នាថា ជារលកពន្លឺ(photon)។ ចំណែកឯ កាំរស្មីវិទ្យុសកម្ម គឺសំដៅទៅលើបំណែកតូចៗនៃវិទ្យុសកម្ម ដូចជា បំណែកអាល់ហ្វា និងបេតតា ប៉ុន្តែក៏រួមមានបញ្ចូលរលកអេឡិចត្រូ-ម៉ាញ៉េទិច ដូចជាកាំរស្មី X និងហ្គាម៉ា ដែលមានថាមពលគ្រប់គ្រាន់ដើម្បីផ្តាច់អេឡិចត្រុងពីអាតូម និងបង្កើតអ៊ីយ៉ុង ដូច្នេះឈ្មោះថា "កាំរស្មីវិទ្យុសកម្ម"។ ថាមពលដែលត្រូវបានស្រូបយកពីកាំរស្មីវិទ្យុសកម្មអាចធ្វើអោយមានការផ្លាស់ប្តូរកម្រិតម៉ូលេគុលនៅក្នុងរុក្ខជាតិ ជាឧទាហរណ៍ម៉ាក្រូម៉ូលេគុលដូចជា DNA ឬអង់ស៊ីម ឬសូម្បីតែម៉ូលេគុលដែលតូចជាដូចជា ATP និងសហ-អង់ស៊ីម (Co-Enzyme)(Harrison,2013)។ ឥទ្ធិពលនៃកាំរស្មីពាក់ពន្ធ័នឹងយន្តកម្មពីរ i) សកម្មភាពផ្ទាល់(រូបសាស្ត្រ) ដែលឆ្លុះបញ្ចាំងពីការខូចខាតម៉ូលេគុល និង ii) សកម្មភាពប្រយោល(គីមីសាស្ត្រ) ពីរ៉ាឌីកាល់ដែលបានមកពីម៉ូលេគុលទឹក (Lagoda et al., 2012)។ ដំណើរការបញ្ចេញកាំរស្មីពាក់ពន្ធ័ឥទ្ធិពលរូបសាស្ត្រ, រូបគីមីសាស្ត្រ គីមី និងជីវគីមីសាស្ត្រ និងជីវសាស្ត្រ។ ដូច្នេះកាំរស្មីវិទ្យុសកម្មអាចធ្វើអោយប៉ះពាល់ដល់ការលូតលាស់ និងអភិវឌ្ឍន៍រុក្ខជាតិ។ ភាពធ្ងន់ធ្ងររបស់រុក្ខជាតិដែលរងផលប៉ះពាល់ដោយកត្តាទាំងនេះ វាអាស្រ័យដោយកត្តាមួយចំនួនដូចជាប្រភេទរុក្ខជាតិ, ផេណូទីប, អាយុកាលរុក្ខជាតិ, លក្ខណៈរូបសាស្ត្រ និងសរីរៈក៏ដូចជាទំហំ និងទម្រង់ជេណូមរុក្ខជាតិផងដែរ (Lagoda, 2009)។

២.២ ឥទ្ធិពលគីមីសាស្ត្រនៃកាំរស្មីវិទ្យុសកម្ម: ការខូចខាត និងការជួសជុល DNA

ការបំប្លែងសែនដែលកកើតឡើងដោយភ្នាក់ងាររូបសាស្ត្រ គឺបណ្តាលមកពីផលប៉ះពាល់គីមីនៅក្នុងកោសិកាមានជីវិត។ ក្នុងដំណើរការការប្រើប្រាស់វិទ្យុសកម្ម អ៊ីយ៉ុងរ៉ាឌីកាល់វិជ្ជមាន និងអេឡិចត្រុងសេរីត្រូវបានបង្កើតឡើង។ ពេលដែលវាជ្រៀតចូលទៅក្នុងប្រពន្ធ័ជីវសាស្ត្រ អេឡិចត្រុងបានជាប់នៅក្នុងប៉ូលដែលរុំពន្ធ័ហើយបន្ទាប់មករ៉ាឌីកាល់អ៊ីយ៉ុងដែលមានប្រតិកម្ម និងមិនមានស្ថេរភាពអាចធ្វើប្រតិកម្មជាមួយម៉ូលេគុលផ្សេងទៀត ឬឆ្លងកាត់តាមរយៈការរៀបចំឡើងវិញ។ នៅក្នុងសូលុយស្យុងទឹក អេឡិចត្រុងសេរីអាចធ្វើញែកម៉ូលេគុលទឹកបានជាច្រើនហើយក្លាយជាអេឡិចត្រុងទឹក។ រ៉ាឌីកាល់សេរីដែលត្រូវបង្កើតឡើងនៅក្នុងសូលុយស្យុងនឹងតភ្ជាប់គ្នាទៅវិញទៅមក មុនឬក្រោយ ដើម្បីបង្កើតបានជាផលិតផលដែលមានស្ថេរភាព។ មាននិយមន័យជាច្រើនសម្រាប់ពាក្យថា "រ៉ាឌីកាល់សេរី" គឺជារ៉ាឌីកាល់ប្រតិកម្មណាមួយដែលមានសមត្ថភាពស្ថិតស្ថេរដោយឯករាជ្យដែលមានអេឡិចត្រុងខូចខាតមួយ ឬច្រើន។ ចំណុចមូល(dot) នៅខាងលើអក្សរត្រូវបានគេប្រើប្រាស់សម្រាប់សម្គាល់រ៉ាឌីកាល់សេរី ឧទាហរណ៍ $H^{\cdot}$ និង $O_2^{\cdot}$ ។ គេអាចបង្កើតរ៉ាឌីកាល់សេរីមួយតាមរយៈធ្វើអោយបាត់បង់អេឡិចត្រុងមួយពីម៉ូលេគុលមួយដែលបន្សល់ទុកនូវអេឡិចត្រុង

ខូចខាតមួយ និងមានបន្ទុក (+)

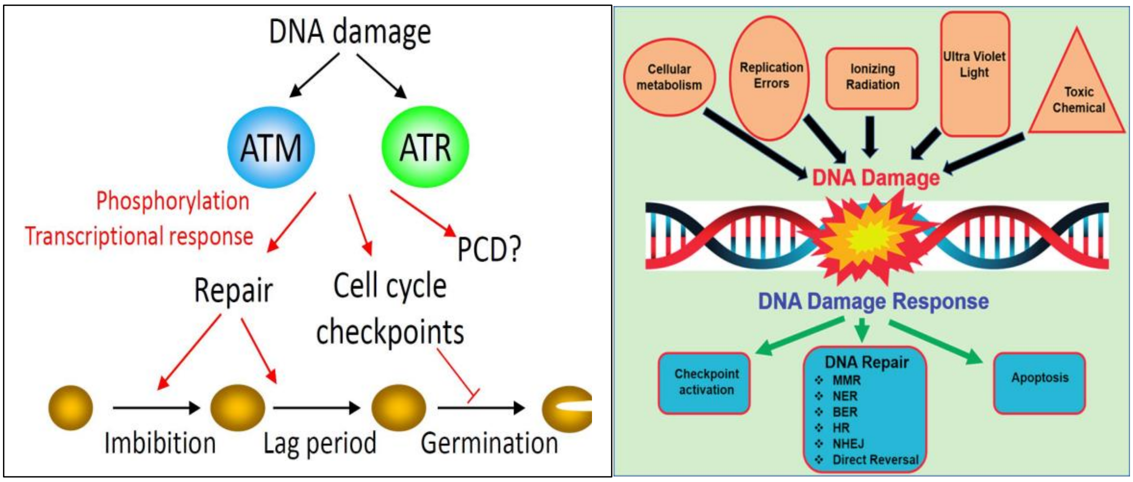
- $X - e^{-} \longrightarrow X^{\cdot +}$ (រ៉ាឌីកាល់កាចុង)

ឬ ដោយបន្ថែមអេឡិចត្រុងមួយ

- $Y + e^{-} \longrightarrow Y^{\cdot +}$ (រ៉ាឌីកាល់អាញ៉ុង)

គេអាចបង្កើតរ៉ាឌីកាល់បានប្រសិនបើ ចំណងកូវ៉ាឡង់(covalent bond) ត្រូវបានបាក់បែកដោយបន្សល់ទុកអេឡិចត្រុងពីចំណងកូវ៉ាឡង់នៅអាតូមនីមួយៗដែលជាដំណើរការមួយហៅថា "ផ្តាច់ម៉ូលេគុល" (Halliwell and Gutteridge, 2015)។ ប្រសិនបើម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែនមានវត្តមាន វាមានប្រតិកម្មយ៉ាងងាយជាមួយនឹងការបញ្ចេញកាំរស្មីដែលបញ្ចេញរ៉ាឌីកាល់សេរីបង្កើតជារ៉ាឌីកាល់ប៉េរ៉ូស៊ី(Peroxy-radicals)។ នៅក្នុងស្ថានភាពរឹងចលនាម៉ូលេគុលគឺមានកម្រិត រ៉ាឌីកាល់បង្កើតដោយកាំរស្មីគឺមានស្ថេរភាព។ នៅក្នុងករណីនេះ គឺគ្រាប់ពូជរុក្ខជាតិដែលមានបរិមាណទឹកតិច។ បរិមាណទឹកកាន់តែខ្ពស់ នៅក្នុងគ្រាប់ពូជគោលដៅសម្រាប់ប្រព្រឹត្តិកម្មវិទ្យុសកម្ម ស្ថានភាពខូចខាតកាន់តែខ្លាំង។

រូបភាព១៦ ការខូចខាតDNA



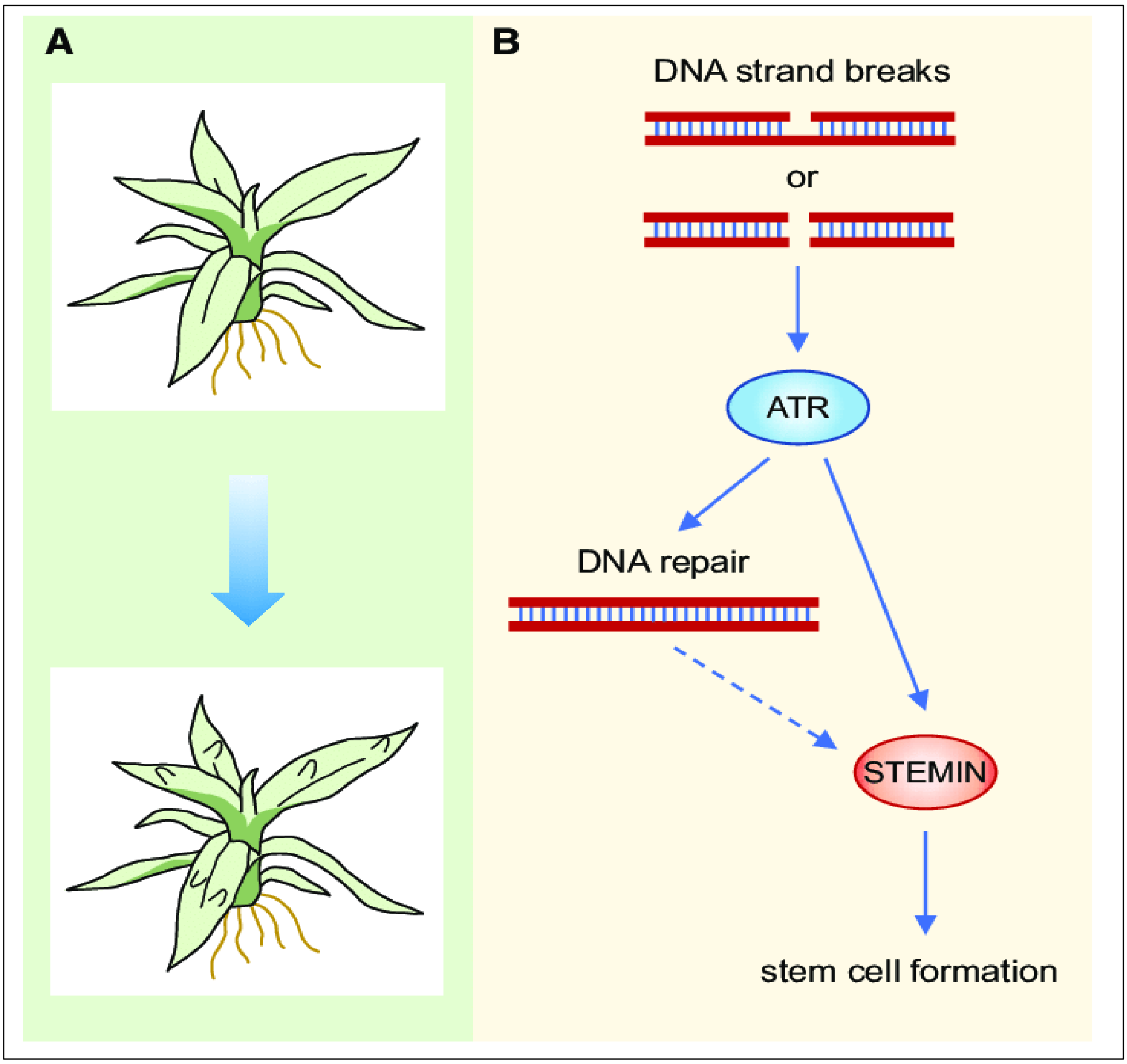
រូបភាព១៧ ការខូចខាត និងការជួសជុលDNA

២.៣ ឥទ្ធិពលគ្រោះថ្នាក់ដោយសារវិទ្យុសកម្មៈ ការខូចខាត DNA និងការជួសជុល

សកម្មភាពគ្រោះថ្នាក់ ដែលបង្កឡើងដោយកាំរស្មីវិទ្យុសកម្មទៅលើកោសិកាជារឿយៗត្រូវបានគេវាស់វែងជាការបាត់បង់ការបែងចែកកោសិកា ឧទាហរណ៍សកម្មភាពធ្វើមីតូស។

ភស្តុតាងដោយប្រយោលបានបង្ហាញថា នេះជាលទ្ធផលនៃក្រូម៉ូសូមខុសប្រក្រតី។ លោក Muller ហើយបន្ទាប់មកលោក Staedler នៅក្នុងទស្សវត្សឆ្នាំ ១៩២០ គឺជាអ្នកដំបូងគេបានបង្ហាញថា ការប្រើប្រាស់ភ្នាក់ងារបំប្លែងសែនដូចជា កាំរស្មី X-ray ទៅលើកោសិកាមានជីវិតអាចបណ្តាលទៅជាការបំលែងផេណូទីប(លក្ខណៈរូបរាង)។ ការសង្កេតទាំងនេះ គឺជាប់ពាក់ពន្ធ័យ៉ាងលឿនជាមួយ DNA ដែលត្រូវបានគេពិពណ៌នានៅក្នុងទស្សវត្សឆ្នាំ ១៩៥០ ដែលជាលទ្ធផលបណ្តាលមកពីការខូចខាត DNA។ ភាពខុសប្រក្រតីរបស់ក្រូម៉ូសូម បន្ទាប់មកត្រូវបានសង្កេតឃើញភ្លាមនៅក្នុងកោសិកាដែលកំពុងបំលែងនៅដំណាក់កាល Anaphase ឬមីក្រូនុយក្លេ ប៉ុន្តែកោសិកាដែលមិនបែងចែកក៏ងាប់ដែរ បន្ទាប់ពីត្រូវកាំរស្មីវិទ្យុសកម្មក្នុងលក្ខណ្ឌនេះគេហៅថា "ងាប់ក្នុងដំណាក់កាល Interphase" បើទោះបីជាទូទៅវាត្រូវការកំលាំងវិទ្យុសកម្មខ្លាំងជាងកោសិកាបន្តពូជ (ជាពិសេសក្នុងដំណាក់កាលមីយ៉ូស)។ ការខូចខាត DNA អាចអោយគេចែកចេញជាបីប្រភេទនៃការខូចខាតៈ នុយក្លេអូទីតមិនអាចបំពេញគ្នា(Mismatch base), ការដាច់ចេញច្រវ៉ាក់ឡើងទ្វេ (Double-strand breaks) និងនុយក្លេអូទីតដែលបំលែងដោយសារធាតុគីមី(Chemically modified bases)។

ពេលដែលឥទ្ធិពលកាំរស្មីហ្គាម៉ា (gamma-rays) ជាឧទារណ៍បើប្រៀបធៀបជាមួយនឹងណឺត្រុងដែលមានល្បឿនលឿន យើងសង្កេតឃើញថា ការប្រើប្រាស់កាំរស្មីហ្គាម៉ាមានឥទ្ធិពលជីវសាស្រ្តខ្លាំងជាងណឺត្រុង គេអាចហៅថាប្រសិទ្ធិភាពជីវសាស្រ្ត Relative Biological Effectiveness (RBE) ការស្រាវជ្រាវជាច្រើនបានបង្ហាញថា RBE គឺមានតួនាទីផ្ទេរថាមពលជាជួរ Linear energy transfer(LET)។ LET នេះត្រូវបានគេទទួលស្គាល់ថា រាល់សារពាង្គកាយទាំងអស់ដែលតែងរស់រានឡើងវិញ បន្ទាប់ពីត្រូវកាំរស្មីវិទ្យុសកម្ម និងមានការខូចខាត DNA, ក៏មានសកម្មភាពគីមីដែលបានរក្សាទុកដែលធានារ៉ាប់រងក្នុងការស្តារឡើងវិញនូវ DNA ទៅរកស្ថានភាពមិនខូចខាតដែលគេហៅថាការជួសជុល DNA(DNA repair) (Croteau and Bohr, 2013)។ ការសិក្សាពីការជួសជុល DNA ជារឿយៗគេផ្តោតទៅលើ ការខូចខាតទម្រង់គីមី ប៉ុន្តែយន្តកម្មជួសជុល DNA សម្រាប់ថ្នាក់ពីរផ្សេងទៀតនៃការខូចខាត DNA គឺមានសារៈសំខាន់បំផុតសម្រាប់អ្នកសេណេទិចរុក្ខជាតិ។



រូបភាព១៨ ការខូចខាតបណ្តាលទៅជាបង្កើតកោសិកាមេឡើងវិញនៅក្នុងរុក្ខជាតិMoss។

(A)ការបង្កើត chloronema នៅផ្នែកលើស្លឹករបស់moss *Physcomitrella patens*។

(B) រូបភាពបង្ហាញពីដំណើរការបង្កើតកម្មវិធីឡើងវិញដែលបណ្តាលមកពីការខូចខាតច្រវ៉ាក់DNA។

ជំពូកទី៣ ការត្រួតពិនិត្យបរិមាណវិទ្យុសកម្ម (Dosimetry)

ការងារត្រួតពិនិត្យបរិមាណកាំរស្មីវិទ្យុសកម្ម ទាក់ទងទៅនឹងវិធីសាស្ត្រកំណត់កម្រិតវិទ្យុសកម្មដែលស្រូបយក(ពីសម្ភារៈ ឬសារពាង្គកាយ)និង ការពិពណ៌នាពីលក្ខណៈរូបសាស្ត្ររបស់វា។ កម្រិតដូស (Dose) ដែលបានស្រូបគឺជាថាមពលដែលកក ឬជាប់នៅក្នុងមួយឯកតានៃរូបធាតុណាមួយដោយសារតែប្រតិកម្មនៃវិទ្យុសកម្មជាមួយនឹងរូបធាតុ។

៣.១ ការដាក់អោយប៉ះវិទ្យុសកម្ម និងការកំណត់កម្រិតវិទ្យុសកម្ម (Exposure and dose determination)

នៅក្នុងការអនុវត្តជាច្រើន កម្រិតវិទ្យុសកម្មមិនត្រូវការគេវាស់ដោយផ្ទាល់ទេ ប៉ុន្តែគេគណនាពីចំនួនអ៊ីយ៉ុងនៅក្នុងខ្យល់ដែលកើតចេញពីកាំរស្មីវិទ្យុសកម្ម។ ការវាស់វែងតាមបែបនោះគឺគេធ្វើឡើងតាមរយៈបំពង់វិទ្យុសកម្ម និងបរិមាណដែលត្រូវបានគណនាតាមវិធីសាស្ត្របែបនេះហៅថា ការដាក់អោយត្រូវវិទ្យុសកម្ម (exposure)។ ការដាក់អោយត្រូវវិទ្យុសកម្មនេះគេតាងដោយអក្សរ “X” ហើយត្រូវបានកំណត់ដោយគណៈកម្មការអន្តរជាតិស្តីពីឯកតា និងការវាស់វែងវិទ្យុសកម្ម (International Commission on Radiation Units and Measurements/ ICRU) នៅឆ្នាំ១៩៩៨ ជាផលចែកចរន្តអគ្គិសនី (ΔQ) ដែលផលិតនៅក្នុងខ្យល់ស្ងួតជាមួយនឹងកាំរស្មី X ឬហ្គាម៉ា (Δm) ដែលមាននៅក្នុងខ្យល់។ ដូច្នេះគេបានសមីការៈ

$$X = \frac{\Delta Q}{\Delta m \text{ ខ្យល់}}$$

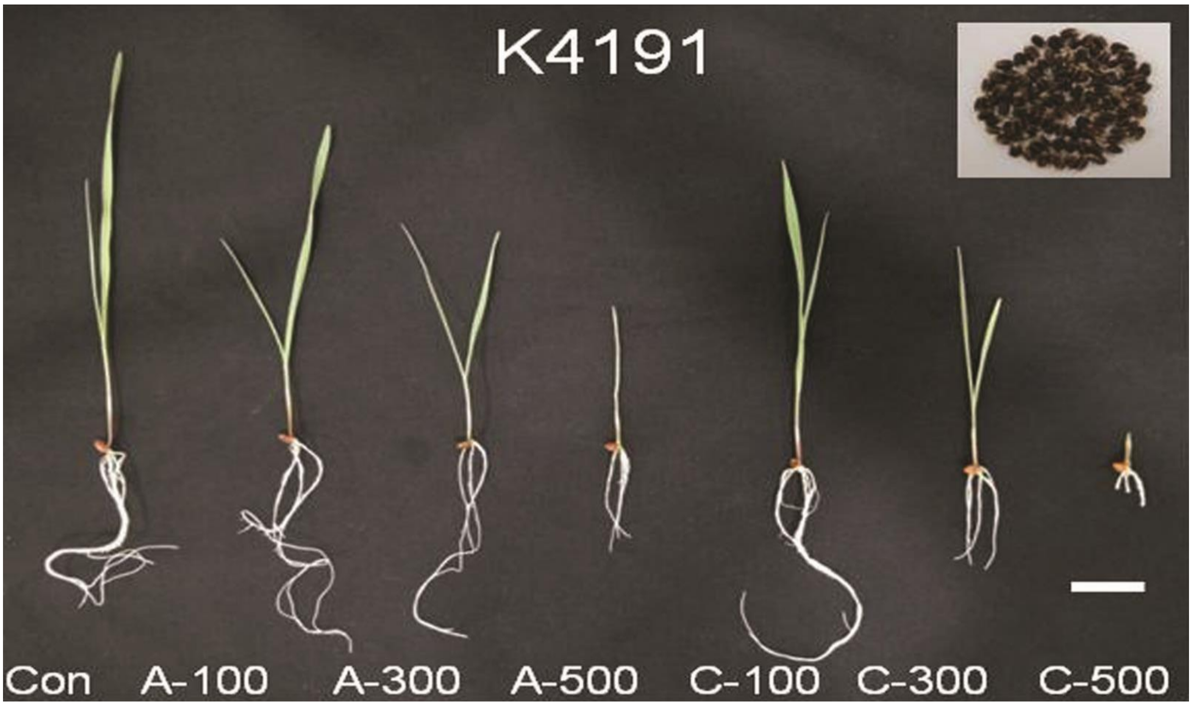
ឯកតាថាមពល(SI)គឺ C/kg។

រូបភាព១៩ ឧបករណ៍វាស់ស្ទង់វិទ្យុសកម្ម(Radiation survey meter)

៣.២ កម្រិតដែលស្រូបយកទិសដៅវិទ្យុសកម្ម(Absorbed dose in irradiated targets)

នៅក្នុងជីវវិទ្យា នៃបរិមាណវិទ្យុសកម្ម គេចង់ភ្ជាប់ទំនាក់ទំនងឥទ្ធិពលជីវសាស្ត្រទៅនឹងបរិមាណរូបសាស្ត្រ ដែលអាចវាស់វែងបានយ៉ាងងាយស្រួលដែលកំណត់ពីបរិមាណវិទ្យុសកម្មដែលធ្វើអោយមានផលប៉ះពាល់។ ជាទូទៅគេទទួលស្គាល់ថា កម្រិតវិទ្យុសកម្មដែលត្រូវបានស្រូបយក គឺឆ្លើយតបយ៉ាងល្អបំផុតចំពោះតម្រូវការនេះ។

ដូច្នេះជាទូទៅ និងសមរម្យដើម្បីពិពណ៌នាពីឥទ្ធិពលវិទ្យុសកម្មទៅលើវត្ថុដែលមានជីវិត គឺគិតជាទំនាក់ទំនងរវាងកម្រិត(dose) និងផលប៉ះពាល់ (Effect)។ កម្រិតស្រូបយក (Absorbed dose)ឬ និយាយយ៉ាងខ្លីកម្រិត (Dose) គេតាងដោយអក្សរ D ។ D សម្រាប់បញ្ចេញកាំរស្មីវិទ្យុសកម្មត្រូវបានកំណត់ជាបរិមាណថាមពលដែលស្រូបយកក្នុងមួយឯកតានៃសារធាតុមួយ។ បច្ចុប្បន្ននេះគេលែងប្រើប្រាស់ឯកតាថាមពល (SI) ជាកម្រិត Rad ទៀតហើយគឺគេប្រើប្រាស់ Gray(Gy) ដែល 1Gy=(J) ក្នុង 1 គីឡូក្រាម (1GY=J/kg) ហើយ 1Gy=100 rads។



រូបភាព២០ ឥទ្ធិពលកម្រិតផ្សេងគ្នានៃកាំរស្មីហ្គាម៉ាលើការលូតលាស់ដំណាំស្រូវ

រូបភាព២១ ឥទ្ធិពលកម្រិតផ្សេងគ្នានៃកាំរស្មីហ្គាម៉ាលើការលូតលាស់ដំណាំប៉េងប៉ោះ

៣.៣ ឧបករណ៍វាស់វិទ្យុសកម្ម

គោលបំណងសំខាន់នៅក្នុងកម្មវិធីបង្កាត់ពូជបំប្លែងសែន គឺត្រូវទទួលបាននូវប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់បំផុតនៃភ្នាក់ងារ បំប្លែងសែន ឧទាហរណ៍ចំនួនច្រើនបំផុតនៃសែនបំលែងដែលគេចង់បាន ហើយអាចរក្សាបាននូវការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ។ ដូច្នេះអ្នកបង្កាត់ពូជត្រូវតែវាយតម្លៃកម្រិត(dose)វិទ្យុសកម្មអោយបានត្រឹមត្រូវបំផុតពីព្រោះការខូចខាត(ឧទាហរណ៍ការខូចខាត DNA)អាចបង្កើតតម្លៃបន្ថែមទៀតទាក់ទងនឹងកម្លាំងពលកម្ម ពេលវេលា និងទំហំដីពិសោធន៍ និងចំនួនដងនៃការបង្កាត់ដែលត្រូវចាំបាច់ដើម្បីសម្អាតពូជបំប្លែងសែនដែលគេមិនចង់បាន។ ការគិតទាំងនេះនាំទៅរកគណនាបរិមាណវិទ្យុសកម្មយ៉ាងប្រុងប្រយត្ន័ មានន័យថា ការវាស់វែងបរិមាណភ្នាក់ងារបំប្លែងសែន(វិទ្យុសកម្ម)ព្រមទាំងបរិមាណវិទ្យុសកម្មដែលរុក្ខជាតិទទួល។ Brunner, 1995 បានស្នើឡើងពីជំហានមួយចំនួនដែលគេគួរតែពិចារណាទាំងកម្រិតភ្នាក់ងារបំប្លែងសែន និងកម្រិតដែលរុក្ខជាតិទទួលបាន។

រូបភាព២២ ឧបករណ៍វាស់បរិមាណវិទ្យុសកម្មដែលអាចកាន់ឬ យួរបាន

តារាង ២ ដំណាក់កាលពាក់ពន្ធ័នឹងកម្រិតវិទ្យុសកម្ម (Dose) សម្រាប់ប្រភេទដំណាំនៅក្នុងការធ្វើពិសោធន៍បង្កាត់ពូជបំប្លែងសែន

<table>
<tr><td>A. លក្ខណៈប្រភពវិទ្យុសកម្ម</td></tr>
<tr><td>- កម្រិតខ្ពស់ ឬទាបនៃវិទ្យុសកម្ម
- ការចែកចាយថាមពលវិទ្យុសកម្ម
- កម្រិតលាយឡំគ្នាជាមួយនឹងវិទ្យុសកម្មផ្សេងទៀត
- កម្រិតវិទ្យុសកម្ម, តម្រូវការនៃកម្រិតវិទ្យុសកម្មសុទ្ធ
- វិធីសាស្រ្តដើម្បីត្រួតពិនិត្យកម្រិតវិទ្យុសកម្ម និង/ឬ អត្រាកម្រិតៈ
i. រូបសាស្រ្ត ⟶ បំពង់បញ្ចេញវិទ្យុសកម្ម, ឧបករណ៍ចាប់កម្រិតតម្រូវការ
ii. គីមីសាស្រ្ត ⟶ ការកំណត់ទិន្នផលអ៊ីយ៉ត
iii. ជីវសាស្រ្ត ⟶ ការកំណត់សន្ទស្សន៍នៃការខូចខាតជាបឋម ឧទាហរណ៍កម្ពស់រុក្ខជាតិ, ប្រវែងអេពីកូទីលដែលប្រៀបធៀបជាមួយរុក្ខជាតិដែលមិនធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មវិទ្យុសកម្ម</td></tr>
<tr><td>B. ការកំណត់លក្ខណៈគោលដៅជីវសាស្រ្ត</td></tr>
<tr><td>គ្រាប់ពូជ   រុក្ខជាតិទាំងមូល
គ្រាប់លំអង   សរីរាង្គលូតលាស់
ហ្គាម៉េត និងស៊ីកូត   កោសិកា ឬជាលិកាបណ្តុះ
កត្តាជីវសាស្រ្ត, កត្តាបរិស្ថាន។ល។</td></tr>
<tr><td>C. ការទស្សទាយពីកម្រិតឥទ្ធិពល (Prediction of dose effects)</td></tr>
<tr><td>លក្ខណៈដែលអាចវាយតម្លៃភ្លាមៗនៃការខូចខាតបឋម ឧទាហរណ៍កម្ពស់កូនរុក្ខជាតិដែលមានស្លឹកទីមួយប្រវែងអេពីកូទីល។ល។ និងទំនាក់ទំនងទៅនឹង ប្រេកង់នៃការបំប្លែងសែននៅក្នុងជំនាន់ M_2 ឧទាហរណ៍ជាទូទៅចំពោះពូជបំប្លែងសែនដែលមានលក្ខណៈទាក់ទងទៅនឹងក្លរ៉ូហ្វីល(chlorophyll)។</td></tr>
</table>

ជំពូកទី៤ គោលបំណង និងប្រព្រឹត្តកម្ម(Objectives and Treatment)

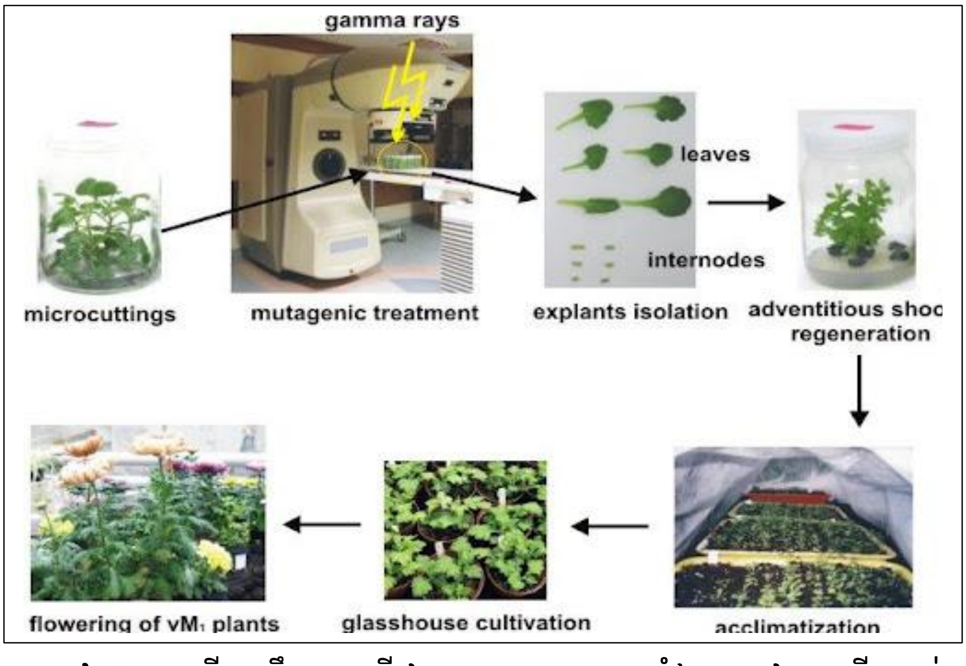
គេអាចប្រើប្រាស់ សរីរាង្គរុក្ខជាតិណាមួយក៏បានសម្រាប់បង្កើតការបំប្លែងសែនដោយវិធីសាស្ត្រមួយ ឬវិធីសាស្ត្រផ្សេងទៀត ប៉ុន្តែវិធីសាស្ត្រខ្លះវាងាយស្រួលជាងវិធីសាស្ត្រមួយទៀត។ ទន្ទឹមនឹងនេះវិធីសាស្ត្រអនុវត្តន៍ទូទៅទៅលើគ្រាប់ពូជ និងលំអងរុក្ខជាតិទាំងមូល មែក ឬស ដើម(ខ្នឹម) មើម ដើមមែក និងជាលិកាសរីរាង្គដែលបណ្តុះនៅក្នុង (អ៊ីន វីត្រូ) អាចអោយគេប្រើប្រាស់កាំរស្មីវិទ្យុសកម្មដើម្បីធ្វើការបំប្លែងសែន។

មានការខុសប្លែកគ្នាយ៉ាងខ្លាំងនូវកម្រិតកាំរស្មីដែលប្រើប្រាស់នៃប្រភេទរុក្ខជាតិផ្សេងៗគ្នា។ ការឆ្លើយតបរបស់កោសិការុក្ខជាតិមួយប្រភេទទៅនឹងវិទ្យុសកម្ម វាអាស្រ័យទៅនឹងលក្ខខណ្ឌសរីរៈនៅពេលធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មក៏ដូចជា លក្ខខណ្ឌមុននិង ក្រោយប្រព្រឹត្តកម្ម។ ការសម្រេចចិត្តរបស់អ្នកស្រាវជ្រាវ/អ្នកបង្កាត់ពូជទាក់ទងនឹងសរីរាង្គ ឬដំណាក់កាលរុក្ខជាតិដ៏សមរម្យបំផុតគឺ ទាមទារអោយមានការយល់ដឹងពីរុក្ខជាតិនោះអោយបានស៊ីជម្រៅ និងមានគោលបំណងនៃការធ្វើពិសោធន៍អោយបានច្បាស់ផងដែរ។

៤.១ សរីរាង្គរុក្ខជាតិសម្រាប់ប្រព្រឹត្តកម្ម (Target plant materials)

៤.១.១ រុក្ខជាតិទាំងមូល(Whole plant)

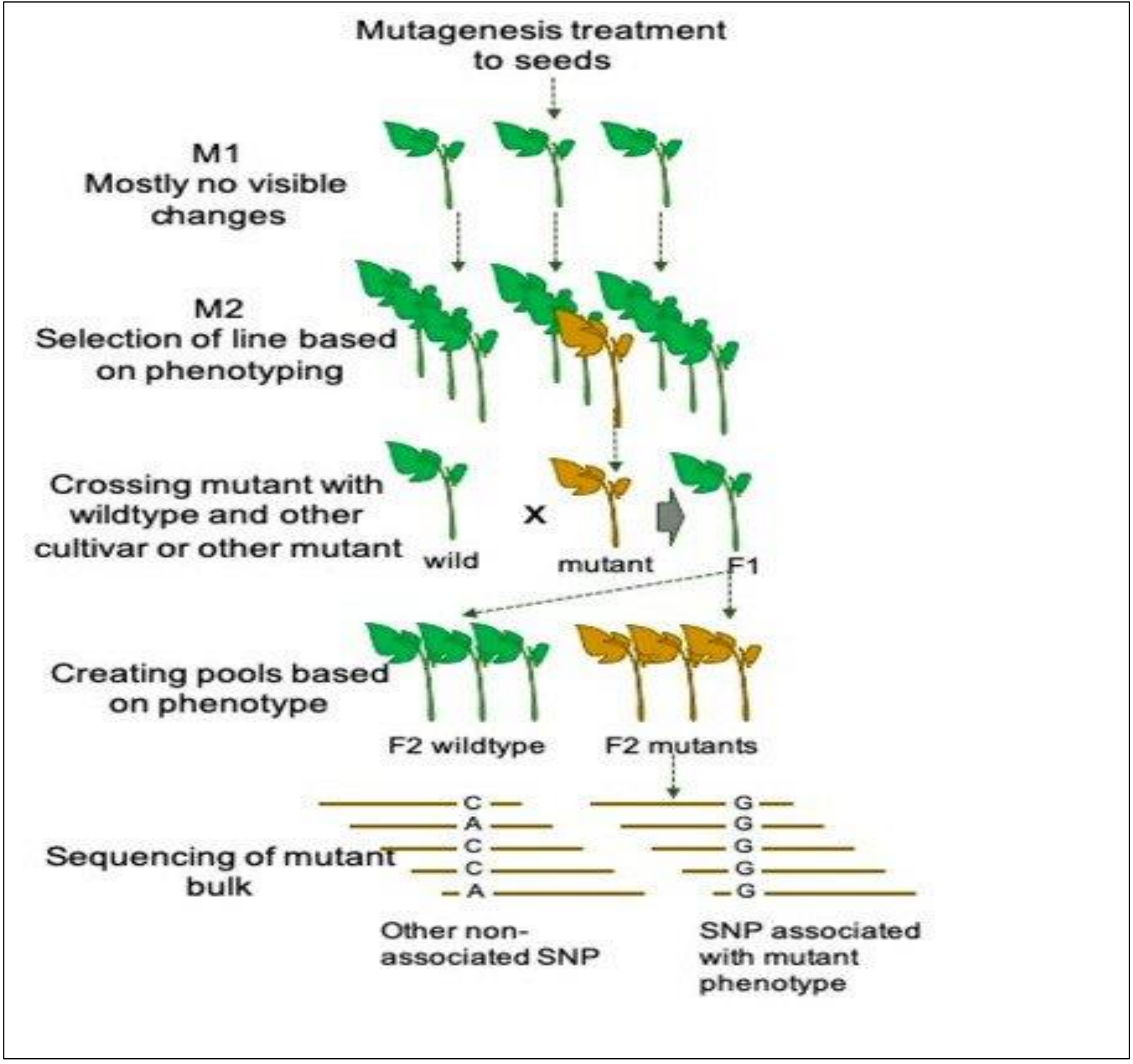
រុក្ខជាតិធំត្រូវបានគេបំប្លែងសែនតាមរយៈការប្រើប្រាស់កាំរស្មីហ្គាម៉ានៅក្នុងបន្ទប់ ឬនៅក្នុងផ្ទះបៃតង។ ចំណែកកូនរុក្ខជាតិតូចៗ គេអាចធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មដោយប្រើប្រាស់ឧបករណ៍កាំរស្មី X ឬហ្គាម៉ា នៅក្នុងបន្ទប់មានរនាំង ការពារ។ បច្ចុប្បន្នការប្រើប្រាស់កាំរស្មីហ្គាម៉ានៅក្នុងស្រែ ឬទីវាល មានការថយចុះយ៉ាងខ្លាំងដោយហេតុផលពាក់ពន្ធ័ បញ្ហាបរិស្ថាន និងការបារម្ភ និងសុខភាពមនុស្ស។



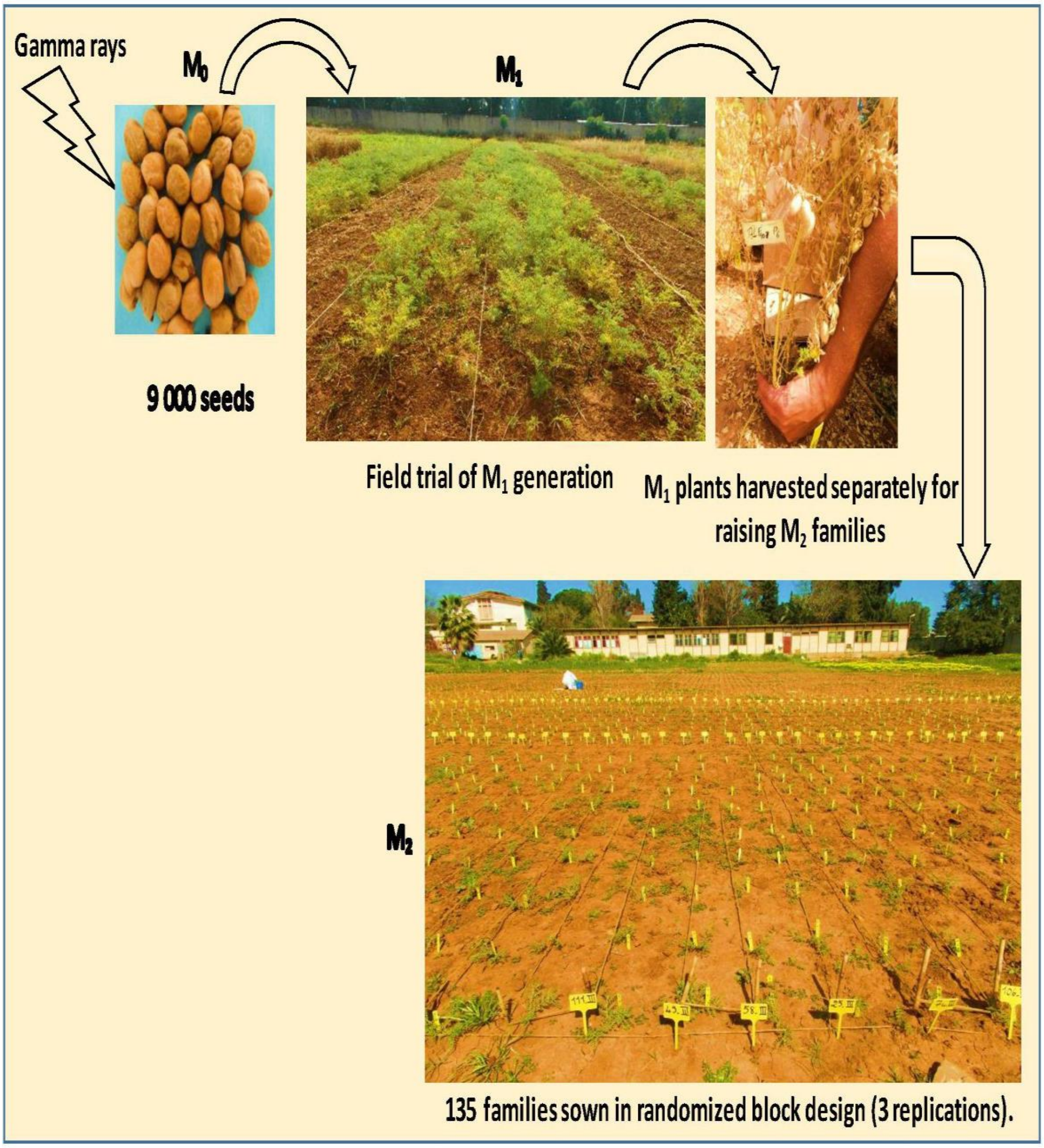
រូបភាព២៣ ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មលើផ្កាChrysanthemumទាំងមូលដោយប្រើប្រាស់កាំរស្មីហ្គាម៉ា

៤.១.២ គ្រាប់ពូជ(Seed)

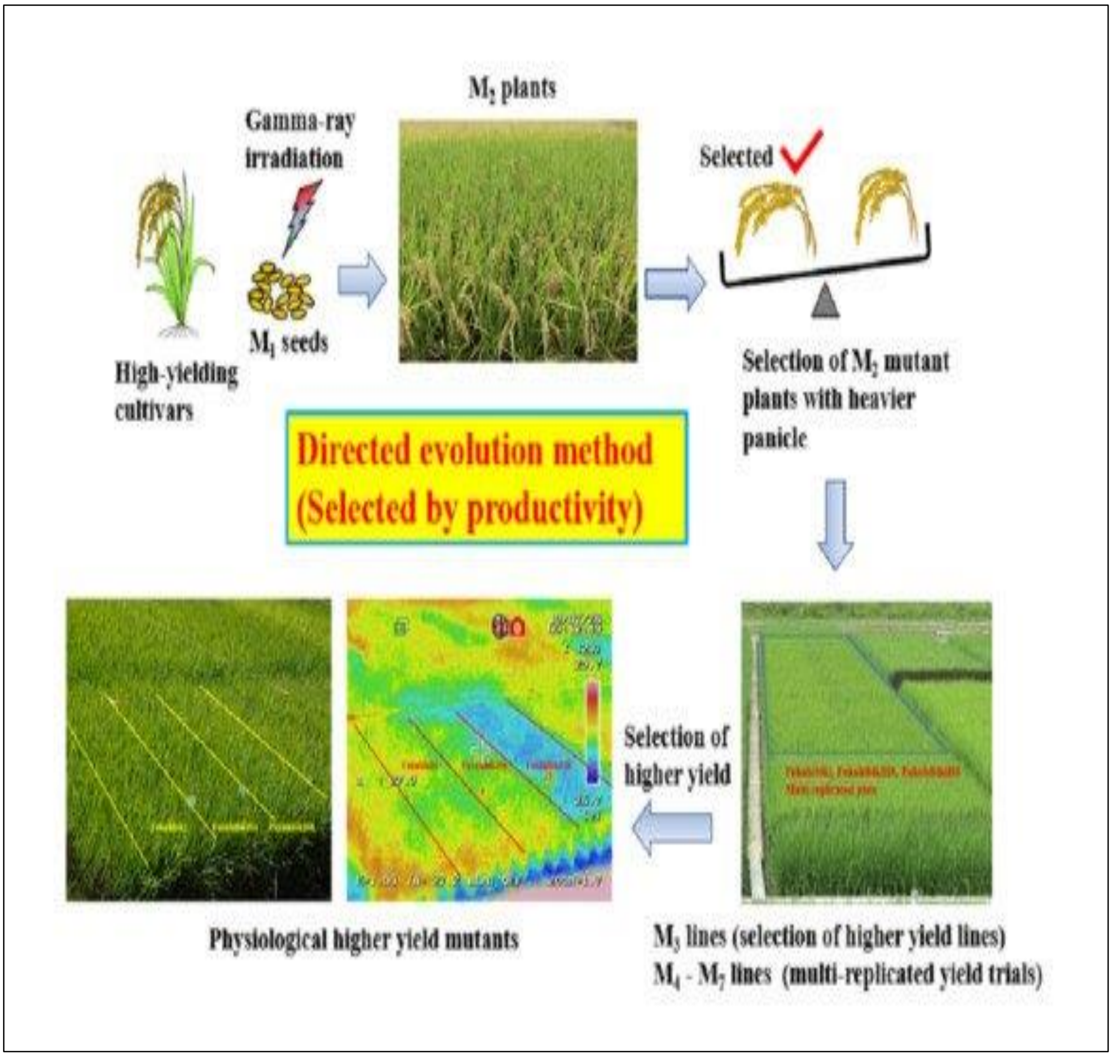
គ្រាប់ពូជជាសម្ភារៈដ៏ប្រពៃបំផុត សម្រាប់ធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មវិទ្យុសកម្មនៅក្នុងការពិសោធបង្កើតបំប្លែងសែនរុក្ខជាតិ និងនៅក្នុងការបង្កាត់ពូជបំប្លែងសែន។ គេអាចធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មវិទ្យុសកម្មលើគ្រាប់ពូជតាមបែបរូបសាស្ត្រច្រើនប្រភេទ ហើយគេអាចបកសំបកគ្រាប់ត្រាំទឹក ដុតកម្តៅ ឬដាក់អោយត្រូវត្រជាក់មុនយកគ្រាប់ទៅធ្វើប្រព្រឹត្តកម្ម។ គេអាចស្តុកទុកគ្រាប់ពូជទាំងនេះរយៈពេលយូរបាននៅក្នុងលក្ខខណ្ឌសំណើមទាបក្នុងម៉ាស៊ីនត្រជាក់។ ពេលស្ងួតគ្រាប់ពូជគ្មានសកម្មភាព(ដំណេកគ្រាប់) ហើយអាចអោយគេដឹកជញ្ជូនចម្ងាយឆ្ងាយៗបានយ៉ាងស្រួលបំផុត។ ក៏ប៉ុន្តែវាទាមទារអោយប្រើកម្រិតវិទ្យុសកម្មខ្លាំងជាមុន ចំពោះការប្រើប្រាស់គ្រាប់ពូជជាងផ្នែកផ្សេងៗទៀតរបស់រុក្ខជាតិ ដើម្បី បង្កើតការបំប្លែងសែនអោយបានគ្រប់គ្រាន់។ម្យ៉ាងវិញទៀត ការត្រាំគ្រាប់ពូជមុនប្រព្រឹត្តកម្មវិទ្យុសកម្មអាចកាត់បន្ថយកម្រិតប្រើប្រាស់ ប៉ុន្តែវាក៏អាចបង្កើតភាពស្មុគស្មាញមួយចំនួន ព្រោះថាការត្រាំគ្រាប់ពូជអាចជម្រុញដំណុះគ្រាប់។



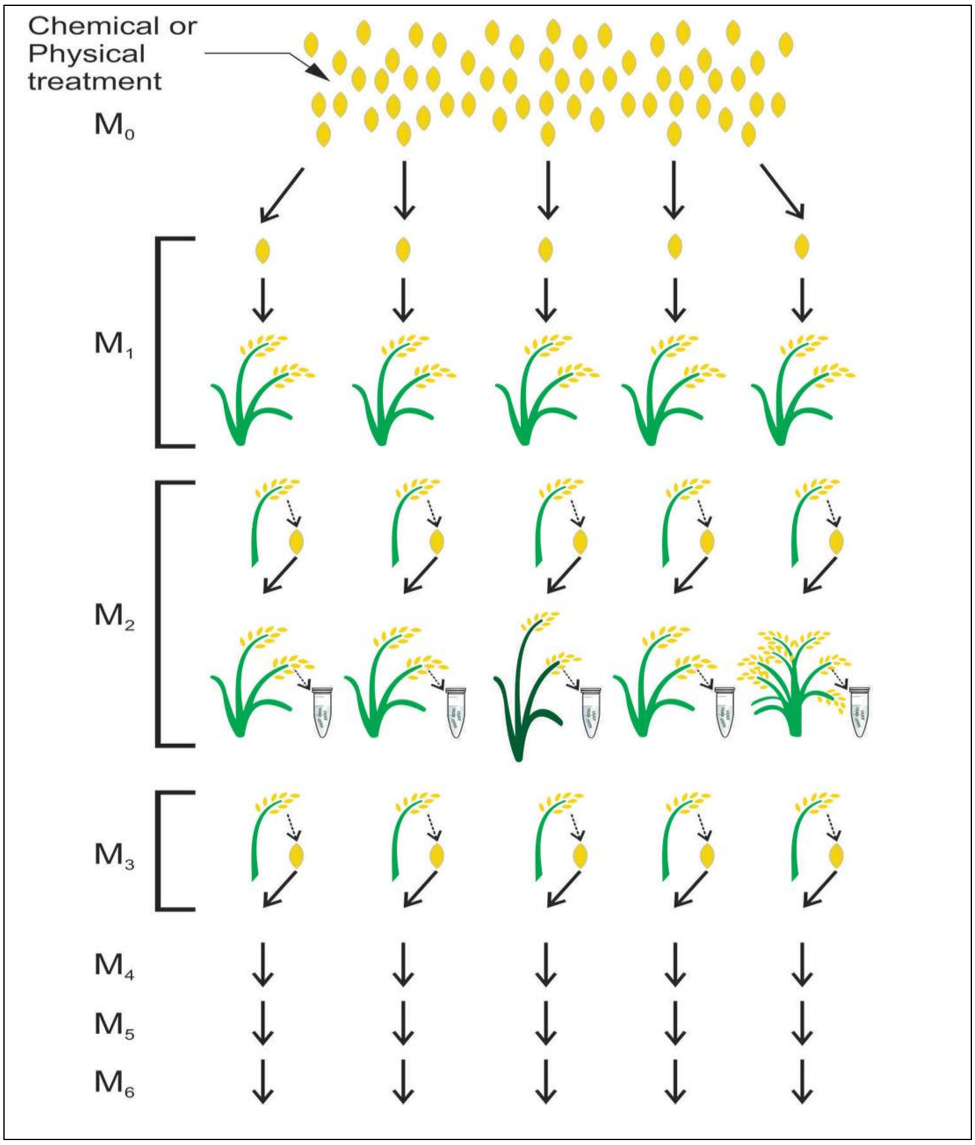
រូបភាព២៤ ដំណើរការការបង្កាត់ពូជសែនបំប្លែងដោយប្រើប្រាស់គ្រាប់ពូជ និងការសម្រិតសម្រាំង



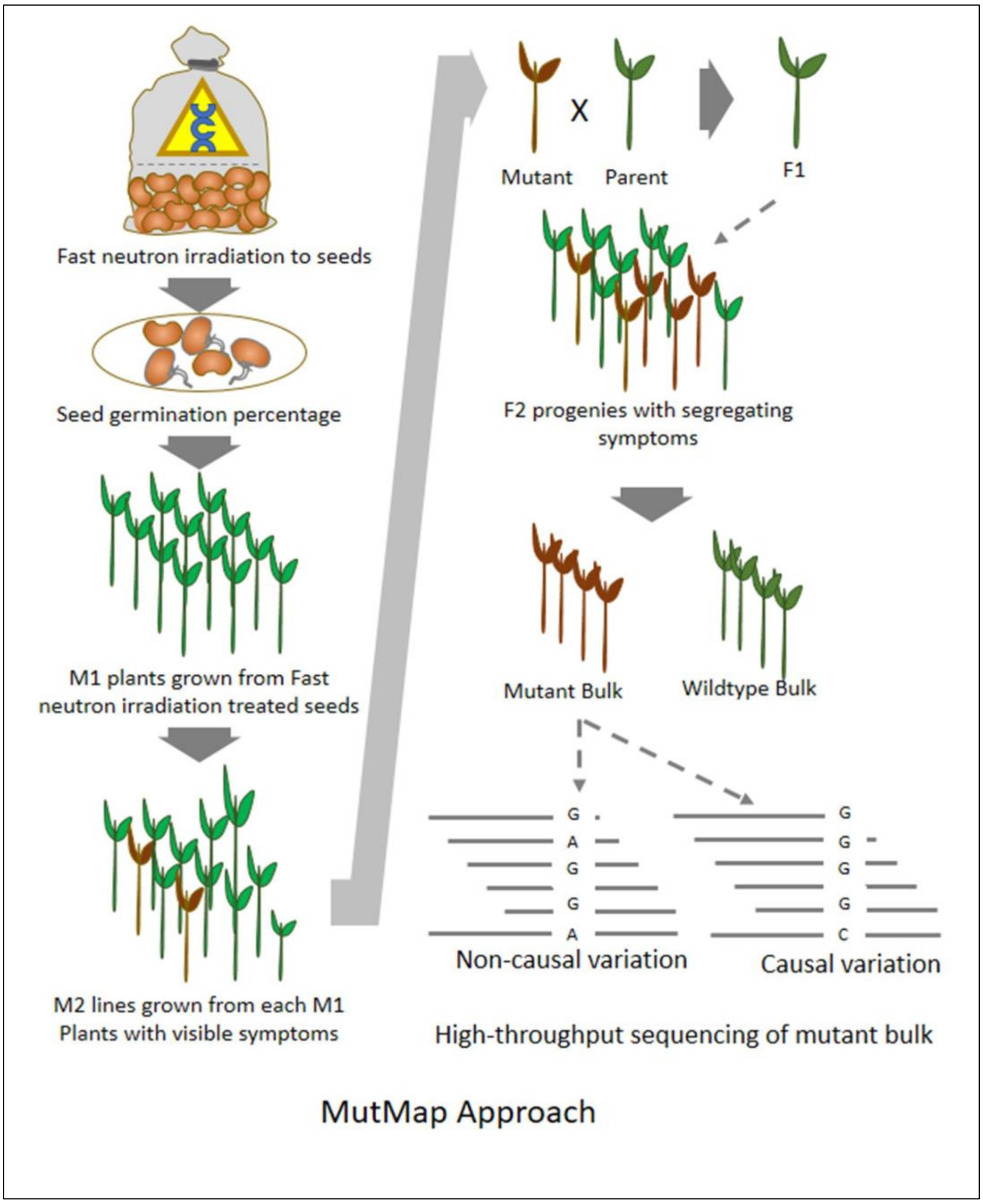
រូបភាព២៥ ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មគ្រាប់ពូជដោយកាំរស្មីហ្គាម៉ានិងការជ្រើសរើសពូជបំប្លែងសែនដំណាំសណ្តែកកួនមាន់



រូបភាព២៦ ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មគ្រាប់ពូជដោយកាំរស្មីហ្គាម៉ានិងការជ្រើសរើសពូជបំប្លែងសែនដំណាំស្រូវ។



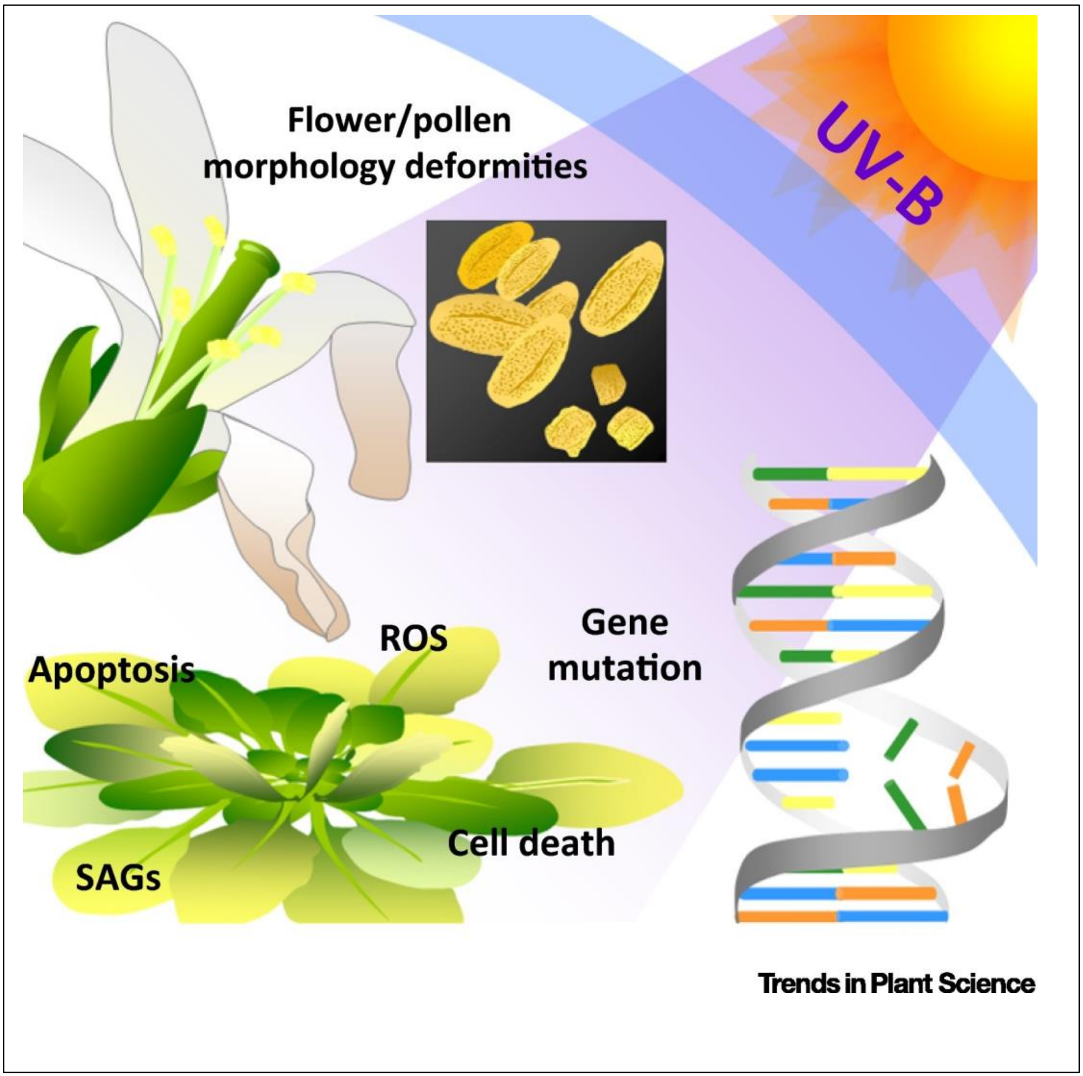
រូបភា៣២៧ ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មគ្រាប់ពូជដោយរូបសាស្ត្រ/គីមីសាស្ត្រ និងការជ្រើសរើសពូជបំប្លែងសែនដំណាំធញ្ញជាតិ។



រូបភាព២៨ ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មគ្រាប់ពូជដោយប្រើកាំរស្មីណឺត្រុង និងការជ្រើសរើសពូជបំប្លែងសែន។

៤.១.៣ លំអង(Pollen)

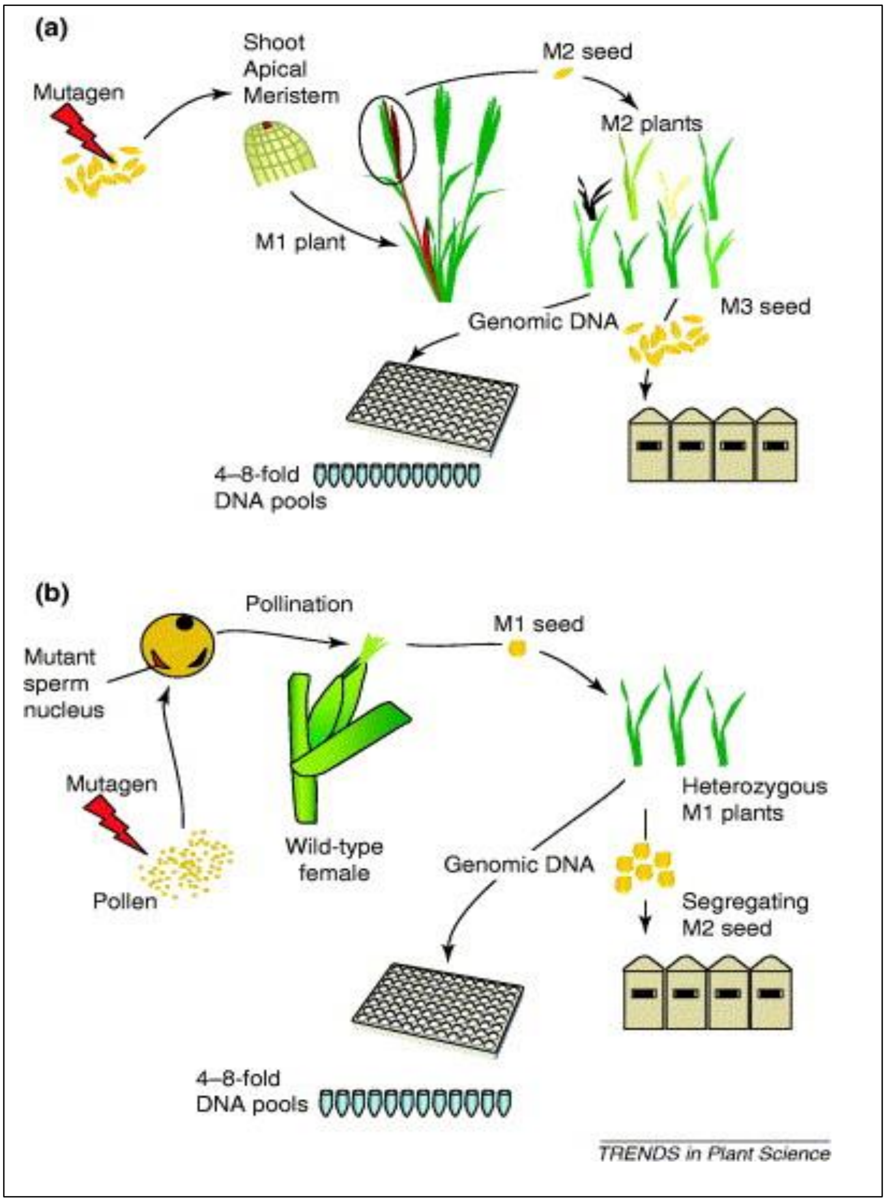
គុណសម្បត្តិដ៏អស្ចារ្យនៃការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មវិទ្យុសកម្មលើលំអងដែលមានលក្ខណៈផ្ទុយទៅនឹងគ្រាប់ពូជ ឬ សរីរាង្គលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិគឺ ការពិតត្រង់ថា លំអងកម្របង្កើតជាភាពមិនច្បាស់លាស់ណាស់ ឧទាហរណ៍រុក្ខជាតិ M_1 ដែលបណ្តាលមកពីការបង្កកំណើតដោយលំអងដែលបានធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មវិទ្យុសកម្ម និងជាអូម៉ូស៊ីកូត(Homozygous) ចំពោះសែនបំប្លែងណាមួយ។ ចំពោះគុណវិបត្តិនៃការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មវិទ្យុសកម្មលើលំអងរួមមានការលំបាកនៅក្នុងការទទួលលំអងអោយបានគ្រប់គ្រាន់ចំពោះប្រភេទរុក្ខជាតិខ្លះៗ និងអាយុកាលខ្លីរបស់គ្រាប់លំអងនៅក្នុងប្រភេទរុក្ខជាតិជាច្រើន។ ដោយការប្រើប្រាស់បច្ចេកទេសសមរម្យគេអាចរក្សាលំអងអោយមានជីវិតបានច្រើនខែ (ឬ ច្រើនឆ្នាំសម្រាប់រុក្ខជាតិដែលមានលំអងដែលនុយក្លេពីរ ឧទាហរណ៍ដូចជា ដូងប្រេង) និងអាចអោយគេប្រើសម្រាប់អភិរក្សពូជ (Germplasm conservation)។ គេអាចទទួលបានចំនួនដ៏ច្រើននៃលំអងពីរុក្ខជាតិដោយការបង្កាត់លំអងតាមបែបធម្មជាតិ ឧទាហរណ៍ដំណាំពោត អាចផលិតលំអងបានពី14 ទៅ 15លានគ្រាប់។ ជាទូទៅគ្រាប់លំអងអាចអោយគេពិចារណាថាផ្នែកដែលសមរម្យបំផុតសម្រាប់ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មដោយប្រើកាំរស្មី UV ។



រូបភាព២៧ ឥទ្ធិពលកាំរស្មីUV លើការលូតលាស់លំអងArabidopsis និងសែនបំប្លែង

៤.១.៤ ផ្នែកខាងចុង (Meristems)

ប្រព្រឹត្តកម្មវិទ្យុសកម្មគ្រាប់ពូជមានប្រយោជន៍នៅផ្នែកខាងចុង ឬអំប្រីយ៉ុងគ្រាប់ពូជ។ លក្ខណៈសរីរៈ និងទម្រង់អំប្រីយ៉ុង គឺមានប្រយោជន៍ណាស់សម្រាប់ធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មបំប្លែងសែនគ្រាប់ពូជ(ក៏ដូចជាសម្ភារៈរុក្ខជាតិផ្នែកដទៃ ទៀត)។ ដោយសារវាជាអ្នកកំណត់ថាតើកោសិកាដែលបំប្លែងសែនមួយនឹងបាត់បង់ក្នុងកំឡុងពេលកោសិកាប្រែប្រួល ឬពេលផលិតកោសិកាកូនគ្រប់គ្រាន់ដែលគេបានឃើញភាគច្រើននៅក្នុងរុក្ខជាតិដែលរួមមានកោសិកាបន្តពូជ។



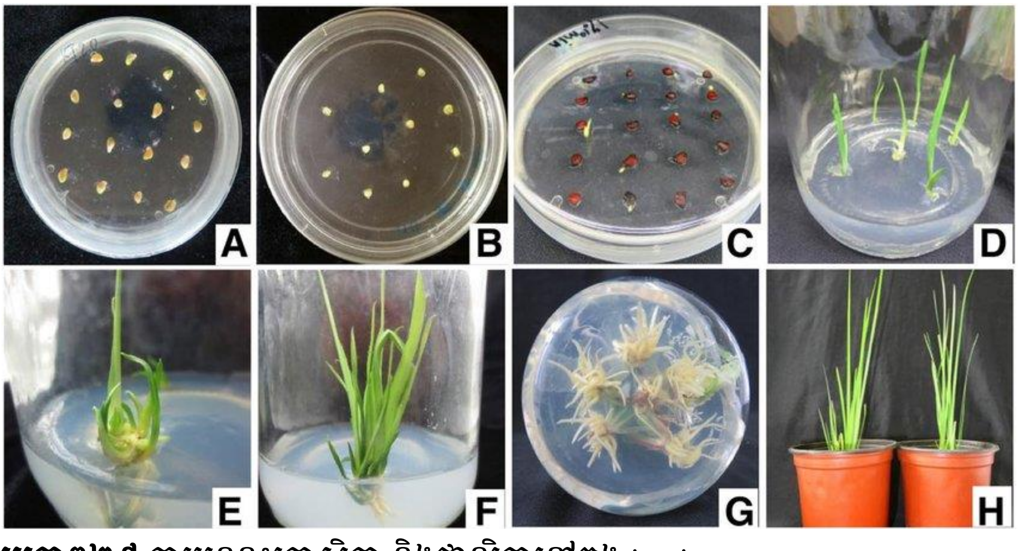
រូបភាព២៨ ប្រព្រឹត្តកម្មដោយប្រើប្រាស់ផ្នែកខាងចុងរុក្ខជាតិ

សម្រាប់ដំណាំដែលបន្តពូជដោយសរីរាង្គលូតលាស់ភាគច្រើនគឺ មិនមានគ្រាប់ពូជទេហើយដូច្នេះផ្នែកផ្សេងទៀតត្រូវការចាំបាច់សម្រាប់ការបង្កើតបំប្លែងសែន។ រចនាសម្ពន្ធ័ផ្នែកចុងរបស់រុក្ខជាតិ និងការអភិវឌ្ឍផ្នែកខាងចុងថ្មីពីជាលិកាពេញវ័យ គឺមានប្រយោជន៍យ៉ាងខ្លាំងពេលដែលស្រាវជ្រាវពីការបំប្លែងសែនដោយប្រើវិទ្យុសកម្មទៅលើរុក្ខជាតិដែលបន្តពូជដោយសរីរាង្គលូតលាស់។ សឹងតែគ្រប់ករណីទាំងអស់ ត្រួយថ្មីវិវត្តន៍ចេញពីកោសិកាទោលអេពីឌែមហើយបាតុភូតនេះអាចនាំទៅរកដោយផ្ទាល់ជារុក្ខជាតិបំប្លែងសែន Homohistant ដែលសេណោទិចរបស់វាតម្រូវអោយគេស្រាជ្រាវបន្តទៀត។

៤.១.៥ កោសិការុក្ខជាតិ និងការបណ្តុះជាលិកា **in vitro (Plant cells and in vitro tissue culture)**

ការប្រើប្រាស់កោសិកា និងជាលិកាក្នុងការបណ្តុះរុក្ខជាតិផ្តល់អោយយើងនូវបច្ចេកវិទ្យាដ៏អស្ចារ្យក្នុងការបង្កាត់ពូជបំប្លែងសែនរុក្ខជាតិ។ វិធីសាស្ត្រ in vitro សម្រាប់មីក្រូបណ្តុះរុក្ខជាតិត្រូវបានគេចាប់ផ្តើមឡើងតាំងពីទស្សវត្សឆ្នាំ ១៩៦០ ភ្លាមៗវាក្លាយជាវិធីសាស្ត្រដ៏មានប្រសិទ្ធិភាពសម្រាប់អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រដែលធ្វើការស្រាវជ្រាវលើការបង្កើតពូជរុក្ខជាតិបំប្លែងសែន (Plant Mutation Induction) ជាពិសេសទៅលើក្រុមរុក្ខជាតិដែលបន្តពូជដោយសរីរាង្គលូតលាស់។ ការបណ្តុះសរីរាង្គ កោសិកា និង ជាលិការុក្ខជាតិបានផ្តល់មធ្យោបាយសម្រាប់៖

- ការបណ្តុះពូជយ៉ាងច្រើនសម្បើម និងយ៉ាងលឿនសម្រាប់រុក្ខជាតិM_0។
- ការបណ្តុះពូជយ៉ាងច្រើន និងយ៉ាងលឿនលូវពូជបំប្លែងសែនណាមួយ
- ជាវិធីសាស្ត្រងាយសម្រាប់វិភាគពូជបំប្លែងសែនលើការផ្លាស់ប្តូរលក្ខណៈរូបសាស្ត្រ និងសរីរៈសាស្ត្រដែលជាប់ពាក់ពន្ធ័ជាមួយការជម្រុញសែនបំប្លែង
- ងាយ និងរហ័សក្នុងការបែងចែកចេញរវាងពូជបំប្លែងសែន និងពូជធម្មតា
- ផលិតកម្មបំប្លែងសេណោទិច និង
- នៅក្នុងការសម្រិតសម្រាំង in vitro។



រូបភាព២៩ ការបណ្តុះកោសិកា និងជាលិកានៅក្នុង in vitro

ជំពូកទី៥ ប្រព្រឹត្តកម្មដើម្បីបំប្លែងសែនតាមគីមីសាស្ត្រ(Chemical Mutagenesis)

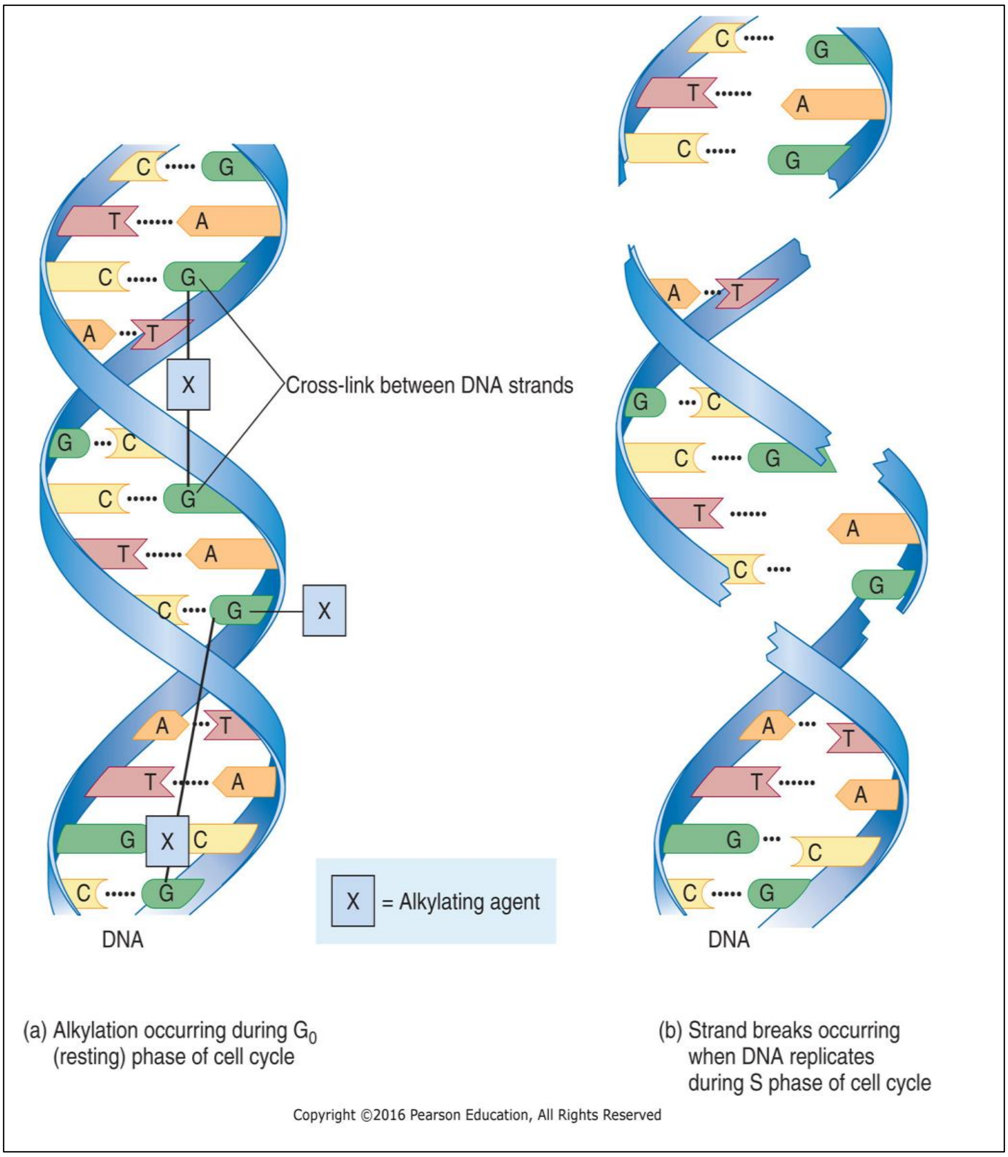
៥.១ ភ្នាក់ងារសារធាតុគីមីសំខាន់ៗ

ការប្រើប្រាស់សារធាតុគីមីជាភ្នាក់ងារបំប្លែងសែន វាត្រលប់ទៅរកសម័យកាលទស្សវត្សឆ្នាំ ១៩៤០ តាមរយៈការប្រព្រឹត្តកម្មទៅលើ រុយ Drosophila melanogaster ដោយប្រើប្រាស់ឧស្ម័នពុល(Mustard gas) (Auerbach, 1946; Auerbach and Robson, 1946) ដែលជាឧស្ម័នដែលគេប្រើប្រាស់នៅសង្គ្រាមលោកលើកទី១ ឆ្នាំ ១៩១៧(http://www.bris.ac.uk)។

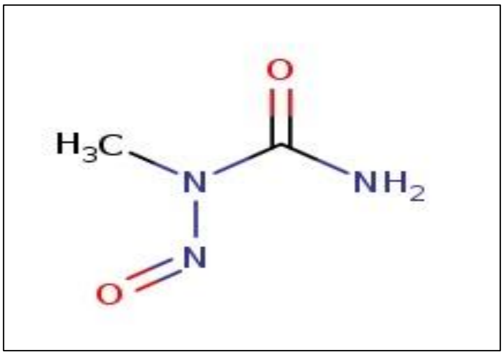
បច្ចុប្បន្ននេះ សារធាតុគីមីជាច្រើនដែលត្រូវបានគេស្គាល់ថាមានឥទ្ធិពលបំប្លែងសែនទៅលើសារពាង្គកាយមានជីវិតដូចជា សត្វ រុក្ខជាតិ ឬពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយ។ ប៉ុន្តែមានតែសារធាតុគីមីមួយចំនួនប៉ុណ្ណោះដែលត្រូវបានគេប្រើក្នុងការបំប្លែងសែនក្នុងរុក្ខជាតិ ឬការបង្កាត់ពូជ។

៥.១.១ ភ្នាក់ងារ Alkylating (Alkylating agents)

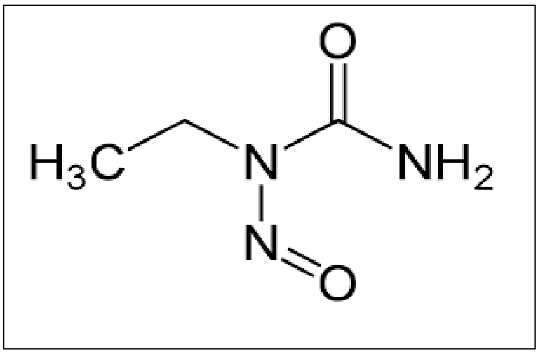
ភ្នាក់ងារ Alkylating (Alkylating agents) ត្រូវបានគេស្គាល់ថាមានឥទ្ធិពលជម្រុញការបំប្លែងសែននៅក្នុងរុក្ខជាតិ (Ehrengberg et al., 1958)។ មកទល់ពេលនេះ ភ្នាក់ងារនេះមានសមត្ថភាពជម្រុញ ការបង្កើតពូជបំប្លែងសែនថ្មីយ៉ាងជោគជ័យបំផុតពីព្រោះវាមានប្រសិទ្ធិភាព ភាពងាយស្រួល និងភាពសមស្រមបំផុតក្នុងការបំបាត់សារធាតុពុលតាមរយៈការលាងសម្អាតជាមួយទឹកពេលចោលកាកសំណល់។ ភ្នាក់ងារ Alkyl គឺជាសមាសធាតុដែលមិនមានអេឡិចត្រុងគ្រប់គ្រាន់ទេ ដែលមានក្រុម Alkyl មួយ ឬច្រើនដែលអាចបញ្ចូលទៅជំនួសម៉ូលេគុលជីវសាស្ត្រដូចជា DNA ។ ភ្នាក់ងារ Alkylating ភាគច្រើន គឺជាភ្នាក់ងារបំប្លែងសែនឧទាហរណ៍ភ្នាក់ងារទាំងនេះដំណើរការផ្លាស់ប្ដូរដើម្បីផលិតជាតុកណ្ដាល Intermediate ដែលមានប្រតិកម្ម។ធាតុកណ្ដាលប្រតិកម្មទាំងនេះអាចប្រតិកម្មជាមួយ DNA ដោយធ្វើការផ្លាស់ប្ដូរក្រុមផូស្វ័រនៅក្នុងច្រវ៉ាក់ DNA ក៏ដូចជាក្រុម imino- ឬ Carbonyl-group ដែលមានវត្តមាននៅលើច្រវ៉ាក់ Purine (Adenine, guanine) ឬ Pyramidine (cytosine, thymine)។



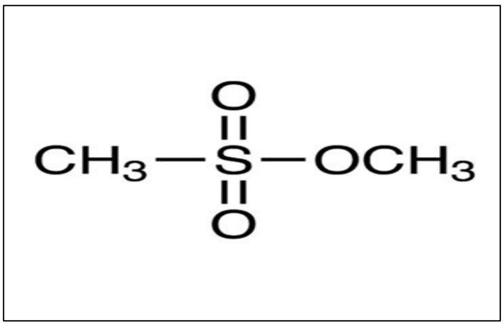
រូបភាព៣០ យន្តកម្ម និងសកម្មភាពរបស់ភ្នាក់ងារ Alkylating ទៅលើច្រវ៉ាក់DNA



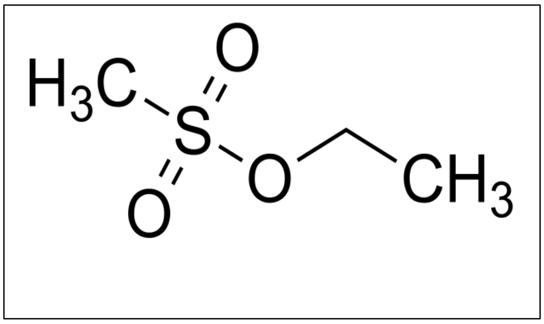
1-Methyl-1-nitrosourea (MNU)



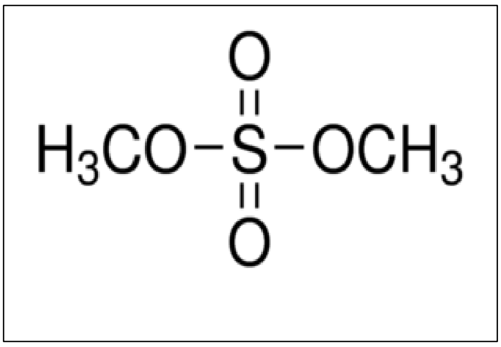
1-Ethyl-1-nitrosourea (ENU)



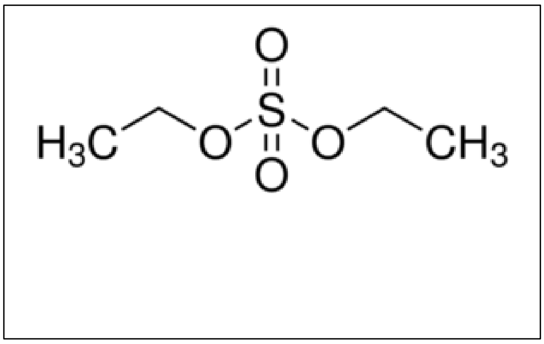
Methyl methanesulfonate(MMS)



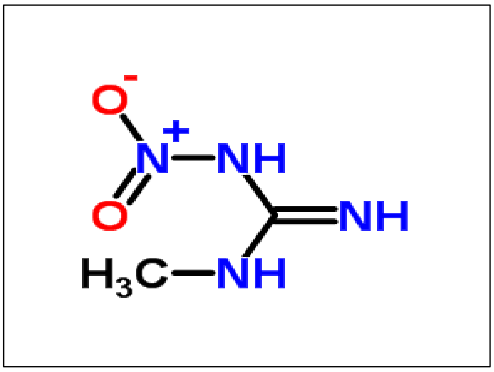
Ethyl methanesulfonate (EMS)



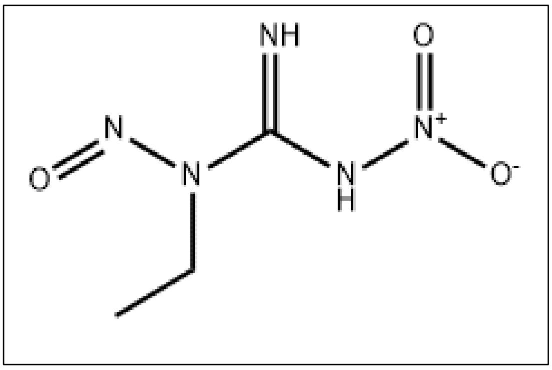
Dimethy sulphate (DMS)



Diethyl sulphate (DES)



1-Methyl-2-nitro-1-nitroguanidine (MNNG)



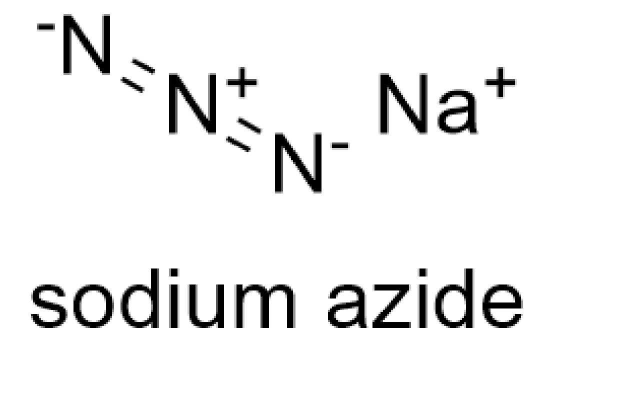
1-Ethyl-2-nitro-1-nitrosoguanidine(ENNG)

រូបភាព៣១ ទម្រង់ម៉ូលេគុល Alkylating agents ដែលគេប្រើជាទូទៅសម្រាប់ជាភ្នាក់ងារសារធាតុគីមីក្នុងការបំប្លែងសែនរុក្ខជាតិ។

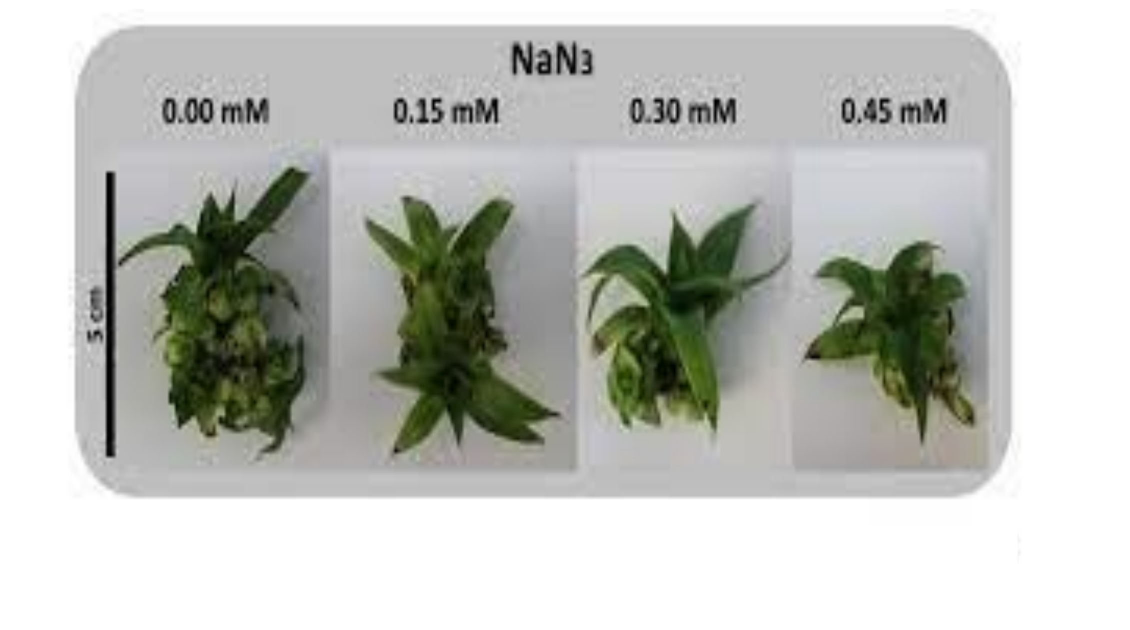
ភ្នាក់ងារ Alkyl អាចត្រូវបានគេចែកចេញជាក្រុមដែលមានតួនាទីម៉ូណូ, ប៊ី ឬច្រើនប្រភេទអាស្រ័យលើចំនួនក្រុម Alkyl ដែលមានវត្តមាននៅក្នុងសមាសធាតុ។ ភ្នាក់ងារ ភាគច្រើនដែលគេប្រើប្រាស់សម្រាប់ការបង្កាត់បំប្លែងសែនរុក្ខជាតិគឺក្រុមនេះរួមមាន Ethyl methanesulfonate(EMS), 1-Methyl-1-nitrosourece (MNV) និង Diepoxybutane ត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ជាញឹកញាប់(**រូបភាព៣១**)ដើម្បីជម្រុញការបំប្លែងសែនរុក្ខជាតិ។ ភ្នាក់ងារ Alkyl នេះអាចជម្រុញទាំងខាងក្នុង និងចន្លោះច្រវ៉ាក់ DNA ដែលនាំទៅរកការរារាំងសំយោគ DNA ។

៥.១.២ សូដ្យូមអាស្យាយ (Sodium azide)

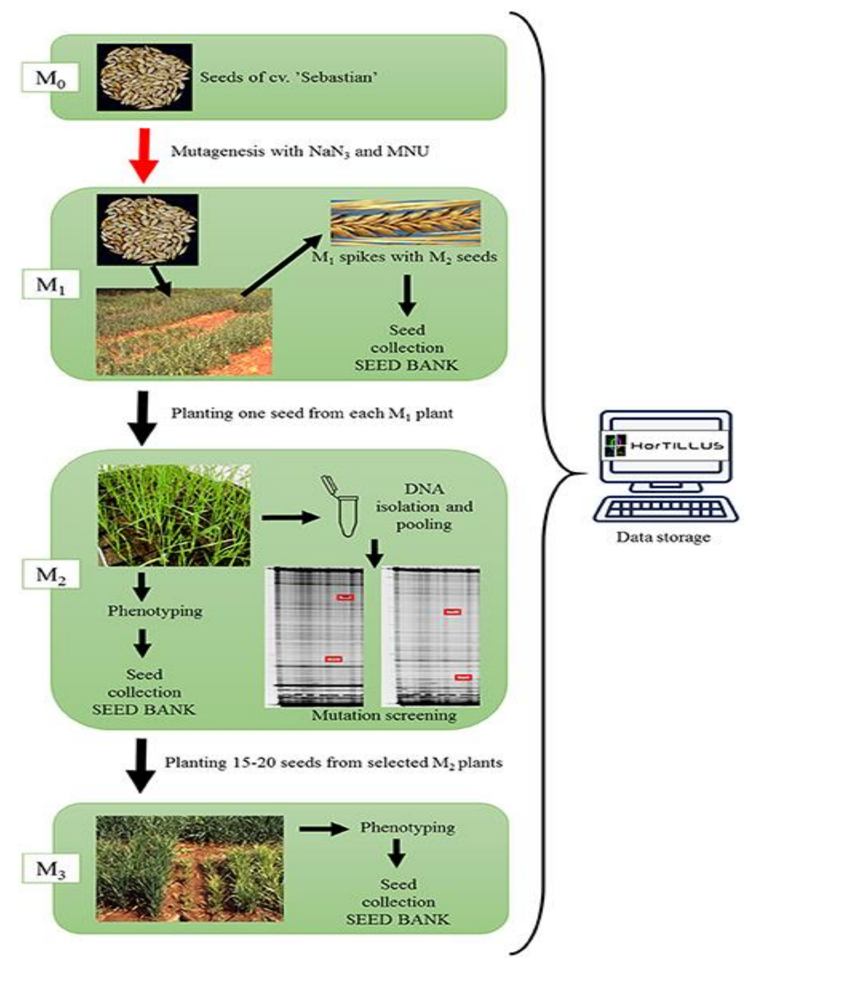
សូដ្យូមអាស្យាយ (NaN_3) គឺជាសមាសធាតុអសរីរាង្គហើយមានប្រតិកម្មសារធាតុពុលខ្ពស់។ វាជាសារធាតុគីមីតែមួយគត់ក្រៅតែពីភ្នាក់ងារ Alkyl ដែលគេប្រើប្រាស់សម្រាប់ធ្វើការកែលម្អពូជដំណាំ។ សូដ្យូមអាស្យាយត្រូវបានគេស្គាល់យ៉ាងច្បាស់ថាជាភ្នាក់ងាររារាំងដំណើរការដំណកដង្ហើមកោសិកា(Tsubaki et al., 1993)ហើយគេបានបង្ហាញថាសារធាតុនេះមានប្រសិទ្ធភាពក្នុងការជម្រុញបំប្លែងសែននៃដំណាំច្រើនប្រភេទ ដូចជាស្រូវ, សណ្តែកសៀង, ស្រូវសាលី និងពោត ប៉ុន្តែមិនមានប្រសិទ្ធភាពចំពោះរុក្ខជាតិដទៃដូចជា Arabidopsis thaliana (Kleinhofs et al., 1975) ។



រូបភាព៣២ ទម្រង់ម៉ូលេគុលសូដ្យូមអាស្យាយ(ឆ្វេង) និងដបផ្ទុកសារធាតុសូដ្យូមអាស្យាយ(ស្តាំ)



រូបភាព៣៣ ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មសូដ្យូមអាស្សាយលើជាលិកាម្នាស់



រូបភាព៣៤ ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មសូដ្យូមអាស្សាយលើគ្រាប់ស្មៅSebastian

៥.១.៣ ភ្នាក់ងារសារធាតុគីមីដទៃទៀត (Other chemical mutagens)

ក្រៅពីភ្នាក់ងារ Alkyl និង Azide ភ្នាក់ងារថាមពលអាតូមិចអន្តរជាតិ (IAEA) បានពិពណ៌នាអំពីក្រុមសារធាតុគីមីដែលមានតួនាទីជម្រុញបំប្លែងសែនរុក្ខជាតិ (IAEA, 1977) ដែលរួមមាន៖ (i) Base analogues; (ii) Antibiotics, (iii) Acridine; (iv) Nitrous acid និង (v) Hydroxy-lamine (Leitao, 2012) បានពិសោធន៍ថាសារធាតុAcridinesគឺជាប្រភេទភ្នាក់ងារដែលបញ្ចូលម៉ូលេគុលជាមួយនឹងTopoisomerase inhibitor និងសារធាតុពុល។ ការរុករកសារធាតុគីមីទាំងនេះសម្រាប់កែលម្អសិណេទិចរុក្ខជាតិ គឺនៅមានកម្រិតបើប្រៀបធៀបជាមួយភ្នាក់ងារ Alkyl និង Azide ពីព្រោះសារធាតុគីមីបង្ហាញខាងលើមានប្រសិទ្ធិភាពតិចជាងការសិក្សាស្វែងយល់ និងការប្រើប្រាស់នៅមិនទាន់បានទូលំទូលាយនៅឡើយ ជាពិសេសទាក់ទងបញ្ហាសុខភាព និងសុវត្ថិភាព។

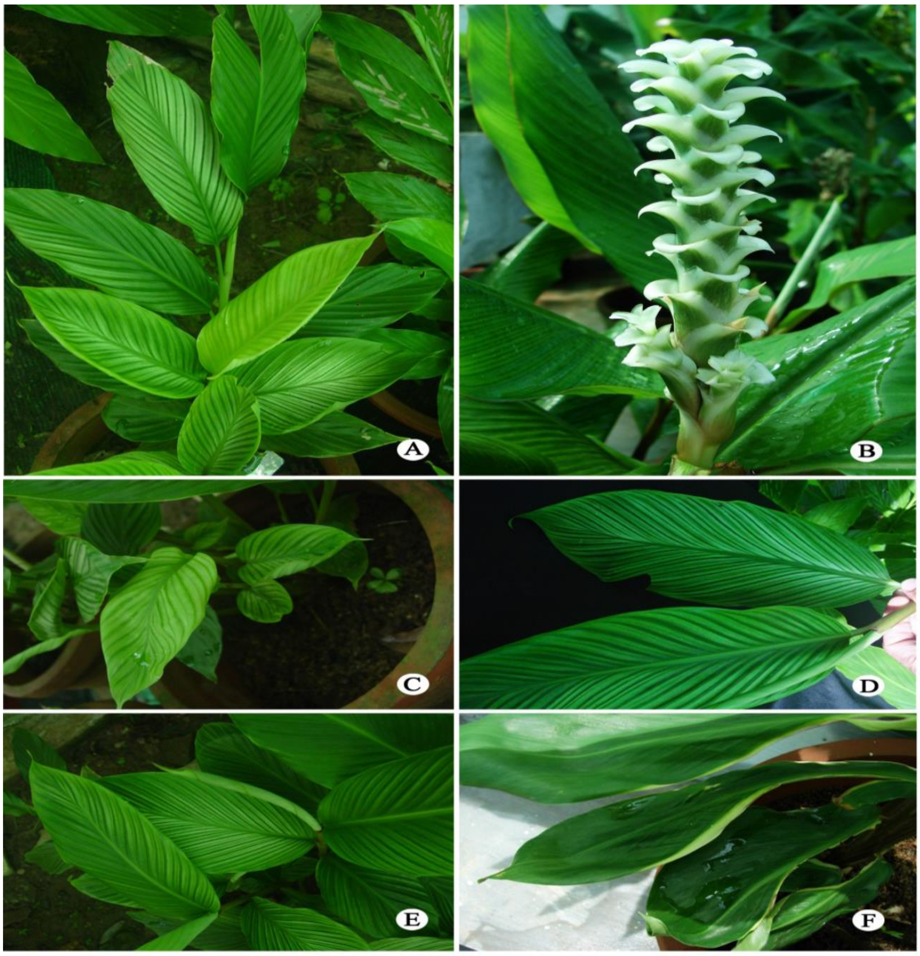


Plate 03. Mutation studies in *Larsenianthus careyanus* (Benth.) W.J. Kress & Mood. A. & E. Induced variegated leaves by using 1% Acridine mutagent; F. Unsusual white patches on leaves using 2% EMS.

រូបភាព៣៥ ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្ម១% នៃ Acridine លើរុក្ខជាតិ *Larsenianthus careyanus* (F). ប្រភព (Prabhukumar et al., 2015)

ជំពូកទី៦ មគ្គុទេសក៍សម្រាប់ការបំប្លែងសែនដោយប្រើសារធាតុគីមី
(Guidelines for mutation breeding using chemicals)

ក្នុងផ្នែកនេះផ្ដល់ការណែនាំទូទៅសម្រាប់ធ្វើបំប្លែងសែនដោយប្រើប្រាស់សារធាតុគីមីទៅលើគ្រាប់ពូជ និងសរីរាង្គលូតលាស់ដែលរួមមានការបណ្ដុះកោសិកាក្នុង invitro ។ កត្តាជាច្រើនអាចមានឥទ្ធិពលទៅលើលទ្ធផលនៃការបំប្លែងសែន ដែលរួមមានការកំណត់លក្ខណៈគោលដៅសម្ភារៈរុក្ខជាតិ កម្រិតដូស សារធាតុគីមី សមាសភាពរូប-គីមីសាស្ត្រនៃ ភ្នាក់ងារបំប្លែងសែនលក្ខណៈសូលុយស្យុងសារធាតុគីមី (ឧទាហរណ៍ pH) លក្ខខណ្ឌបរិស្ថាននៅក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍ (ឧទាហរណ៍ សីតុណ្ហភាព)ក៏ដូចជាលក្ខខណ្ឌលូតលាស់ (ផ្ទះបៃតង, ថ្នាលបណ្ដុះ, ទីកន្លែងដាំដុះ, in vitro។ល។) នៃគ្រាប់ពូជ និង/ឬ សរីរាង្គលូតលាស់មុន និងក្រោយប្រព្រឹត្តកម្មសារធាតុគីមី។

៦.១ គោលដៅសម្ភារៈរុក្ខជាតិ (Target plant materials)

ការជ្រើសរើសសម្ភារៈដែលសមស្របបំផុត គឺអាស្រ័យទៅលើគោលបំណងនៃប្រព្រឹត្តកម្ម និងប្រភេទរុក្ខជាតិ។ ការខុសគ្នានៃសរីរាង្គលូតលាស់រុក្ខជាតិនឹងត្រូវបានគេបកស្រាយនៅផ្នែកខាងក្រោមដែលរួមមានគ្រាប់ពូជដែលគេធ្វើក្នុងលក្ខខណ្ឌ “in vivo” និងសរីរាង្គលូតលាស់ explants ឬ ជាលិកាដែលគេធ្វើឡើងក្នុងលក្ខខណ្ឌ in vitro″ ។ សមាសធាតុសេណេទិចសម្ភារៈគោលដៅដូចជាកម្រិតអេតេរ៉ូស ឬ ploidy គឺជាការពិចារណាដ៏មានសារៈសំខាន់សម្រាប់ការសិក្សាពីការបំប្លែងសែនរុក្ខជាតិ។

គ្រាប់ពូជ គឺជាគោលដៅដែលគេប្រើប្រាស់ទូទៅបំផុតក្នុងការធ្វើសែនបំប្លែងរុក្ខជាតិ។ ឧទាហរណ៍ គ្រាប់ពពួកធុញ្ញជាតិ ឬពពួកសណ្ដែកអាចអោយគេស្តុកទុក និងដឹកជញ្ជូនបានយ៉ាងងាយស្រួល ហើយអាចយកទៅធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មក្នុងបរិមាណគ្រាប់ច្រើនសន្ធឹកសន្ធាប់បាន។ ក្នុងកំឡុងពេល 2-3 ទស្សវត្សកន្លងទៅនេះគេបានបង្កើតមានវិធីសាស្ត្រដែលមានស្តង់ដាត្រឹមត្រូវសម្រាប់ប្រព្រឹត្តកម្មដែលប្រើប្រាស់សារធាតុគីមី Ethyl Methanesulfonate (EMS) សម្រាប់ដំណាំជាច្រើនមុខដែលអាចអនុញ្ញាតិអោយគេអនុវត្តន៍នៅក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍បាន។ ការត្រាំគ្រាប់ពូជនៅក្នុងសូលុយស្យុងដែលមានសារធាតុគីមីបំប្លែងសែន គឺជាវិធីសាស្ត្រដែលសមស្រប និងត្រូវបានប្រើយ៉ាងទូលំទូលាយ ដូច្នេះគ្រាប់ធុញ្ញជាតិតូចៗ និងគ្រាប់ពូជដទៃទៀតដែលជ្រៀបទឹកបានលឿន គឺជាគោលដៅងាយស្រួល។ ពូជ និងប្រភេទរុក្ខជាតិផ្សេងគ្នាអាចឆ្លើយតបផ្សេងៗគ្នា ចំពោះប្រព្រឹត្តកម្មគីមីមួយចំនួន។ ជាមួយគ្នានេះលក្ខខណ្ឌពិសោធន៍ត្រឹមត្រូវអាចប្រែប្រួលពីមន្ទីពិសោធន៍មួយទៅមន្ទីរពិសោធន៍មួយ។ ដូច្នេះគេគួរតែអនុវត្តន៍ការប្រើប្រាស់កម្រិតដូសផ្សេងៗគ្នាសម្រាប់ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មគ្រាប់ពូជនៃប្រភេទរុក្ខជាតិ ឬពូជថ្មីមុនពេលអនុវត្តន៍ពិសោធន៍គ្រាប់ពូជទ្រង់ទ្រាយធំ។

រូបភាព៣៦ ប្រព្រឹត្តកម្មគ្រាប់ពូជ*Ricinus communis* L ជាមួយកាំរស្មីហ្គាម៉ា Co^{60} (Lopes et al., 2017)

៦.២ ការកំណត់ដូស និងបរិមាណបំប្លែងសែន

កត្តាពីរសំខាន់ដែលគេគិតនៅក្នុងការធ្វើបំប្លែងសែនរុក្ខជាតិ តាមរយៈការប្រើប្រាស់សារធាតុគីមី គឺ ១) កំហាប់សារធាតុគីមី និង២)រយៈពេលនៃការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្ម (ដូស= កំហាប់ × រយៈពេល)។

នៅក្នុងការអនុវត្តជាក់ស្តែង ពេលដែលគេមិនអាចរកឯកសារយោងពាក់ពន្ធ័នឹងកម្រឹតដូសសមស្រប សម្រាប់ដំណាំណាមួយ(ឬពូជណាមួយ), ជាលិកា ឬសារធាតុគីមីណាមួយ គេគួរបង្កើតខ្សែកោង(ក្រាហ្វ) ដែលឆ្លើយតបទៅតាមកម្រិតដូសជាមុនសិន មុននឹងចាប់ផ្តើមធ្វើពិសោធន៍ទ្រង់ទ្រាយធំ។ ការងារនេះវាដូច ទៅនឹងការប្រើប្រាស់វិទ្យុសកម្មដែលប្រើប្រាស់ដូសផ្សេងៗដែរ។ ខ្សែកោងបម្រែបម្រួលដែលឆ្លើយតបតាម ដូស ឬគេហៅថាខ្សែកោងកំណត់កំហាប់សមស្រប ឬគេហៅថា ការធ្វើតេស្តកំណត់សារធាតុពុលគីមី គឺ បង្កើតទំនាក់ទំនងរវាងអត្រារស់រាន ឬការថយចុះការលូតលាស់របស់សរីរាង្គលូតលាស់ បន្ទាប់ពីប្រព្រឹត្ត កម្មដែលកើនឡើងទៅតាមការកើនឡើងកំហាប់សារធាតុគីមីក្នុងកំឡុងពេលជាក់លាក់ណាមួយ។

នៅក្នុងករណីគ្រាប់ពូជ ការធ្វើតេស្តលើកូនរុក្ខជាតិអាចត្រូវបានគេធ្វើឡើងតាមរយៈដំណុះគ្រាប់ និង ការរស់រាន ឬការលូតលាស់បន្ទាប់ពីប្រព្រឹត្តកម្ម។ ចំពោះការប្រើប្រាស់សរីរាង្គលូតលាស់ដូចជា ការកាត់ មែកជាលក្ខណៈ in vivo ឬការបណ្តុះជាលិកាជាលក្ខណៈ in vitro គេអាចប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រស្រដៀង ផ្សេងគ្នាដើម្បីវាស់វែងការលូតលាស់ ឬអត្រារស់រាននៃសរីរាង្គលូតលាស់។

ឧទាហរណ៍ ខ្សែកោងដែលឆ្លើយតបកំហាប់ដូសសម្រាប់ជាលិកាចេកជាលក្ខណៈ in vitro និងស្រូវសាលី។

គេគួរតែកត់សម្គាល់ថា ខ្សែកោងឆ្លើយតបទៅតាមកម្រិតដូសដែលប្រើប្រាស់សារធាតុគីមីអាចមានការខុសប្លែកគ្នាយ៉ាងខ្លាំងពីវិធីសាស្រ្តប្រើប្រាស់វិទ្យុសកម្ម។ នេះគឺដោយសារភាពជាក់លាក់នៃសារធាតុពុលដែលបណ្តាលមកពីសារធាតុគីមីមាននៅក្នុងកោសិកា។ យោងទៅតាម Van Harten, (1998) ការថយចុះការលូតលាស់ពី 20~30 ភាគរយ (ដែលឆ្លើយតបទៅនឹងអត្រារស់រាន 70~80%) អាចផលិតពូជបំប្លែងសែនជាអតិបរិមានៅក្នុងដំណាំធុញ្ញជាតិ។ រយៈពេលនៃប្រព្រឹត្តកម្ម គឺវាមានសារៈសំខាន់ផងដែរ ព្រោះវាត្រូវការពេលគ្រប់គ្រាន់ដើម្បីអោយ ជាលិការុក្ខជាតិស្រូបយកសារធាតុគីមីដែលជាភ្នាក់ងារបំប្លែងសែន។ នៅក្នុងករណីគ្រាប់ពូជ វាប្រហែលជាត្រូវការរយៈពេលប្រព្រឹត្តកម្មខ្លី ប្រសិនបើគេត្រាំគ្រាប់ពូជមុនពេលធ្វើប្រព្រឹត្តកម្ម។ ជាទូទៅ ពិសោធន៍ដែលមានកំហាប់ដូសផ្សេងគ្នា គ្រាប់ពូជ ឬសរីរាង្គលូតលាស់នឹងត្រូវគេដាក់អោយត្រូវកំហាប់សារធាតុគីមីទាបទៅខ្ពស់រយៈពេលផ្សេងៗគ្នា។

បរិមាណសូលុយស្យុងសារធាតុគីមីអាចមានតួនាទីសំខាន់។ ទំហំគួរតែគ្រប់គ្រាន់ដើម្បីផ្តល់ទៅអោយគ្រាប់ពូជ ឬសរីរាង្គផ្សេងៗស្រូបយក ឧទាហរណ៍បរិមាណ 0.5~1ml ត្រូវបានគេផ្តល់អនុសាសន៍សម្រាប់គ្រាប់ពូជ១គ្រាប់ស្រូបយក(គ្រាប់ធុញ្ញជាតិតូច)។ គេត្រូវលាយសារធាតុគីមី (Mutagen) អោយបានសព្វល្អមុនពេលធ្វើប្រព្រឹត្តកម្ម។ សីតុណ្ហភាពសូលុយស្យុងគីមីអាចមានឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំងទៅលើប្រតិកម្មសារធាតុគីមី។ អ្នកនិពន្ធខ្លះ បានផ្តល់ជាអនុសាសន៍ថា រយៈពេលប្រព្រឹត្តកម្មខ្លីពី 0.5ម៉ោង ទៅ 20ម៉ោង នៅសីតុណ្ហភាពប្រហែល 20~25^{0}C ចំពោះគ្រាប់ ពូជដែលបានត្រាំពេលវេលាផ្សេងៗគ្នានៅសីតុណ្ហភាពក្នុងបន្ទប់។ លក្ខខណ្ឌទាំងនេះបង្កលក្ខណៈការស្រូបយកសារធាតុគីមី (Mutagen) បង្កើនសកម្មភាពមេតាបូលីសរបស់គ្រាប់ពូជ និងជម្រុញប្រតិកម្មរវាងសារធាតុគីមី និងគោលដៅសេណោទិច។ កម្រិតដូស(Dose)សមរម្យគឺវាអាស្រ័យលើគោលដៅដែលយើងចង់បាននៃពិសោធន៍បំប្លែងសែនរុក្ខជាតិ ឬកម្មវិធីបង្កាត់។

ជំពូកទី៧ គុណសម្បត្តិ និងដែនកំណត់នៃការធ្វើបំប្លែងសែនដោយប្រើសារធាតុគីមី
(Advantage and Limitation of chemical mutagenesis)

គុណសម្បត្តិ និងដែនកំណត់នៃការប្រើប្រាស់សារធាតុគីមីសម្រាប់ពិសោធន៍បំប្លែងសែនរុក្ខជាតិ ឬបង្កាត់ពូជត្រូវបានពិពណ៌នាសង្ខេបពីមុនដោយ (Van Harten,1998) ។ ថ្មីៗនេះមានរបបគំហើញថ្មីៗទាក់ទងការបង្កើតសែនបំប្លែងដោយប្រើប្រាស់សារធាតុគីមី៖

៧.១ គុណសម្បត្តិ (Advantage)

- បើគេរៀបចំវិធីសាស្ត្របានល្អ គេអាចបំប្លែងសែនជាក់លាក់ដែលកើតឡើងនៅចំណុចណាមួយ (point mutation)
- ការប្រើប្រាស់សារធាតុគីមីធ្វើអោយខូចខាតក្រូម៉ូសូមតិចតួចជាងការប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្ររូបសាស្ត្រ (វិទ្យុសកម្ម)
- ប្រេកង់ខ្ពស់នៃការបង្កើតពូជសែនបំប្លែងអាចអនុញ្ញាតិអោយមានសែនបំប្លែងនៅកន្លែងណាមួយដែលយើងចង់បាន
- ការបំប្លែងសែនដោយប្រើសារធាតុគីមីអាចកើតឡើងបានលឿនក្នុងសេណូមទាំងមូល (Entire genome)
- មានស្រាប់សម្រាប់វិធីសាស្ត្រធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មគ្រាប់ពូជ
- គេអាចអនុវត្តន៍ទៅលើជាលិកាក្នុង in vitro ឬផ្នែកសរីរាង្គរបស់រុក្ខជាតិ
- គេអាចប្រសារធាតុគីមី EMS នៅក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍ ។

៧.២ ដែនកំណត់

- អត្រាសែនបំប្លែងកើតឡើងច្រើន តម្រូវអោយត្រូវធ្វើការបង្កាត់ត្រលប់ដើម្បីលប់បំបាត់សែនបំប្លែងដែលគេមិនចង់បាន
- ការជ្រាបទៅក្នុងកោសិកាច្រើនស្រទាប់ ឬជាលិកាឈើ គឺតែងតែមានការពិបាក ឬមានកម្រិតបន្តពូជទាប។
- សម្ភារៈរុក្ខជាតិ ឬគ្រាប់ពូជដែលមានដំណេកគ្រាប់ ឬមានដំណុះគ្រាប់រយៈពេលយូរ ឧទាហរណ៍ គ្រាប់ស្វាយចន្ទី អាចត្រូវការពេល និងវិធីសាស្ត្រមុនពេលប្រព្រឹត្តកម្ម។
- ចំណេះដឹងផ្អែកលើសារធាតុគីមីសម្រាប់ការបំប្លែងសែនមិនទាន់ទូលំទូលាយនៅឡើយ។

ឯកសារយោង

Abe, T., Kazama, Y., Ichida, H., Hayashi, Y., Ryuto, H., and Fukunishi, N. (2007). Plant breeding using the ion beam irradiation in RIKEN. *Cyclotrons and Their Applications*. 222-224.

Auerbach, C. (1946). XXV-Chemically induced mosaicism in Drosophila melanogaster. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Section B: Biological Sciences*. 62(2):211-222.

Auerbach, C., and Robson, J. (1946). Chemical production of mutation. *Nature*. 157(3984): 302.

Brunner, H. (1995). Radiation induced mutations for plant selection. *Applied radiation and isotope*. 46(6-7): 589-594.

Castronuovo, D., Tataranni, G., Lovelli, S., Candido, V., Sofo, A., and Scopa, A. (2014). UV-C irradiation effects on young tomato plants: Preliminary results. *Pak. J. Bot.* **46**(3): 945-949.

Croteau, D., and Bohr, VA. (2013). Overview of DNA repair Pathways. *DNA Repair and Caner: From Bench to Clinic*. 1-24. CRC Press.

Ehrenberg, L., Lundqvist, U., and Strom, G. (1958). The mutagenic action of ethylene imine in barley. Hereditas. **44**(2-3): 330-336.

Halliwell, B., and Gutteridge, JM. (2015). *Free radicals in biology and medicine*. Oxford University Press, USA.

Harrison, L. (2013). Radiation induced DNA damage, repair and therapeutics. *DNA Repair and Cancer*: 92-136.

Jardim, SS., Schuch, AP., Pereira, CM., and Loreto, ELS. (2015). Effect of heat and UV radiation on the mobilization of transposon mariner-Mos1. *Cell Stress and Chaperones*. 20(5): 843-851.

Karelin, YA., Gordeev, YN., Karasev, VI., Radchenko, VM., Schimbarev, YV., and Kuznetsov, RA. (1997). Californium-252 neutron sources. *Applied radiation and isotopes*. **48**(10-12): 1563-1566.

Kvacs, E., and Keresztes, A. (2002). Effect of gamma and UV-B/C radiation on plant cells. *Micron.* **33**(2)199-210.

Kharkwal, M., Pandey, R., and Pawar, S. (2004). Mutation breeding for crop improvement. *Plant Breeding*. *Springer*. 601-645.

Kleinhofs, A., Kleinschmidt, M., Sciaky, D., and Von Broembsen, S. (1975). Azide mutagenesis. In vitro studies. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*. **29**(3): 497-499.

Mba, C., Afza, R., Shu, Q., Forster, B., and Nakagawa, H. (2012). Mutagenic radiations: X-rays, ionizing particles and ultraviolet. *Plant mutation breeding and biotechnology*. *CABI. Oxfordshire*: 83-90.

Mehta, K., and Parker, A. (2011). Characterization and dosimetry of a practical X-ray alternative to self-shielded gamma irradiators. *Radiation Physics and Chemistry*. **80** (1): 107-113.

IAEA. (1973). Neutron irradiation of seeds. Technical reports N141. Available at: www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/25/052/25052009.pdf

IAEA. (1977). Manual on Mutation Breeding. Second Edition. *Technical Reports. Series N*. 119.

IAEA. (2004). Directory of Gamma Processing Facilities in Member States. Available at: https://www-pub.iaea.org/books/iaeabooks/6914/Directory-of-Gamma-Processing-Facilities-in-Member-States

Lagoda, P. (2009). Networking and forstering of cooperation in plant mutation genetics and breeding: role of the joint FAO/IAEA Division. *Induced plant mutation in the genomics era*. *FAO, Rome*. 487:27-30

Lagoda, P., Shu, Q., Forster, B., Nakagawa, H., and Nakagawa, H. (2012). Effects of radiation on living cells and plants. *Plant Mutation Breeding and Biotechnology*. *CABI Publishing, Wallingford*:123-134.

L'Annunziata, MF. (2016). Radioactivity: Introduction and History, Farm the Quantum to Quarks. Elsevier.

Leitao, J. (2012). Chemical mutagenesis. *Plant mutation breeding and biotechnology. Italy: CAB International and FAO:* 135-158.

Liu, L., Guo, H., Zhao, I., Wang, J., Gu, J., Zhao, S., and Others. (2009). Achievements and perspectives of crop space breeding in China. *Induced Plant Mutations in the Genomics Era*: 213-215.

Lopes, AM., Bobrowski, VL.,Dos, SD., Silva, AE., and Deuner, S. (2017). Morphophysiological and biochemical alteration in *Rincinus communis* L. seeds submitted to conalt^{60} gamma radiation. *Agrarian Sciences • An. Acad. Bras. Ciênc*. **89** (03): 1925-1933.

Muller, HJ. (1927). Study of X-rays as mutagen. *Embryo Project Encyclopedia*. ISSN: 1940-5030

Prabhukumar, KM; Thomas, VP., Sabu, M., Prasanth, AV., and Mohanan, KV. (2015). Induced mutation in ornamental gingers (Zingiberaceae) using chemical mutagens viz. Colchicine Acridine and Ethymethanesulphonate. *Journal of Horticulture, Forestry, and Biotechnology*. **19**(2): 18-27.

Rybianski, K. (2000). Influence of laser beams on the variability of traits in spring barley. *International Agrophysics*. 14(2): 227-232.

Shu, Q., Forster, BP., and Nakagawa, H. (2012). Plant mutation breeding and biotechnology. CABI

Tsubaki, M., Mogi, T., Anraku, Y., and Hori, H. (1993). Structure of the heme-copper binuclear center of the cytochrome bo complex of Escherichia coli: EPR and Fourier transform infrared spectroscopic studies. *Biochemistry*. **32**(23):6065-6072.

Van Harten, AM. (1998). Mutation breeding: theory and practical applications. Cambridge University Press.

Zengquan, W., Hongmei, X., Jianping, L., Shibin, Y., Yan, F., and Zhongkui, X. (2003). Application of heavy ion beams in induced mutation breeding and molecular modification. *Nuclear Physics Review*. **20**(1): 38-41.

Ziegler, JF, and Manoyan, JM. (1988). The stopping of ions in compounds,
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: *Beam Interactions with Materials and Atoms*. 35(3–4): 215-228.