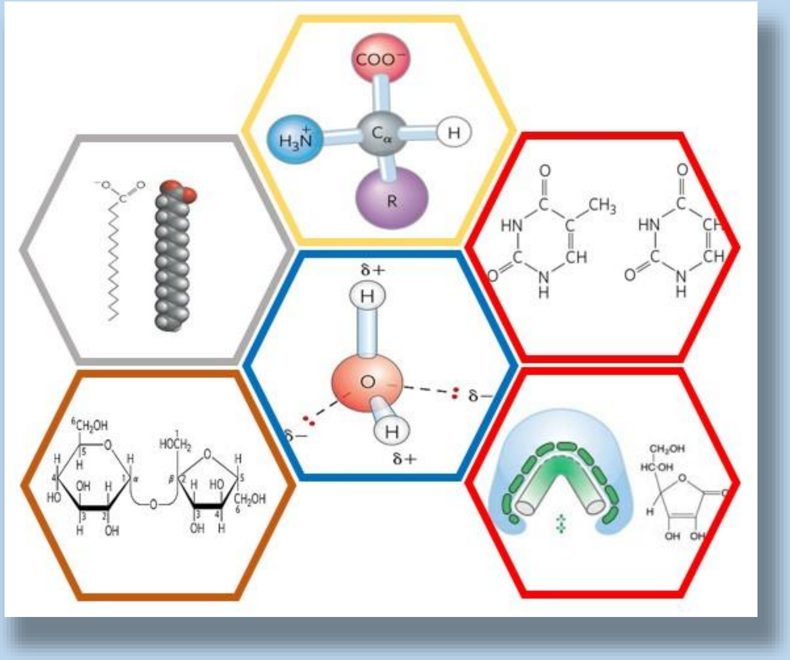
សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
មហាវិទ្យាល័យកសិឧស្សាហកម្ម



គីមីជីវវិទ្យា
Biochemistry

បណ្ឌិត ហួន ថាវរៈ

ឧបត្ថម្ភដោយ

២០២១

សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
មហាវិទ្យាល័យកសិឧស្សាហកម្ម

គីមីជីវវិទ្យា

Biochemistry

បណ្ឌិត ហួន ថាវរៈ

២០២១

រក្សាសិទ្ធ

© ឆ្នាំ ២០២១

រក្សាសិទ្ធគ្រប់យ៉ាង

គ្មានផ្នែកណាមួយនៃសៀវភៅនេះ អាចត្រូវបានថតចម្លង និងផលិតឡើងវិញ ដោយគ្មានការអនុញ្ញាតជាលាយលក្ខណ៍អក្សរពីអ្នកនិពន្ធ និងសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម។

បោះពុម្ពលើកទី១ ដោយមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ (ស.គ.ន) នៃក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា នៅព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា។

ទំនាក់ទំនងព័ត៌មាន:

អ្នកនិពន្ធ៖ បណ្ឌិត ហួន ថាវរៈ

ទូរស័ព្ទ ៖ (+៨៥៥) ១៧ ៣៨១ ០៨០

អ៊ីមែល ៖ huonth@rua.edu.kh

© 2021 by Thavrak Huon, PhD, All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted by any process without the prior written permission from the author and the Royal University of Agriculture.

First Edition

Printed by the Research Creativity and Innovation Fund (RCI Fund) of Ministry of Education, Youth and Sport, the Kingdom of Cambodia.

Enquiries about the book:

Author: Thavrak Huon, Ph.D.

Mobile phone (+855) 17 381 080

Email: huonth@rua.edu.kh

បុព្វកថា

ដំណើរអភិវឌ្ឍនៃព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជានៅក្នុងយុគសម័យទំនើបនេះ ជាមេរៀនដ៏ជោគជ័យបំផុតមួយ ដែលចាប់ឫសគល់ចេញពីការបញ្ចប់របបប្រល័យពូជសាសន៍ ការបញ្ចប់សង្គ្រាម ការផ្សះផ្សារជាតិ ការកសាងមូលដ្ឋានរឹងមាំនៃសន្តិភាពនិងស្ថេរភាព និងការអភិវឌ្ឍសេដ្ឋកិច្ច។ នៅក្រោយពេលដែលសន្តិភាពត្រូវបានកើតឡើងដោយបរិបូរណ៍នៅឆ្នាំ១៩៩៨ កម្ពុជាទទួលកំណើនសេដ្ឋកិច្ចខ្ពស់ គឺប្រមាណ៨% ក្នុងមួយឆ្នាំ។ លើសពីនេះទៀត អត្រានៃភាពក្រីក្រត្រូវបានកាត់បន្ថយពីប្រមាណ៥៣% នៅឆ្នាំ២០០៤ មកនៅទាបជាង១០% នៅឆ្នាំ២០១៩។ ដំណើរនៃការអភិវឌ្ឍជាតិជាសកម្មភាពដែលបន្តទៅមុខជាប់ជានិច្ច ហើយគោលនយោបាយថ្មីៗដែលមានលក្ខណៈអន្តរវិស័យគ្រប់ដណ្ដប់ក៏កំពុងលេចរូបរាងឡើង ដើម្បីតម្រង់ទិសកម្ពុជាឆ្ពោះទៅកាន់ប្រទេសមានប្រាក់ចំណូលមធ្យមកម្រិតខ្ពស់នៅឆ្នាំ២០៣០ និងឈានឡើងជាប្រទេសមានប្រាក់ចំណូលខ្ពស់ នៅឆ្នាំ២០៥០។ ការប្រែប្រួលឆាប់រហ័សនៃនិម្មាបនកម្មពិភពលោកនិងតំបន់ រួមទាំងទំនាក់ទំនងភូមិសាស្ត្រនយោបាយ បានផ្ដល់កាលានុវត្តភាពសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍឧស្សាហកម្មនៅកម្ពុជា ដែលត្រូវបានរាជរដ្ឋាភិបាលចាត់ទុកជាមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃកំណើនសេដ្ឋកិច្ចកម្ពុជា។ រាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជាបាន និងកំពុងបន្តពង្រឹងនិងអភិវឌ្ឍវិស័យអប់រំឆ្ពោះទៅរកការស្រាវជ្រាវនិងនវានុវត្តន៍ ដើម្បីពង្រឹងសមត្ថភាពនិងជំនាញរបស់ធនធានមនុស្សនៅកម្ពុជា ឱ្យស្របទៅនឹងបរិបទថ្មីនៃការអភិវឌ្ឍ ជាពិសេសការពង្រឹងសហគ្រិនភាពក្នុងការរៀបចំម៉ូដែលធុរកិច្ចថ្មីៗ។ ដើម្បីចាប់យកកាលានុវត្តភាពពីបដិវត្តន៍ឧស្សាហកម្មទី៤ និងសេដ្ឋកិច្ចឌីជីថលដែលកំពុងផុសផុលឡើង ប្រព័ន្ធអេកូឡូហ្ស៊ីដែលបង្កលក្ខណៈអំណោយផលដល់ការបង្កើតថ្មី នវានុវត្តន៍ ការស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍន៍ត្រូវតែមានការកែលម្អ។

បណ្ដាប្រទេសនៅទ្វីបអាស៊ីកំពុងនាំមុខក្នុងការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ ដោយមានភាគហ៊ុនប្រមាណ៤៤% នៃការវិនិយោគទាំងមូលរបស់ពិភពលោក។ ប្រទេសចិនកំពុងបន្តកសាងហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធនៃការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ ក៏ដូចជាសមត្ថភាពមនុស្ស។ ផ្ទុយទៅវិញប្រទេសនៅទ្វីបអាមេរិកខាងត្បូងនិងអាហ្វ្រិក កំពុងស្ថិតនៅឆ្ងាយពីការវិនិយោគនេះ ហើយជាលទ្ធផលប្រទេសទាំងនោះក៏ពុំមានកំណើនសេដ្ឋកិច្ចគួរឱ្យកត់សម្គាល់ដែរ។ ទុនវិនិយោគសរុបលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍរបស់ប្រទេសនៅទ្វីបអាមេរិកខាងត្បូងនិងអាហ្វ្រិក មានប្រមាណ៥%នៃការវិនិយោគទាំងមូលរបស់ពិភពលោក ក្នុងពេលដែលតំបន់ទាំង២នេះមានប្រជាជនប្រមាណ២០%នៃប្រជាជនពិភពលោក។ ប្រទេសចំនួន៦ដែលមានលំដាប់ខ្ពស់ជាងគេនៅក្នុងការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ រួមមានសហរដ្ឋអាមេរិក ចិន ជប៉ុន អាល្លឺម៉ង់ ឥណ្ឌា និងកូរ៉េខាងត្បូង ដែលស្មើនឹងប្រមាណ៧០%នៃទុនវិនិយោគសរុបរបស់ពិភពលោក។

តើចំណេះដឹង ផលិតផល និងសេវាកម្មថ្មីទាំងនេះកើតឡើងពីអ្វី? ហើយកើតឡើងដោយរបៀបណា? ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជាកំពុងតែកសាងមូលដ្ឋានសម្រាប់ការត្រៀមខ្លួនទទួល និងប្រកួតប្រជែងក្នុងយុគសម័យបដិវត្តឧស្សាហកម្មទី៤ នៅក្នុងសេដ្ឋកិច្ចដែលផ្អែកលើពុទ្ធិ ហើយដែលប្រការនេះ

ចាំបាច់តម្រូវឱ្យពលរដ្ឋកម្ពុជា ត្រូវក្លាយខ្លួនជាពលរដ្ឋឌីជីថល ពលរដ្ឋសកល និងពលរដ្ឋដែលប្រកបដោយការទទួលខុសត្រូវ ដែលមានសមត្ថភាពក្នុងការផលិត ចែកចាយ និងប្រើប្រាស់ពុទ្ធិដើម្បីទទួលមនុញ្ញផល និងរួមចំណែកក្នុងកំណើន។ ធនាគារពិភពលោកបានធ្វើការកត់សម្គាល់តាំងពីឆ្នាំ២០០២នូវបម្លាស់ប្តូរនៃមូលដ្ឋានសេដ្ឋកិច្ច ពីសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើកម្លាំងពលកម្ម 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 ពិសេសគឺពុទ្ធិសម្បទាក្នុងបុព្វហេតុនៃមនុស្សជាតិនិងឧត្តមប្រយោជន៍នៃប្រទេស។ សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិ គឺពុំគ្រាន់តែជាសង្គមដែលសម្បូរព័ត៌មានប៉ុណ្ណោះទេ តែជាសង្គមដែលប្រជាពលរដ្ឋអាចធ្វើបរិវត្តកម្មពីព័ត៌មានទៅជាមូលធនប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព។ ការរីកចម្រើនទៅមុខជាលំដាប់នៃបច្ចេកវិទ្យានិងតំណភ្ជាប់ បានពង្រីកព្រំដែននៃការចូលទៅកាន់ និងការទទួលបានព័ត៌មានជាសកល ហើយដែលក្នុងន័យនេះ ការអប់រំនឹងបន្តវិវត្តទៅមុខនិងមានការផ្លាស់ប្តូរ។ សង្គមមួយដែលមានអំណាន និងរបាប់ជាបុរេលក្ខខណ្ឌនៃជីវភាពប្រចាំថ្ងៃនៃប្រជាពលរដ្ឋ ពេលនោះបំណិននៃអំណាន និពន្ធ និងការគណនាលេខនព្វន្ត គឺជាចលករនៃការរៀនរបស់សិស្ស។ ធាតុដ៏ចម្បងមួយដែលស្ថិតនៅក្នុងការកសាងសង្គមដែលប្រកបដោយពុទ្ធិគឺសៀវភៅសិក្សា ហើយការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សាជាប្រចាំ គឺជានវានុវត្តន៍នៃវិស័យអប់រំដែលនាំទៅរកការសិក្សាពេញមួយជីវិត ការអភិវឌ្ឍសម្បទាអប់រំ និងការចែករំលែកចំណេះដឹង។ មូលដ្ឋានអប់រំ ជាពិសេសគឺគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សាត្រូវមានតួនាទីដែលប្រកបដោយការឆ្លើយតប ចំពោះតម្រូវការខាងលើនេះ។ សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងបុគ្គលិកអប់រំត្រូវបន្តសិក្សាជាប់ជានិច្ច តាមរយៈការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ហើយដែលសៀវភៅសិក្សាទាំងនេះនឹងក្លាយជាស្ពាននៃទំនាក់ទំនងរវាងនវានុវត្តន៍នៃបច្ចេកវិទ្យា និងការរៀននិងបង្រៀននៅក្នុងថ្នាក់រៀន។

សង្គមដែលប្រកបពុទ្ធិ ក៏ជាសង្គមដែលបណ្តុះឱ្យមានរចនាសម្ព័ន្ធទន់នៃសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើពុទ្ធិដែរ។ ឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែងនៃបែបផែននេះរួមមាន Silicon Valley នៃសហរដ្ឋអាមេរិក សួនឧស្សាហកម្មវិស្វកម្មអាកាសយានយន្តនិងយានយន្តនៅទីក្រុង Munich ប្រទេសអាល្លឺម៉ង់ តំបន់ជីវបច្ចេកវិទ្យានៅក្រុង Hyderabad ប្រទេសឥណ្ឌា តំបន់ផលិតគ្រឿងអេឡិចត្រូនិកនិងសារគមនាគមន៍ឌីជីថលនៅទីក្រុង Seoul ប្រទេសកូរេខាងត្បូង ក៏ដូចជាសួនឧស្សាហកម្មថាមពល និងឥន្ទនគីមីសាស្ត្រនៃប្រទេសប្រេស៊ីល ហើយក៏នៅមានទីក្រុងនៃប្រទេសជាច្រើនទៀតនៅលើពិភពលោក។ លក្ខណៈសម្បត្តិ

នៃទីក្រុងទាំងនេះគឺការប្រើប្រាស់និន្នាការនៃការអភិវឌ្ឍដែលជំរុញ និងតម្រង់ទិសដោយចំណេះដឹង ហើយដែលចំណេះដឹងទាំងនោះកើតចេញជាដំបូងពីការវិនិយោគទៅលើគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា ស្ថាប័នស្រាវជ្រាវ មជ្ឈមណ្ឌលឧត្តមភាពនៃជំនាញជាន់ខ្ពស់ ការប្រកួតប្រជែងដោយគុណាធិបតេយ្យ និងជាពិសេសគឺការបណ្ដុះវប្បធម៌អំណាននិងនិពន្ធសៀវភៅ។ ល្បឿននៃការរីកចម្រើនផ្នែកពុទ្ធិ និងបច្ចេកវិទ្យាកំពុងមានសន្ទុះលឿនជាងអ្វីដែលសិស្ស និងនិស្សិតអាចទទួលបានពីគ្រូនៅគ្រឹះស្ថានសិក្សា ដែលធ្វើឱ្យគោលដៅនៃការអប់រំនៅពេលបច្ចុប្បន្ននេះ មានការប្រឈមខ្លាំងជាងពេលណាទាំងអស់។ ឧទាហរណ៍ ក្នុងមួយឆ្នាំ មានសៀវភៅជាង២,២លានចំណងជើង ត្រូវបានសរសេរនិងបោះពុម្ព ដែលក្នុងនោះប្រទេសចិនមាន៤៤០ពាន់ ចំណែកឯសហរដ្ឋអាមេរិកមាន៣០៥ពាន់ និងប្រទេសរុស្ស៊ីមាន១២០ពាន់ចំណងជើង។

ខណៈពេលដែលបច្ចេកវិទ្យាកំពុងរីកចម្រើនជារៀងរាល់ថ្ងៃ មធ្យោបាយសម្រាប់អំណានក៏មានច្រើនជម្រើសសម្រាប់សិស្ស-និស្សិត និងសាធារណៈជន រួមមានការអានសៀវភៅ ការអានលើឧបករណ៍អេឡិចត្រូនិក ការអានដោយប្រើទូរសព្ទវៃឆ្លាត និងការអានលើកុំព្យូទ័រ ដែលសុទ្ធសឹងជាមធ្យោបាយសំខាន់ៗដែលនាំអ្នកអានទាំងឡាយឱ្យសម្រេចគោលបំណងអានរបស់ខ្លួន។ ម្យ៉ាងវិញទៀត អំណានដោយប្រើមធ្យោបាយបច្ចេកវិទ្យាទំនើប ចំណាយពេលតិច ងាយស្រួលអាន និងជួយដល់បរិស្ថានមួយកម្រិតទៀត។ នាពេលបច្ចុប្បន្ន សិស្ស-និស្សិត និងសាធារណៈជនកម្ពុជាដែលស្រឡាញ់អំណានកំពុងតែប្រើប្រាស់មធ្យោបាយអំណានទាំងនេះ។ បើយើងក្រឡេកមើលទៅប្រទេសជឿនលឿន ទោះបីជាបច្ចេកវិទ្យារីកចម្រើនខ្លាំងយ៉ាងណា អំណានតាមរយៈសៀវភៅនៅតែមានសន្ទុះដដែល។ ម្យ៉ាងវិញទៀត បច្ចេកវិទ្យាអានបែបទំនើបតាមរយៈឧបករណ៍ទំនើប អាស្រ័យលើលទ្ធភាពនៃធនធានអប់រំឌីជីថល និងមាតិកាឌីជីថលគ្រប់គ្រាន់ដែលបានផលិត និងបង្ហោះចែកចាយសម្រាប់អំណាន។

ក្នុងបរិបទកម្ពុជា ជាពិសេសក្នុងបរិការណ៍នៃការផ្ទុះរីករាលដាលនៃជំងឺកូវីដ-១៩ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានជំរុញឱ្យមានបរិវត្តកម្មឌីជីថលនៅក្នុងអេកូស៊ីស្ដែមនៃការអប់រំ ជាពិសេសការអប់រំតាមប្រព័ន្ធអេឡិចត្រូនិកនិងការអប់រំពីចម្ងាយ ដើម្បីលើកកម្ពស់អំណាន តាមរយៈការផលិតមាតិកាឌីជីថលដែលមានភាពចំរុះ ការកសាងសមត្ថភាពផ្នែកតំណភ្ជាប់និងវេទិកាឌីជីថល ការពង្រីកវិសាលភាពនៃមជ្ឈមណ្ឌលទិន្នន័យ និងការលើកកម្ពស់គុណភាពនៃការផលិតធនធានអប់រំឌីជីថល គួបផ្សំជាមួយការចែកសន្លឹកកិច្ចការឱ្យសិស្សយកទៅរៀននៅផ្ទះ និងការចុះទៅជួបជាមួយសិស្សជាបណ្ដុំនៅតាមសហគមន៍។ ក្នុងន័យលើកកម្ពស់អំណាន និងភាពសម្បូរបែបនៃធនធានសៀវភៅសិក្សា ឱ្យកាន់តែមានប្រសិទ្ធភាពនិងភាពសក្ដិសិទ្ធិ និងផ្ដល់ឱកាសអំណានកាន់តែច្រើនថែមទៀតដល់សិស្សានុសិស្ស និស្សិត និងសាធារណៈជន ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាលើកទឹកចិត្តនូវចំណុចមួយចំនួនដូចខាងក្រោម៖

១. សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងបុគ្គលិកអប់រំ សូមបន្តនិងបង្កើនការបោះពុម្ពស្នាដៃបន្ថែមទៀត ដើម្បីធ្វើឱ្យធនធានសម្រាប់អំណានកាន់តែសម្បូរបែប ជាពិសេសធនធានអំណានជាខេមរភាសា

២. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា សូមផ្តល់លទ្ធភាពគ្រប់បែបយ៉ាង ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់ និងនិស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សាអាចចូលរួមអាន និងសិក្សាស្រាវជ្រាវតាមគ្រប់លទ្ធភាពជាមួយធនធានអំណាន ជាពិសេសការរៀបចំឱ្យមានពេលវេលាសម្រាប់សហសិក្សា និងអំណានក្នុងបណ្ណាល័យ
៣. សាស្ត្រាចារ្យតាមមុខវិជ្ជា និងអ្នកស្រាវជ្រាវតាមជំនាញឬវិស័យ ត្រូវរៀបចំដំណើរការរៀនបង្រៀន និងស្រាវជ្រាវដែលមានដាក់បញ្ចូលកិច្ចការស្វ័យសិក្សា សហសិក្សា ឬការស្រាវជ្រាវបណ្ណាល័យដែលតម្រូវឱ្យនិស្សិត ត្រូវអាននិងស្រាវជ្រាវជាមួយធនធានអំណាន
៤. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងមជ្ឈមណ្ឌលស្រាវជ្រាវ ត្រូវខិតខំឱ្យអស់លទ្ធភាពក្នុងការបង្កើតបណ្ណាល័យ មជ្ឈមណ្ឌលរក្សាឯកសារ ឬមជ្ឈមណ្ឌលអប់រំឌីជីថលជាដើម ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់និងនិស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សាអាចទទួលបាន និងស្វែងរកប្រភពសម្រាប់អំណានកាន់តែសម្បូរបែប និងមានភាពបត់បែន ឆ្លើយតបតាមតម្រូវការអ្នកអាន
៥. និស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សាត្រូវខិតខំនិងចំណាយពេលវេលាដើម្បីអាន និងចាត់ទុកវប្បធម៌និងអកប្បកិរិយាអំណានជាផ្នែកមួយ នៃពេលវេលានិងភាពស៊ីវិល័យនៃជីវិតប្រចាំថ្ងៃ
៦. បងប្អូនជនរួមជាតិ ដែលជាមាតាបិតា ឬអ្នកអាណាព្យាបាល សូមជួយជំរុញនិងបង្កលក្ខណៈកាន់តែច្រើនថែមទៀត 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 ជាអាទិភាពសម្រាប់ការគាំទ្រដោយមូលនិធិចំនួន៣ រួមមានឌីជីថលនីយកម្មសម្រាប់បដិវត្តឧស្សាហកម្ម៤.0 (Digitalization for IR.4.0) ការស្រាវជ្រាវអនុវត្តលើវិស័យកសិកម្ម (Applied Agricultural Research) និងការស្រាវជ្រាវគរុកោសល្យសតវត្សទី២១ (21st Century Pedagogy Research)។

ដោយមានការធ្វើអាទិភាពរូបនីយកម្មទៅលើទិសដៅ នៃការប្រើប្រាស់ថវិកាមូលនិធិសម្រាប់ឆ្នាំ២០២០ ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ និងក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានផ្តល់ការគាំទ្រដល់ការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សា (Text book) ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ គោលបំណងនៃការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា គឺដើម្បីបង្កើនបរិមាណ លើកកម្ពស់គុណភាព និងពង្រីកសមធម៌នៃធនធានសិក្សាជាខេមរភាសា ជូនដល់និស្សិត

ដែលកំពុងបន្តការសិក្សា និងត្រៀមខ្លួនធ្វើការស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ លើសពីនេះទៀត ការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា មានគោលដៅដូចខាងក្រោម ៖

១. ឆ្លើយតបជាបន្ទាន់ចំពោះការខ្វះខាតធនធានសិក្សា ដែលជាតម្រូវការសិក្សារបស់និស្សិតនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា

២. លើកកម្ពស់ទំនើបភាវូបនីយកម្ម និងឧត្តមានុវត្តន៍នៃការរៀននិងបង្រៀន និងការស្រាវជ្រាវនៅលើមុខវិជ្ជា កម្មវិធីសិក្សា ឬមុខជំនាញជាក់លាក់

៣. បង្កើនភាពស៊ីជម្រៅក្នុងការកសាងវិជ្ជាជីវៈនិងបទពិសោធន៍សម្រាប់បានសាស្ត្រាចារ្យ និងអ្នកស្រាវជ្រាវ

៤. 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 ហើយត្រូវតែតម្កល់យ៉ាងតិច២ច្បាប់នៅក្នុងបណ្ណាល័យ ឬអាចរកបានតាមប្រព័ន្ធអេឡិចត្រូនិក។ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា លើកទឹកចិត្តបន្ថែមទៀតជូនដល់គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សារដ្ឋ និងឯកជនដែលបានស្នើសុំថវិកាមូលនិធិ ស.គ.ន រួច សូមចូលរួមបន្ថែមទៀតដើម្បីបង្កើនចំនួនចំណងជើងសៀវភៅ។ ចំណែកគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សារដ្ឋ និងឯកជនដែលពុំទាន់បានដាក់ពាក្យស្នើសុំថវិកាមូលនិធិ ដើម្បីរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា សូមរួសរាន់ចូលរួមដើម្បីជាគុណប្រយោជន៍ដល់តម្រូវការដ៏ទទូចនិងថ្លៃថ្លានៃនិស្សិតកម្ពុជាក្នុងការសិក្សា និងស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។

សេចក្តីបញ្ជាក់
នៃមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍

សៀវភៅសិក្សានេះជាលទ្ធផលនៃការស្នើសុំអនុវត្តថវិកាមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ក្នុងគម្រោងរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ សៀវភៅសិក្សានេះ ត្រូវបានរៀបរៀង និពន្ធ ឬកែលម្អដោយមានការធានាអះអាងថាជាស្នាដៃរបស់អ្នកនិពន្ធផ្ទាល់ និងបានឆ្លងកាត់ត្រួតពិនិត្យ ផ្តល់យោបល់ និងវាយតម្លៃដោយក្រុមប្រឹក្សាអប់រំ ក្រុមប្រឹក្សាស្រាវជ្រាវ ឬក្រុមប្រឹក្សាដែលមានតម្លៃស្មើនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងតាមរយៈកិច្ចសន្យាដែលបានធ្វើឡើង និងដែលបានតម្កល់ទុកនៅមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍។ រាល់ខ្លឹមសារ ការបកស្រាយ ឬរូបភាព ដែលមាននៅក្នុងសៀវភៅនេះ គឺជាជំហរនិងទស្សនៈផ្ទាល់របស់អ្នកនិពន្ធ ហើយពុំឆ្លុះបញ្ចាំង ឬជាតំណាងដល់មូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ នៃក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាឡើយ។

សេចក្តីថ្លែងអំណរគុណ

ខ្ញុំបាទសូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅ ជូនចំពោះ

- ឯកឧត្តមសាស្ត្រាចារ្យបណ្ឌិត **ង៉ោ ប៊ុនថាន** សាកលវិទ្យាធិការនៃសាកលវិទ្យាល័យ ភូមិន្ទកសិកម្ម និងថ្នាក់ដឹកនាំសាកលវិទ្យាល័យទាំងអស់
- ឯកឧត្តម **សាន ខឡូនា** អនុរដ្ឋលេខាធិការនៃក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា
- ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា និង មូលនិធិស្រាវជ្រាវគំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍
- គណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យមានលោកសាស្ត្រាចារ្យរងបណ្ឌិត **ហែម ផារ៉ាត** (ប្រធាន) លោកសាស្ត្រាចារ្យរង **គង់ ថុង** (អនុប្រធាន) និងលោកបណ្ឌិត **ប៊ុនតុង បូរ៉ារិន** (សមាជិក)
- ថ្នាក់ដឹកនាំ មន្ត្រីរាជការ សាស្ត្រាចារ្យ និងបុគ្គលិកទាំងអស់នៅមហាវិទ្យាល័យកសិឧស្សាហកម្មនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- ថ្នាក់ដឹកនាំ មន្ត្រីរាជការ និងបុគ្គលិកទាំងអស់នៅផ្នែកស្រាវជ្រាវ និងផ្សព្វផ្សាយ នៃសាកល វិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- ថ្នាក់ដឹកនាំ មន្ត្រីរាជការ សាស្ត្រាចារ្យ និងបុគ្គលិកទាំងអស់នៅផ្នែកថ្នាក់ឆ្នាំសិក្សាមូលដ្ឋានសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

ខ្ញុំបាទសូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅចំពោះមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និង នវានុវត្តន៍ នៃក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា ដែលផ្តល់នូវថវិកាគាំទ្រដល់ការរៀបចំ និងបោះពុម្ព សៀវភៅនេះ។ ខ្ញុំបាទក៏សូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅជាទីបំផុតជូនចំពោះលោកគ្រូ អ្នកគ្រូ សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងអ្នកនិពន្ធសៀវភៅ ឯកសារពាក់ព័ន្ធនឹងគីមីជីវវិទ្យាមុនៗទាំងអស់ ដែលបានខិតខំបង្ហាត់បង្រៀន និងបោះពុម្ពសៀវភៅ ឯកសារពាក់ព័ន្ធនឹងគីមីជីវវិទ្យា។ សូមអរគុណ ជាអនេកចំពោះ **កញ្ញា ប៉ែន សុខចាន់** ជាលេខាធិការ និងជាជំនួយការក្នុងការរៀបចំសៀវភៅនេះ។ ជាពិសេស សៀវភៅមួយនេះអាចលេចរូបរាងឡើងបាន ក៏អាស្រ័យដោយមានការជួយជំរុញ និងលើក ទឹកចិត្តពីឧត្តមភរិយារបស់ខ្ញុំបាទ សូមអរគុណ ប្រពន្ធសម្លាញ់។

អារម្ភកថា

សៀវភៅគីមីជីវវិទ្យានេះត្រូវបានសំយោគចេញពីសៀវភៅ និងឯកសារពាក់ព័ន្ធនឹងគីមីជីវវិទ្យា ជាច្រើន ដែលត្រូវបានបកប្រែជាខេមរភាសា ដើម្បីផ្តល់នូវភាពងាយស្រួលក្នុងទទួលបាននូវចំណេះដឹង ពីសំណាក់សិស្ស និស្សិត អ្នកស្រាវជ្រាវ ឬពលរដ្ឋកម្ពុជា។ សៀវភៅគីមីជីវវិទ្យាមួយនេះ គឺជាសៀវភៅមូលដ្ឋានគ្រឹះដែលមាន ៦ ជំពូកសំខាន់ៗនឹងផ្តល់ឱ្យសិស្ស និស្សិត ទទួលបាននូវចំណេះដឹងពាក់ព័ន្ធនឹងម៉ូលេគុលទឹក ប្រូតេអ៊ីន អង់ស៊ីម វីតាមីន កាបូអ៊ីដ្រាត លីពីត និង អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច។

ការបោះពុម្ពលើកទីមួយនៃសៀវភៅគីមីជីវវិទ្យាជាខេមរភាសាមួយនេះ អាចមានកំហុសខុសឆ្គងខ្លះៗជាយថាហេតុ ជាពិសេសការប្រើពាក្យពេជន៍ ឬក៏ឃ្លាប្រយោគមួយចំនួន។ ដូចនេះ ខ្ញុំបាទរង់ចាំទទួលនូវការមតិយោបល់ក្នុងការជួយកែលម្អ ដើម្បីធ្វើឱ្យសៀវភៅមូលដ្ឋានគ្រឹះមួយនេះមានភាពល្អប្រសើរ សម្រាប់ការបោះពុម្ពជាបន្តបន្ទាប់ទុកជូនកូនខ្មែរជំនាន់ក្រោយ។

ថ្ងៃ ខែ ឆ្នាំឆ្លូវ ត្រីស័ក ព.ស ២៥៦៥

រាជធានីភ្នំពេញ ថ្ងៃទី ខែ ឆ្នាំ២០២១

អ្នកនិពន្ធ

បណ្ឌិត ហួន ថាវរៈ

មាតិកា

បុព្វកថា និងសេចក្តីបញ្ជាក់នៃមូលនិធិ

ទំព័រ

សេចក្តីថ្លែងអំណរគុណ...i

អារម្ភកថា...ii

បញ្ជីពាក្យសរសេរកាត់...vi

ជំពូកទី១ ម៉ូលេគុលទឹក

១.១ សេចក្តីផ្តើម ១

១.២ ម៉ូលេគុលទឹក... ២

១.៣ ប្រតិកម្មខ្សោយនៅក្នុងសូលុយស្យុងរាវ ៣

១.៣.១ កំហាប់សូលុយស្យុងរាវ ១០

១.៣.២ កំហាប់សូលុយស្យុងគិតជាភាគរយ...១០

១.៣.៣ កំហាប់ជាម៉ូល (mole) ឬ កំហាប់ molarity...១១

១.៣.៤ pH នៃសូលុយស្យុង... ១៣

១.៤ អ៊ីយ៉ុងកម្មនៃទឹក អាស៊ីតខ្សោយ បាសខ្សោយ ១៥

ជំពូកទី២ ប្រូតេអ៊ីន

២.១ អាស៊ីតអាមីនេ (Amino acids)... ១៦

២.២ ប៉ិបទីត និងប្រូតេអ៊ីន (Peptides and proteins) ២០

២.៣ ទម្រង់ប្រូតេអ៊ីន...២១

២.៤ តួនាទីរបស់ប្រូតេអ៊ីន...២២

២.៥ ប្រតិកម្មគីមីនៃប្រូតេអ៊ីន ២៣

២.៦ ការបន្សុទ្ធប្រូតេអ៊ីន (Protein purification)... ២៤

២.៦.១. មូលដ្ឋានគ្រឹះនៃការបន្សុទ្ធប្រូតេអ៊ីន...២៤

២.៦.២. វិធីសាស្ត្រនៃការបន្សុទ្ធប្រូតេអ៊ីន...២៦

ជំពូកទី ៣ អង់ស៊ីម និងវីតាមីន

៣.១. អង់ស៊ីម ២៩

៣.២. ចំណែកថ្នាក់អង់ស៊ីម ៣០
៣.៣ ប្រតិកម្មគីមីនៃអង់ស៊ីម ៣៣
៣.៤ សារៈសំខាន់នៃអង់ស៊ីម ៣៧
    ៣.៤.១ ឥទ្ធិពលផ្សេងៗទៅលើអង់ស៊ីម ៣៧
៣.៥ វីតាមីន ៣៨
    ៣.៥.១ លក្ខណៈទូទៅនៃវីតាមីន ៣៨
    ៣.៥.២ ប្រភេទ និងប្រភពនៃវីតាមីន ៣៩
    ៣.៥.៣ សារៈប្រយោជន៍នៃវីតាមីន ៤១
    ៣.៥.៤ តម្រូវការ និងសុវត្ថិភាពនៃវីតាមីន ៤៧

ជំពូកទី ៤ កាបូអ៊ីដ្រាត

៤.១ សេចក្តីផ្តើម ៥១
៤.២ ចំណាត់ថ្នាក់នៃកាបូអ៊ីដ្រាត ៥១
៤.៣ ម៉ូណូសាក់ការីត ៥៤
    ៤.៣.១ ស្ករអាល់ដូស ៥៨
    ៤.៣.២ ស្ករខេតូស ៥៩
៤.៤ ឌីសាក់ការីត ៦០
    ៤.៤.១ ចំណងគ្លីកូស៊ីត ៦០
    ៤.៤.២ ស្ករ Sucrose ៦២
    ៤.៤.៣ ស្ករ Lactose ៦៣
    ៤.៤.៤ ស្ករ Maltose ៦៤
    ៤.៤.៥ ស្ករ Trehalose ៦៦
    ៤.៤.៦ ស្ករ Melibiose ៦៧
៤.៥ ប៉ូលីសាក់ការីត ៦៨
៤.៦ មុខងារប៉ូលីសាក់ការីត ៧១
    ៤.៦.១ ស្តុកទុកថាមពល ៧១
    ៤.៦.២ សារធាតុសាងសង់ ៧៣
៤.៧ កាបូអ៊ីដ្រាតស៊ាំញុំា ៧៦
    ៤.៧.១ ពពួក Glycoproteins ៧៦

៤.៧.២ ពពួក Glycolipids ៧៧
៤.៨ ប្រតិកម្មបណ្តូររូបជាតុកាបូអ៊ីដ្រាត (Carbohydrate Metabolism) ៧៧
៤.៨.១ ប្រតិកម្មសំយោគ (Anabolic pathways)........ ៧៧
៤.៨.១ ប្រតិកម្មបំបែក (Catabolic pathways)........ ៧៨

ជំពូកទី៥ លីពីត

៥.១ សេចក្តីផ្តើម ៧៩
៥.២ ចំណាត់ថ្នាក់លីពីត ៨០
៥.៣ តួនាទីលីពីត ៨០
៥.៣.១ ពពួកលីពីតស្តុកទុកថាមពល........ ៨១
៥.៣.២ ពពួកលីពីតសាងសង់ ៨១
៥.៤ អាស៊ីតខ្លាញ់ ៨៣
៥.៤.១ អាស៊ីតខ្លាញ់ឆ្អែត........ ៨៤
៥.៤.២ អាស៊ីតខ្លាញ់មិនទាន់ឆ្អែត (Unsaturated fatty acids)........ ៨៦

ជំពូកទី ៦ អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច

៦.១ នុយក្លេអូទីត និងអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច ៩៧
៦.១.១ នុយក្លេអូទីត (Nucleotides) Nucleosides និង Bases ៩៧
៦.២ ទម្រង់គីមីនៃអាស៊ីតដេអុកស៊ីរីបូនុយក្លេអ៊ិច និងអាស៊ីតរីបូនុយក្លេអ៊ិច........ ១០២
៦.៣ តួនាទីនៃអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច ១០៥
៦.៣.១ ការស្តុកទុកនូវព័ត៌មាន (Stores information)........ ១០៥
៦.៣.១ ការបញ្ជូននូវព័ត៌មាន (transfers information)........ ១០៥

បណ្ណាល័យសាស្រ្ត

បញ្ជីពាក្យសរសេរកាត់

ពាក្យសរសេរកាត់		ការពន្យល់
– g/m^3	៖	ក្រាមក្នុងមួយម៉ែតគីប
– ^{0}C	៖	អង្សាសេ
– g	៖	ក្រាម
– ml	៖	មីលីលីត្រ
– g/ml	៖	ក្រាមក្នុងមួយមីលីលីត្រ
– mg	៖	មីលីក្រាម
– mg/1	៖	មីលីក្រាមក្នុងមួយថ្ងៃ
– mcg/1	៖	មីក្រូក្រាមក្នុងមួយថ្ងៃ

ជំពូកទី១
ម៉ូលេគុលទឹក

១.១ សេចក្តីផ្តើម

ទឹក គឺជាម៉ូលេគុលដែលមានច្រើនសន្ធឹកសន្ធាប់នៅលើភពផែនដី ពោលគឺមានប្រហែល ៧០ ភាគរយ។ ក្នុងនោះមាន ៩៧ភាគរយ គឺជាទឹកសមុទ្រ ២ភាគរយ គឺជាទឹកកកនៅមហាសមុទ្រអាក់ទិក (Arctic oceans) និងមហាសមុទ្រអង់តាក់ទិក (Antarctic oceans) ចំណែក ១ភាគរយ គឺជាទឹកសាប។ ទឹកមានពីរប្រភេទ គឺទឹកសាប និងទឹកប្រៃ។ ក្នុងចំណោមទឹកសាប ១ភាគរយ គឺមាន០,២២ភាគរយ ជាទឹកស្ថិតក្នុងដែនដីក្រោមដី និង០,៧៨ភាគរយ ជាទឹកនៅលើផ្ទៃដី ដូចជាទឹកទន្លេ ស្ទឹង បឹងបួរ ស្រះត្រពាំង ជាដើម។ល។

តម្រូវការទឹកមានច្រើនណាស់ ដូចជា

- ការផលិតប្រេងឥន្ធនៈ ១ លីត្រ ត្រូវការទឹក ១០ លីត្រ
- ការផលិតក្រដាស ១ គីឡូក្រាម ត្រូវការទឹក ១០០ លីត្រ
- ការផលិតអង្ករ ១ គីឡូក្រាម ត្រូវការទឹក ៤៥០០ លីត្រ
- ការផលិតស៊ីម៉ងត៍ ១ តោន ត្រូវការទឹក ៤៥០០ លីត្រ
- ការផលិតផលិតដែក ១ តោន ត្រូវការទឹក ២ ម៉ឺនលីត្រ

ទឹក គឺមានសារៈសំខាន់បំផុតសម្រាប់ជីវិតមនុស្ស សត្វ និងរុក្ខជាតិទាំងអស់។ ទឹក គឺជាគ្រឿងផ្សំនៃអាហារដ៏សាមញ្ញបំផុត។ នៅក្នុងឧស្សាហកម្មចំណីអាហារ ទឹកត្រូវបានគេសម្អាតជាមុន មុននឹងយកវាមកប្រើប្រាស់។ ក្រោយពីប្រើប្រាស់រួច កាកសំណល់រាវត្រូវបានសំអាតមុននឹងចាក់បង្ហូរចូលប្រព័ន្ធបរិស្ថានធម្មជាតិ។ ទឹកចូលរួមនៅក្នុងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីស ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម និងការប្រើប្រាស់សារធាតុចិញ្ចឹម ដើម្បីផ្តល់ថាមពលសម្រាប់កោសិកាផ្សេងៗ។ ការបាត់បង់ជាតិទឹកនៅក្នុងសារពាង្គកាយភាវរស់អាចបណ្តាលឱ្យភាវរស់មានបញ្ហាសុខភាព ឬបណ្តាលឱ្យភាវរស់បាត់បង់ជីវិត។ ការបាត់បង់ទឹក ១០ ភាគរយ នៅក្នុងសារពាង្គកាយមនុស្ស គឺធ្វើឱ្យមនុស្សមានបញ្ហាសុខភាពធ្ងន់ធ្ងរ ចំណែកការបាត់បង់ជាតិទឹក ២០ភាគរយ អាចបណ្តាលឱ្យមនុស្សស្លាប់បាន។

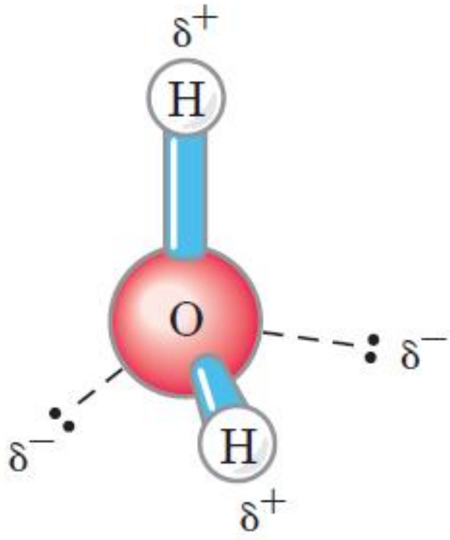
ទឹកក៏អាចបង្កើតឡើងនៅក្នុងសារពាង្គកាយរបស់ភាវរស់ផងដែរ។ ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មនៃចំណីអាហារនីមួយៗ ក៏បង្កើតបានជាទឹកផងដែរ។ ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មនៃលីពីត ១០០ក្រាម ផ្តល់នូវទឹកបាន ១០៧ក្រាម។ ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មនៃកាបូអ៊ីដ្រាត ១០០ក្រាម ផ្តល់នូវទឹកបាន ៥៥ក្រាម ចំណែកឯ ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មនៃប្រូតេអ៊ីន ១០០ក្រាម ផ្តល់នូវទឹកបាន ៤១ក្រាម ។

ទឹក គឺជាសារធាតុគីមី ដែលវាអាចមានជាទម្រង់រឹង រាវ និងឧស្ម័ន (ចំហាយទឹក)។

រូបភាព ១. លក្ខណៈរូបនៃទឹក

១.២ ម៉ូលេគុលទឹក

ទឹក គឺជាសារធាតុគីមីមួយ ដែលមានឈ្មោះគីមីថា អ៊ីដ្រូសែនអុកស៊ីត(Hydrogen oxide) ឬ ឌីអ៊ីដ្រូសែនម៉ូណូអុកស៊ីត (Dihydrogen monoxide)។ ម៉ូលេគុលទឹកមួយផ្សំឡើងដោយពីរអាតូមអ៊ីដ្រូសែន (Hydrogen) និងមួយអាតូមអុកស៊ីសែន (Oxygen)។ នៅក្នុងម៉ូលេគុលទឹក អាតូមអ៊ីដ្រូសែននីមួយៗភ្ជាប់ទៅនឹងអាតូមអុកស៊ីសែន ដោយសារចំណងកូវ៉ាឡង់ ឬក៏សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ (Covalent bond)។ អាតូមអ៊ីដ្រូសែននីមួយៗនៃម៉ូលេគុលទឹកមួយបានចែករំលែកមួយគូអេឡិចត្រុងជាមួយនឹងអាតូមអុកស៊ីសែននៅចំកណ្តាល។



រូបភាព ២. ទម្រង់ម៉ូលេគុលនៃម៉ូលេគុលទឹក

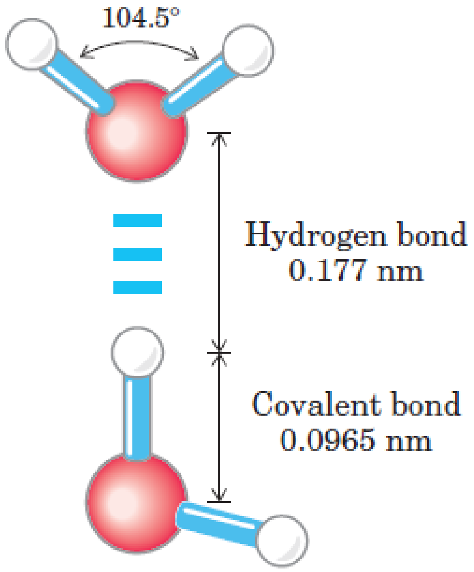
តាមរយៈប្រតិកម្មគីមីនៃទឹក ម៉ូលេគុលទឹកមួយបំបែកទៅជាឧស្ម័នអុកស៊ីសែន និងឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន។ នៅក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌប្រកប ឧស្ម័នទាំងពីរនេះនឹងទទួលរងនូវប្រតិកម្មជាមួយគ្នាបង្កើតបានជាម៉ូលេគុលទឹកវិញ។

$$2H_2O(l) \rightleftharpoons O_2(g) + 2H_2(g)$$

១.៣ ប្រតិកម្មខ្សោយនៅក្នុងសូលុយស្យុងរាវ

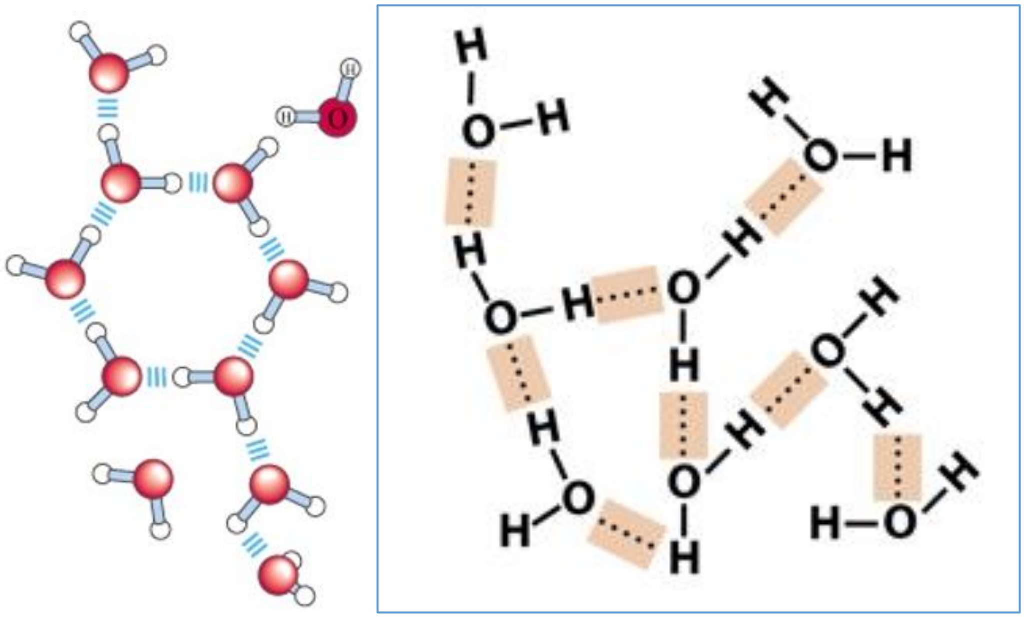
ចំណងអ៊ីដ្រូសែន(Hydrogen bonds) និងប្រតិកម្មវ៉ាន់ឌឺវ៉ាល(van der Waals interactions) គឺជាចំណងខ្សោយ ឬប្រតិកម្មខ្សោយ ប៉ុន្តែពួកគេមានឥទ្ធិពលខ្លាំងណាស់ លើទម្រង់ 3-D (three-dimensional structures)នៃពពួកប្រូតេអ៊ីន (proteins) ពពួកប៉ូលីសាក់ការីត(polysaccharides) ពពួកអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច(nucleic acids) និងពពួកលីពីតក្នុងភ្នាសកោសិកា(membrane lipids)។ ម៉ូលេគុលជីវសាស្ត្រប៉ូលែរ(Polar biomolecules)រលាយបានយ៉ាងងាយស្រួលនៅក្នុងទឹក ពីព្រោះវាអាចជំនួសអន្តរកម្មទឹកនិងទឹក(water-water interactions) ដោយមានអន្តរកម្មទឹកនិងអង្គធាតុរលាយ(water-solute interactions)ដែលមានអនុភាព។ ផ្ទុយទៅវិញ ពពួកម៉ូលេគុលជីវសាស្ត្រមិនប៉ូលែរ(nonpolar biomolecules) គឺពិបាករលាយនៅក្នុងទឹក ពីព្រោះវាមិនអាចជំនួសអន្តរកម្មទឹកនិងទឹក ដោយមានអន្តរកម្មទឹកនិងអង្គធាតុរលាយបានទេ។

ម៉ូលេគុលទឹកនីមួយៗភ្ជាប់គ្នាទៅវិញទៅមកតាមរយៈចំណងអ៊ីដ្រូសែន (Hydrogen bond)។ ចំណងអ៊ីដ្រូសែនរវាងម៉ូលេគុលទឹកនីមួយៗផ្តល់នូវកម្លាំងស្អិត ដែលធ្វើឱ្យទឹកក្លាយជាអង្គធាតុរាវនៅសីតុណ្ហភាពធម្មតា ហើយវាអនុគ្រោះដល់ការជួយរៀបចំលំដាប់លំដោយម៉ូលេគុល ជាធម្មតាការជួយរៀបចំម៉ូលេគុលទឹកក្នុងទម្រង់ជាគ្រីស្តាល់ ពោលគឺទឹកកក។

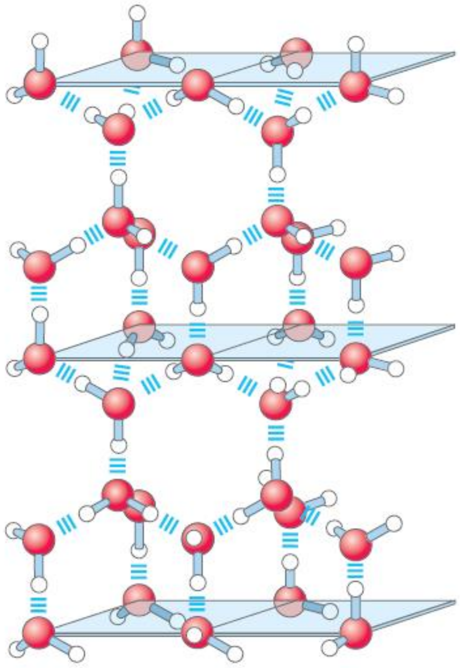


រូបភាព ៣. ចំណងអ៊ីដ្រូសែននៃម៉ូលេគុលទឹក

ក្នុងទឹករាវនៅសីតុណ្ហភាពធម្មតា(room temperature) និងសម្ពាធបរិយាកាស(atmospheric pressure) ម៉ូលេគុលទឹកមិនត្រូវបានរៀបចំជារចនាសម្ព័ន្ធទេ និងវាមានចលនាឥតឈប់ឈរ ដូច្នេះម៉ូលេគុលនីមួយៗបង្កើតបានជាចំណងអ៊ីដ្រូសែន ដែលជាមធ្យមមានត្រឹមតែចំនួន ៣,៤។ ចំណែកនៅក្នុងទឹកកកវិញ ម៉ូលេគុលទឹកនីមួយៗត្រូវបានកំណត់ចន្លោះប្រហោងខ្យល់ និងបង្កើតជាចំណងអ៊ីដ្រូសែនបង្គ្រប់ចំនួន ៤។ ដង់ស៊ីតេទឹកកកគឺ ០,៩៣១ ក្រាម/ម^{៣} ដង់ស៊ីតេនេះប្រៀបធៀបជាមួយនឹងដង់ស៊ីតេទឹកគឺ ១,០០ ក្រាម/ម^{៣}។



រូបភាព ៤. ចំណងអ៊ីដ្រូសែននៃទឹករាវ



រូបភាព ៥. ចំណងអ៊ីដ្រូសែននៃទឹកកក

តារាង ១.ដង់ស៊ីតេនៃទឹក និងទឹកកក

	សីតុណ្ហភាព (°C)					
	0	20	40	60	80	100
ទឹក(water)	0.9998	0.9982	0.9922	0.9832	0.9718	0.9583

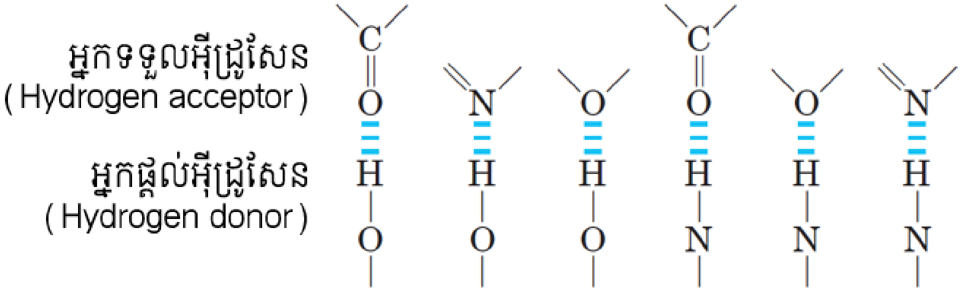
	សីតុណ្ហភាព (°C)					
	0	-5	-10	-15	-20	-25
ទឹកកក(ice)	0.9168	0.9171	0.9175	0.9178	0.9182	0.9188

ទឹកមានចំណុចបង្កក(melting point) ចំណុចរំពុះ(boiling point) និងកំដៅរំហួត (heat of vaporization) ខ្ពស់ជាងសារធាតុរំលាយទូទៅដទៃទៀត។

តារាង ២. ចំណុចបង្កក ចំណុចរំពុះ និងកំដៅរំហួតនៃសារធាតុរំលាយទូទៅមួយចំនួន

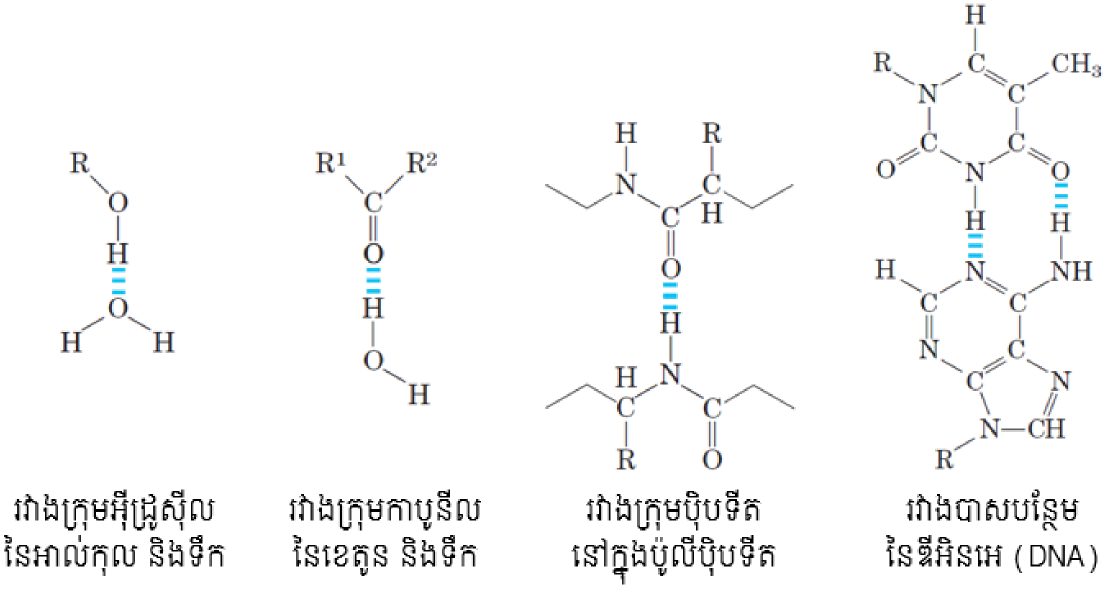
សារធាតុរំលាយ	ចំណុចបង្កក (°C)	ចំណុចរំពុះ(°C)	កំដៅរំហួត (J/g)
ទឹក (Water)	0	100	2,260
មេតាណុល (CH_3OH)	-98	65	1,100
អេតាណុល (CH_3CH_2OH)	-117	78	854
ប្រូប៉ាណុល ($CH_3CH_2CH_2OH$)	-127	97	687
ប៊ុយតាណុល ($CH_3(CH_2)_2CH_2OH$)	-90	117	590
អាសេតូន (CH_3COCH_3)	-95	56	523
អ៊ិចសាន ($CH_3(CH_2)_4CH_3$)	-98	69	423
បង់សែន (C_6H_6)	6	80	394
ប៊ុយតាន ($CH_3(CH_2)_2CH_3$)	-135	-0.5	381
ក្លរ៉ូហ្វម ($CHCl_3$)	-63	61	247

ទឹកបង្កើតចំណងអ៊ីដ្រូសែនជាមួយនឹងពពួកសារធាតុរលាយប៉ូលែរ (Polar Solutes)។ ចំណងអ៊ីដ្រូសែនមិនមែនមានតែមួយចំពោះទឹកទេ។ ពួកវាបង្កើតបានយ៉ាងងាយស្រួលរវាងអាតូមអេឡិចត្រុងអវិជ្ជមាន (ដែលជាអ្នកទទួលអ៊ីដ្រូសែន ហើយជាធម្មតា គឺជាអុកស៊ីសែន ឬអាសូតជាមួយនឹងគូតែមួយនៃអេឡិចត្រុង) និងអាតូមអ៊ីដ្រូសែនដែលបានចងភ្ជាប់ចំណងកូវ៉ាឡង់យ៉ាងស្អិតជាមួយអាតូមអេឡិចត្រុងអវិជ្ជមានផ្សេងទៀត (អ្នកផ្តល់អ៊ីដ្រូសែន) នៅក្នុងម៉ូលេគុលតែមួយ ឬម៉ូលេគុលផ្សេងទៀត។ អាតូមអ៊ីដ្រូសែន ដែលភ្ជាប់ចំណងកូវ៉ាឡង់ជាមួយនឹងអាតូមកាបូនមិនចូលរួមក្នុងការចងភ្ជាប់ចំណងអ៊ីដ្រូសែនទេ ព្រោះកាបូនមានអេឡិចត្រុងអវិជ្ជមាន(electronegative) ច្រើនជាងអ៊ីដ្រូសែនបន្តិច ដូច្នេះហើយ ចំណង C-H គឺជាប៉ូលែរខ្សោយខ្លាំងណាស់។



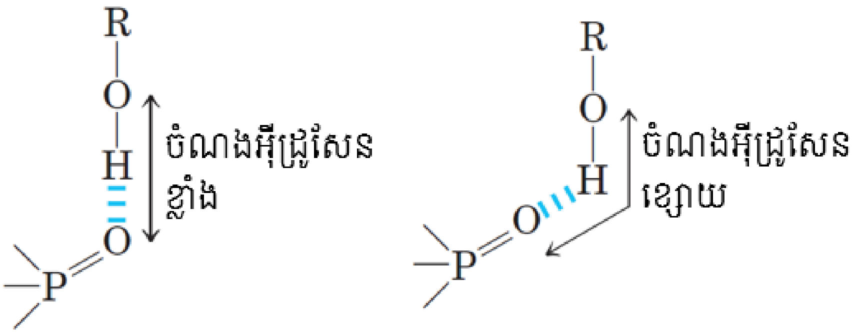
រូបភាព ៦. ចំណងអ៊ីដ្រូសែនទូទៅនៅក្នុងប្រព័ន្ធជីវសាស្ត្រ

ពពួកអាល់កុល ពពួកអាល់ដេអ៊ីដ ពពួកខេតូន និងសមាសធាតុដែលមានចំណង N-H ទាំងអស់ បង្កើតចំណងអ៊ីដ្រូសែនជាមួយនឹងម៉ូលេគុលទឹក និងមានទំនោររលាយក្នុងទឹក។



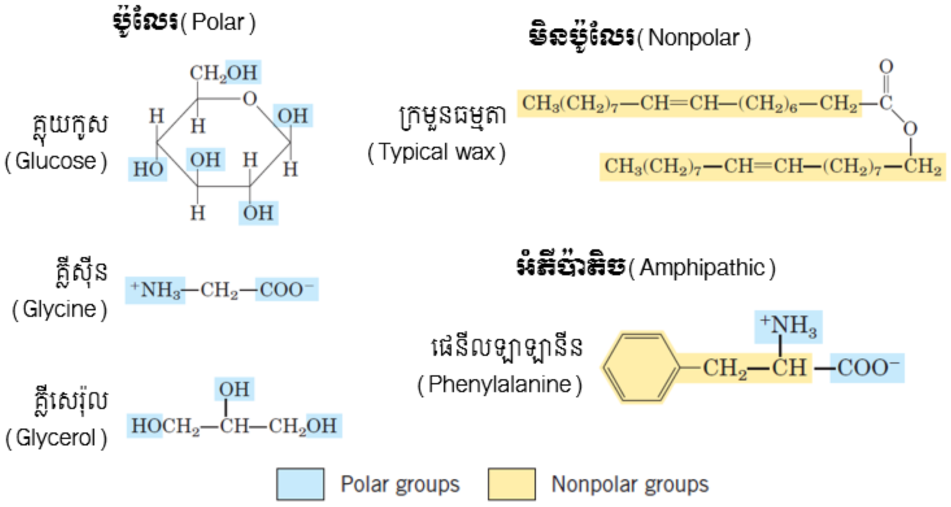
រូបភាព ៧. ចំណងអ៊ីដ្រូសែនសំខាន់ៗ

ចំណងអ៊ីដ្រូសែនដែលមានភាពរឹងមាំបំផុត នៅពេលដែលម៉ូលេគុលចងភ្ជាប់គ្នាត្រូវបានតម្រង់ទិស ដើម្បីបង្កើនអន្តរកម្មអេឡិចត្រូស្តាទិចជាអតិបរិមា ដែលវាកើតឡើងនៅពេលដែលអាតូមអ៊ីដ្រូសែន និងអាតូមពីរ ដែលចែករំលែកអេឡិចត្រុងស្ថិតនៅក្នុងបន្ទាត់ត្រង់(straight line) ពោលគឺនៅពេលដែលអាតូមអ្នកទទួល(acceptor atom) ស្របគ្នាជាមួយចំណងកូវ៉ាឡង់រវាងអាតូមអ្នកផ្តល់(donor atom) និងអ៊ីដ្រូសែន(H) ។



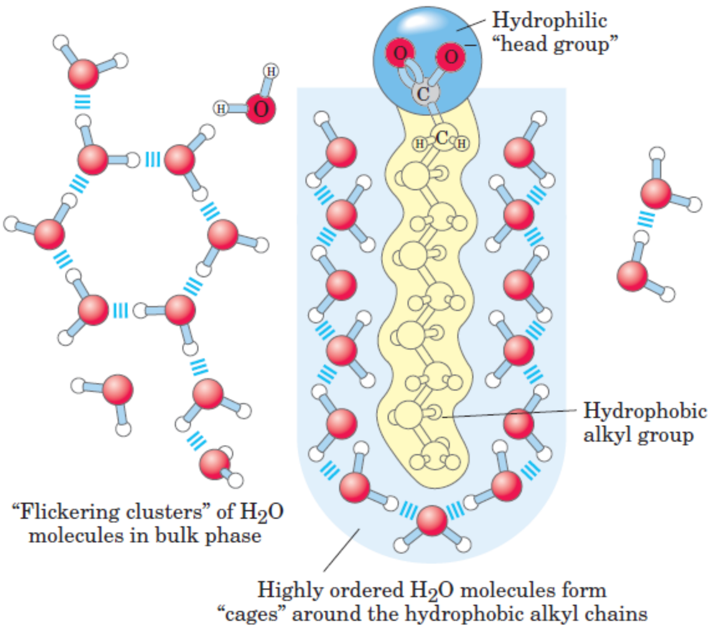
រូបភាព ៨. ភាពខ្លាំង និងខ្សោយនៃចំណងអ៊ីដ្រូសែន

ទឹកមានប្រតិកម្មអេឡិចត្រូស្តាទិចជាមួយនឹងសារធាតុរលាយ។ ទឹក គឺជាសារធាតុរំលាយប៉ូលែរមួយ។ វាងាយទៅរំលាយម៉ូលេគុលជីវសាស្ត្រជាច្រើន ដែលជាទូទៅ ពួកទាំងនោះជាសមាសធាតុប៉ូលែរ (polar compounds) ឬជាសមាសធាតុមានបន្ទុក(charged compounds)។ សមាសធាតុគីមីដែលងាយរលាយក្នុងទឹក ហៅថា **អ៊ីដ្រូភីលិច (hydrophilic)** តាមភាសាក្រិក មានន័យថា "ស្រឡាញ់ទឹក"។ ផ្ទុយមកវិញ សារធាតុរំលាយដែលមិនប៉ូលែរ ដូចជា ក្លរ៉ូហ្វម(chloroform) និងបង់សែន(benzene) គឺជាសារធាតុរំលាយមិនសូវល្អ សម្រាប់ម៉ូលេគុលជីវសាស្ត្រប៉ូលែរ ប៉ុន្តែពួកវាងាយទៅរំលាយសារធាតុគីមី **អ៊ីដ្រូផូប៊ិច (hydrophobic)** តាមភាសាក្រិក មានន័យថា "ខ្លាចទឹក" ដែលជាម៉ូលេគុលមិនប៉ូលែរ ដូចជាពពួកលីពីត(lipids) និងពពួកក្រមួន(waxes)ជាដើម ។ល។ សមាសធាតុគីមី**អំភីប៉ាទិច(Amphipathic)** មានតំបន់ដែលប៉ូលែរ ឬមានបន្ទុក(polar or charged) និងតំបន់ដែលមិនប៉ូលែរ។

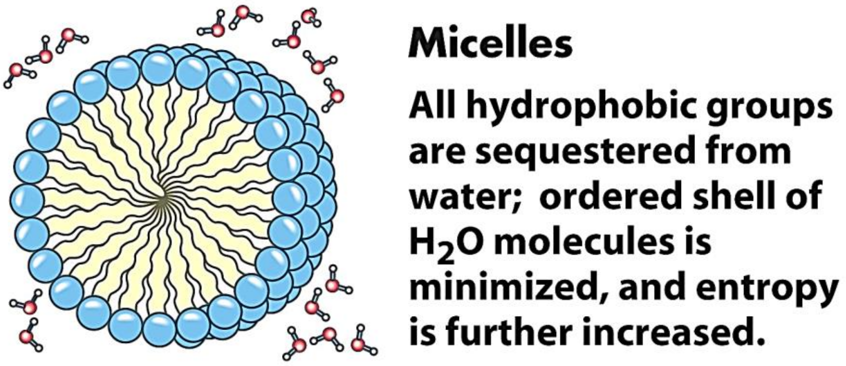


រូបភាព ៩. ឧទាហរណ៍នៃពពួកម៉ូលេគុលជីវសាស្ត្រប៉ូលែរ មិនប៉ូលែរ និងអំភីប៉ាទិច

នៅពេលដែលសមាសធាតុគីមីអំភីប៉ាទិចលាយជាមួយទឹក តំបន់ប៉ូលែរដែលជាតំបន់អ៊ីដ្រូភីលិចមានប្រតិកម្មល្អជាមួយនឹងសារធាតុរំលាយ ហើយវាងាយនឹងរលាយ ប៉ុន្តែតំបន់មិនប៉ូលែរដែលជាតំបន់អ៊ីដ្រូផូប៊ិចមានទំនោរមិនរលាយក្នុងទឹក។

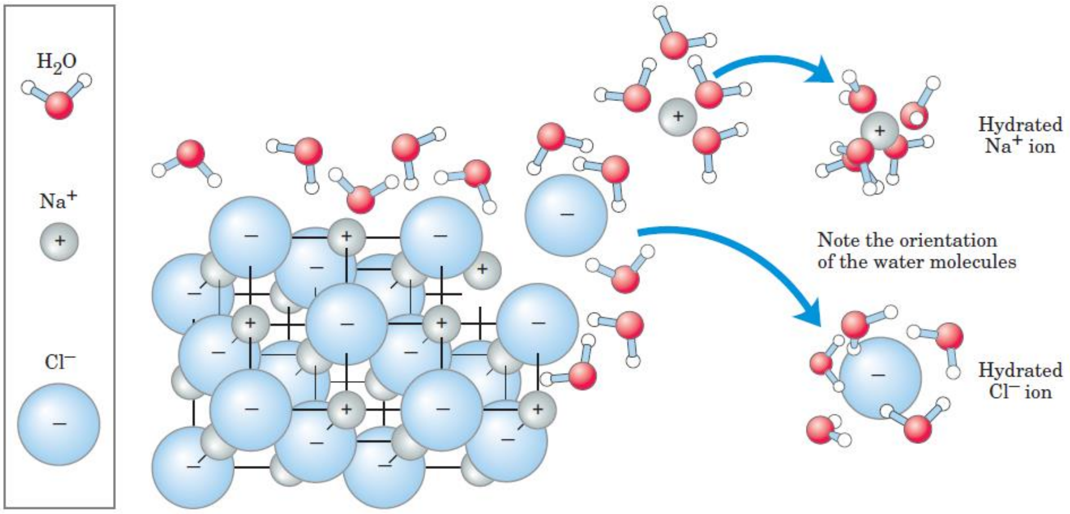


រូបភាព ១០. សមាជាតុគីមីអំភីប៉ាទិច(អាស៊ីតខ្លាញ់) ក្នុងសូលុយស្យុងរាវ



រូបភាព ១១. សមាជាតុគីមីអំភីប៉ាទិចក្នុងសូលុយស្យុងរាវទម្រង់ជាមីសែល(Micelles)

ទឹករំលាយពពួកអំបិល ដូចជាអំបិលសូដ្យូមក្លរ៉ូ (NaCl)ដោយផ្តល់នូវជាតិទឹក និងស្ថេរភាពអ៊ីយ៉ុងសូដ្យូម(Na^+) និងអ៊ីយ៉ុងក្លរ(Cl^-)។ ការធ្វើឱ្យប្រតិកម្មអេឡិចត្រូស្តាទិចចុះខ្សោយរវាងអំបិល និងទឹក គឺមាននិន្នាការចូលរួមក្នុងការភ្ជាប់បន្ទះគ្រីស្តាល់របស់អំបិលឡើងវិញ។ កត្តាដូចគ្នានេះដែរក៏អនុវត្តន៍ចំពោះពពួកម៉ូលេគុលជីវសាស្ត្រដែលមានបន្ទុក សមាសធាតុគីមីជាមួយក្រុមមុខងារ ដូចជាពពួកអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចក្នុងភាពជាអ៊ីយ៉ុង($-COO^-$) ពពួកអាមីនប្រូតុង($-NH_3^+$) និងពពួកអេស្ទែរផូស្វាត។ ទឹកងាយទៅរំលាយសមាសធាតុគីមីទាំងនេះដោយធ្វើការជំនួសចំណងអ៊ីដ្រូសែនរវាងសារធាតុរលាយ-សារធាតុរលាយ ជាមួយនឹងចំណងអ៊ីដ្រូសែនរវាងសារធាតុរលាយ-ទឹក។

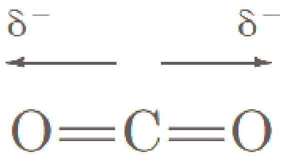
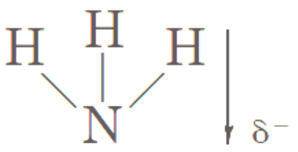
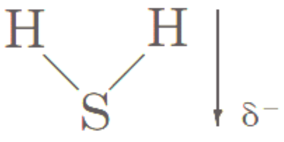


រូបភាព ១២. ប្រតិកម្មនៃទឹករំលាយអំបិលសូដ្យូមក្លរ៉ួ

❖ ពពួកឧស្ម័នមិនប៉ូលែរ គឺមិនសូវរលាយក្នុងទឹក

តាមលក្ខណៈជីវសាស្ត្រ ម៉ូលេគុលនៃពពួកឧស្ម័នសំខាន់ៗ ដូចជាឧស្ម័នកាបូនិច(CO_2) ឧស្ម័នអុកស៊ីសែន(O_2) និងឧស្ម័នអាសូត(N_2) គឺមិនប៉ូលែរ។ ចំពោះឧស្ម័នអុកស៊ីសែន និងឧស្ម័នអាសូត អេឡិចត្រុងបានចែករំលែកស្មើគ្នាទាំងពីរអាតូម។ ចំពោះឧស្ម័នកាបូនិច ចំណង C=O គឺប៉ូលែរ ប៉ុន្តែឌីប៉ូលទាំងពីរគឺមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា និងបោះបង់ចោលគ្នា។

តារាង ៣. ភាពរលាយនៃឧស្ម័នមួយចំនួននៅក្នុងទឹក

ឧស្ម័ន	រចនាសម្ព័ន្ធ	ភាពប៉ូលែរ	ភាពរលាយក្នុងទឹក (g/L)
អាសូត(Nitrogen)	N≡N	Nonpolar	0.018 (40°C)
អុកស៊ីសែន(Oxygen)	O=O	Nonpolar	0.035 (50°C)
កាបូនិច(Carbon dioxide)		Nonpolar	0.97 (45°C)
អាម៉ូញ៉ាក់(Ammonia)		Polar	900 (10°C)
អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលភីត (Hydrogen sulfide)		Polar	1,860 (40°C)

សារពាង្គកាយភាវរស់ខ្លះមានប្រូតេអ៊ីនដឹកនាំទឹក-សារធាតុរលាយ(ដូចជា Hemoglobin និង myoglobin) ដែលជួយសម្រួលក្នុងការដឹកជញ្ជូនឧស្ម័នអុកស៊ីសែន។ កាបូនិចបង្កើតជាទម្រង់អាស៊ីតកាបូនិច (carbonic acid: H_2CO_3) ក្នុងសូលុយស្យុងរាវ និងត្រូវបានផ្ទើចរាចរជាទម្រង់អ៊ីយ៉ុងប៊ីកាបូណាត (bicarbonate: HCO_3^-)។ ទាំងពពួកប៊ីកាបូណាតសេរី គឺងាយរលាយក្នុងទឹកខ្លាំងណាស់ (ប្រហែល 100 g/L នៅ 25 °C) ឬក៏វាងសម្ព័ន្ធចងភ្ជាប់ជាមួយ Hemoglobin។ ឧស្ម័នអាម៉ូញ៉ាក់ និងអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលភីតមានមុខងារជីវសាស្ត្រនៅក្នុងសារពាង្គកាយភាវរស់ ដូច្នេះឧស្ម័នទាំងពីរនេះ គឺប៉ូលែរ និងងាយរលាយនៅក្នុងទឹក។

១.៣.១ កំហាប់សូលុយស្យុងរាវ

ក. សូលុយស្យុង

សូលុយស្យុង គឺជាល្បាយស្មើសាច់(អូម៉ូសែន) នៃសារធាតុពីរ ឬច្រើនដែលរលាយនៅក្នុងទឹក។ សារធាតុរលាយ គឺសារធាតុដែលមានវត្តមានក្នុងបរិមាណតិចជាងសារធាតុរំលាយដែលជាសារធាតុដែលមានវត្តមានក្នុងបរិមាណច្រើនជាង។ ទឹកគឺជាសារធាតុរំលាយដែលមានប្រសិទ្ធភាពភាពណាស់សម្រាប់សមាសធាតុអ៊ីយ៉ុង។

ខ. កំហាប់សូលុយស្យុង

កំហាប់សូលុយស្យុង គឺជាបរិមាណនៃភាពខាប់របស់សមាសធាតុដែលបំបែកនៅក្នុងទឹក។

១.៣.២ កំហាប់សូលុយស្យុងគិតជាភាគរយ

ក. ភាគរយជាម៉ាស (Mass Percent)

$$\%\,(w/w) = \frac{m_{រលាយ}}{m_{សូ}} \times 100$$

mរលាយ ៖ ម៉ាសអង្គធាតុរលាយគិតជាក្រាម (g)

mសរុប ៖ ម៉ាសសរុប គិតជាក្រាម (g)

ខ. ភាគរយជាម៉ាស-មាឌ (Mass-Volume Percent)

$$\%\,(w/v) = \frac{m_{រលាយ}}{V_{សូ}} \times 100$$

$m_{រលាយ}$ ៖ ម៉ាសអង្គធាតុរលាយ គិតជាក្រាម (g)

$V_{សរុប}$ ៖ មាឌសរុប គិតជាមីលីលីត្រ (mL)

គ. ភាគរយជាមាឌ (Volume Percent)

$$\%\,(v/v) = \frac{V_{រលាយ}}{V_{សូ}} x\ 100$$

$V_{រលាយ}$ ៖ មាឌអង្គធាតុរលាយ គិតជាមីលីលីត្រ (mL)

$V_{សរុប}$ ៖ មាឌសូលុយស្យុង គិតជាមីលីលីត្រ (mL)

១.៣.៣ កំហាប់ជាម៉ូល (mole) ឬ កំហាប់ molarity

$$C_M = \frac{n}{V_{សូ}}$$

C_M ៖ កំហាប់ជាmole ឬ molarity គិតជា M or mol/L

n ៖ ចំនួនម៉ូលអង្គធាតុរលាយ គិតជា mol

$V_{សូ}$ ៖ មាឌសូលុយស្យុង គិតជាលីត្រ (L)

ក. ចំនួនម៉ូលអង្គធាតុរលាយ

$$n = C_M x\ V \quad ឬ \quad n = \frac{m}{M}$$

m ៖ ម៉ាសអង្គធាតុរលាយ គិតជាក្រាម (g)

M ៖ ម៉ាសម៉ូលេគុលអង្គធាតុរលាយ គិតជា g/mol

ខ. ម៉ាសអង្គធាតុរលាយ

$$m = n\ x\ M \quad ឬ \quad m = C_M x\ V\ x\ M$$

គ. ដង់ស៊ីតេនៃសារធាតុគីមី

$$d = \frac{m}{v}$$

d: ដង់ស៊ីតេនៃសារធាតុគីមី (g/mL ឬ kg/L)

m: ម៉ាសនៃសារធាតុគីមី;

v: មាឌនៃសារធាតុគីមី

ឃ. ការពង្រាវសូលុយស្យុង

សូលុយស្យុងខាប់ច្រើនតែត្រូវបានគេរក្សាទុកក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍សម្រាប់ការប្រើប្រាស់។ជាញឹកញាប់ យើងតែងតែពង្រាវសូលុយស្យុងដែលមានស្តុកទុកនេះមុននឹងយកវាទៅប្រើប្រាស់ ។ ការពង្រាវសូលុយស្យុង គឺជាដំណើរការនៃការបន្ថែមទឹកទៅក្នុងសូលុយស្យុងរាវដែលមានស្រាប់។ ក្រោយការពង្រាវកំហាប់ម៉ូលេគុលដើមមានការថយចុះ ហើយចំនួនមាឌសូលុយស្យុងដើមមានការកើនឡើង តែចំនួនម៉ូល (mole) នៅដដែល។ ទំហំនៃរូបធាតុកាន់តែតូចការរលាយកាន់លឿន។

ចំនួនmole អង្គធាតុរលាយមុនពង្រាវ = ចំនួនmole អង្គធាតុរលាយក្រោយពង្រាវ

$$n_i = n_f$$

$$C_{M(i)} \times V_{(i)} = C_{M(f)} \times V_{(f)}$$

n_i ៖ ចំនួនម៉ូលអង្គធាតុរលាយដើម

n_f ៖ ចំនួនម៉ូលអង្គធាតុរលាយបញ្ចប់

$CM_{(i)}$ ៖ កំហាប់ជាម៉ូលដើម

$CM_{(f)}$ ៖ កំហាប់ជាម៉ូលបញ្ចប់

$V_{(i)}$ ៖មាឌសូលុយស្យុងដើម

$V_{(f)}$ ៖ មាឌសូលុយស្យុងបញ្ចប់

ង. កំហាប់ជា N ឬ កំហាប់ Normality (Concentration of Normality)

N = (C_M) x (ចំនួនអ៊ីយ៉ុងHydrogen ឬ អ៊ីយ៉ុងHydroxide)

N : កំហាប់ Normality

C_M : កំហាប់ Molarity

ម៉ាសសារធាតុគីមី(g) = N x Equivalent mass x មាឌសូលុយស្យុង (L)

$$\text{Equivalent mass} = \frac{\text{ម៉ាសម៉ូលេគុល}}{\text{ចំនួនអ៊ីយ៉ុង Hydrogen ឬចំនួនអ៊ីយ៉ុងHydroxide}}$$

$$Normality = \frac{Amount\ (g)}{Equivalent\ weight} \times \frac{1000}{Volume\ (mL)}$$

ឧទាហរណ៍៖

1) គណនាកំហាប់ 2M H_2SO_4 ទៅជាកំហាប់ Normality?

2M x 2 អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូសែន = 4N ដូច្នេះ 2M H_2SO_4 = 4N H_2SO_4

2) គណនាម៉ាស NaOH ដែលប្រើប្រាស់សម្រាប់រៀបចំសូលុយស្យុង 2N NaOH បរិមាណ ១ លីត្រ?

ម៉ាស NaOH = (2N) x (eq. mass) x (1 L)

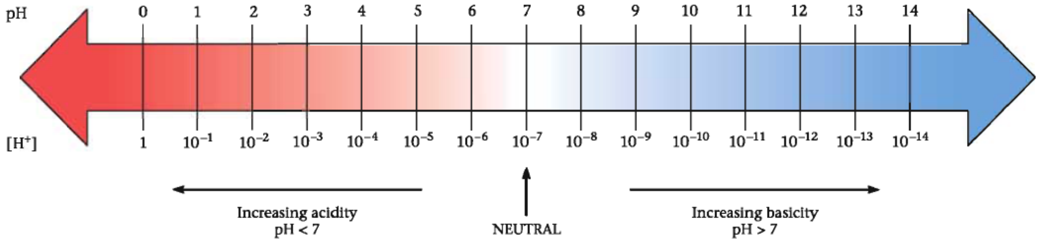
ម៉ាស NaOH = 2 x 40 x 1

ម៉ាស NaOH = 80 g

១.៣.៤ pH នៃសូលុយស្យុង

- សូលុយស្យុងណឺត៖ pH = 7.0
- សូលុយស្យុងអាស៊ីត៖ pH < 7.0
- សូលុយស្យុងបាស៖ pH > 7.0

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]} = -\log [H^+]$$



ក. **pH** នៃសូលុយស្យុងមួយត្រូវបានវាស់ដោយ pH ម៉ែត្រ ឬ ក្រដាស **pH**

ក្រដាស pH

pH ម៉ែត្រ

ខ. **pH** ម៉ែត្រ សម្រាប់វាស់ **pH** ដី

pH 5 – 7.5 សមស្របសម្រាប់ការលូតលាស់របស់ដំណាំចេក ល្ពៅ ត្រសក់ ប៉េងប៉ោះ ការ៉ុត

pH 5 – 6.5 សមស្របសម្រាប់ការលូតលាស់របស់ដំណាំស្រូវ ស្វាយ សណ្តែកសៀង សណ្តែកដី

pH 4.0 – 6.5 សមស្របសម្រាប់ការលូតលាស់ដើមកៅស៊ូ

គ. pH ម៉ែត្រ សម្រាប់វាស់ pH លើផលិតផលវត្ថុធាតុដើម ឬផលិតផលកែច្នៃ

១.៤ អ៊ីយ៉ុងកម្មនៃទឹក អាស៊ីតខ្សោយ បាសខ្សោយ

លក្ខណៈសារធាតុរំលាយនៃទឹកជាច្រើនអាចត្រូវបានពន្យល់ទាក់ទងនឹងម៉ូលេគុល H_2O ដែលមិនមានបន្ទុក។ អ៊ីយ៉ុងកម្មនៃទឹកបំលែងទៅជាអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូសែន(H^+) និងអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូស៊ីដ (OH^-) ក៏ត្រូវយកមកពិចារណាផងដែរ។ នៅពេលអាស៊ីតខ្សោយត្រូវបានរំលាយនៅក្នុងទឹក ពួកវាផ្តល់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូសែន ដោយការបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង។ បាសខ្សោយប្រើប្រាស់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូសែន ដោយការប្រែក្លាយជាប្រូតុងកម្ម(protonate)។ កំហាប់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូសែនសរុបពីប្រភពទាំងអស់អាចវាស់វែងបាន ដោយការធ្វើពិសោធន៍ ហើយត្រូវបានបញ្ជាក់ជា pH នៃសូលុយស្យុង។ ដើម្បីទស្សទាយស្ថានភាពអ៊ីយ៉ុងកម្មនៃសារធាតុរលាយក្នុងទឹក យើងត្រូវតែគិតគូរពីអថេរលំនឹងដែលពាក់ព័ន្ធសម្រាប់ប្រតិកម្មអ៊ីយ៉ុងកម្មនីមួយៗ។ ដំណើរការនៃការបោះបង់ប្រូតុងពីម៉ូលេគុលទឹកមួយទៅម៉ូលេគុលទឹកមួយទៀត។ ដោយ ម៉ូលេគុលទឹក(H_2O)នឹងបំបែកទៅជា អ៊ីយ៉ុង H^+ និង OH^-។ ពេលនោះ H^+ ជាអាស៊ីតខ្សោយហើយ OH^- ជាបាសខ្សោយ។

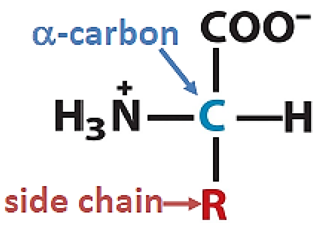
$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

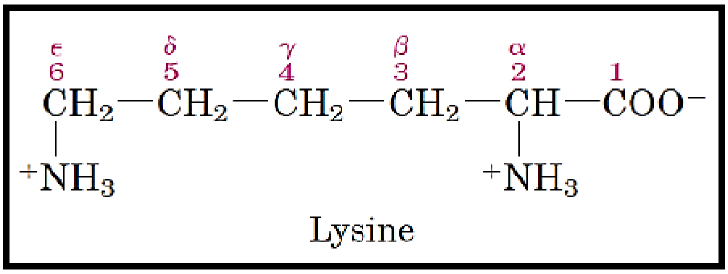
នៅពេលដែលទឹកមានប្រតិកម្មជាម៉ូលេគុលទឹកមួយទៀតវាបានបោះបង់ប្រូត្រុង H^+ មួយទៅម៉ូលេគុលទឹកមួយទៀតហើយម៉ូលេគុលទឹកនោះនឹងចាប់យកប្រូតុងបង្កើតបានអ៊ីយ៉ុង H_3O^+ ដែលជាអាស៊ីតខ្សោយ និងអ៊ីយ៉ុង OH^- ដែលជាបាសខ្សោយ។ ទឹកអាចត្រូវបានពិពណ៌នាដោយលំនឹងថេរ។

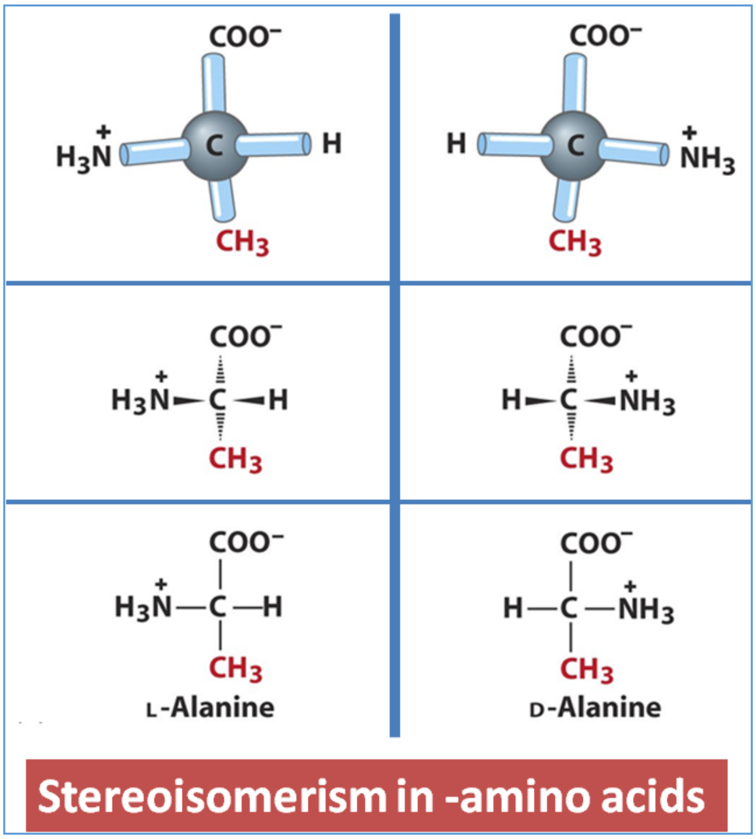
ជំពូកទី ២
ប្រូតេអ៊ីន

២.១ អាស៊ីតអាមីនេ (Amino acids)

- អាស៊ីតអាមីនេចូលរួមក្នុងការបង្កើតប្រូតេអ៊ីន
- អាស៊ីតអាមីនេសំខាន់ៗមាន២០ បូកនឹងអាស៊ីតអាមីនេតូចៗរាប់រយប្រភេទទៀត បានចូល រួមថែរក្សាជីវិតមនុស្ស សត្វ រុក្ខជាតិ







Properties and Conventions Associated with the Common Amino Acids Found in Proteins

Amino acid	Abbreviation/ symbol	M_r	pK_a values: pK_1 (—COOH)	pK_2 ($—NH_3^+$)	pK_R (R group)	pI	Hydropathy index*	Occurrence in proteins (%)†
Nonpolar, aliphatic R groups								
Glycine	Gly G	75	2.34	9.60		5.97	−0.4	7.2
Alanine	Ala A	89	2.34	9.69		6.01	1.8	7.8
Proline	Pro P	115	1.99	10.96		6.48	1.6	5.2
Valine	Val V	117	2.32	9.62		5.97	4.2	6.6
Leucine	Leu L	131	2.36	9.60		5.98	3.8	9.1
Isoleucine	Ile I	131	2.36	9.68		6.02	4.5	5.3
Methionine	Met M	149	2.28	9.21		5.74	1.9	2.3
Aromatic R groups								
Phenylalanine	Phe F	165	1.83	9.13		5.48	2.8	3.9
Tyrosine	Tyr Y	181	2.20	9.11	10.07	5.66	−1.3	3.2
Tryptophan	Trp W	204	2.38	9.39		5.89	−0.9	1.4

*A scale combining hydrophobicity and hydrophilicity of R groups; it can be used to measure the tendency of an amino acid to seek an aqueous environment (− values) or a hydrophobic environment (+ values). See Chapter 11. From Kyte, J. & Doolittle, R.F. (1982) A simple method for displaying the hydropathic character of a protein. *J. Mol. Biol.* **157,** 105–132.

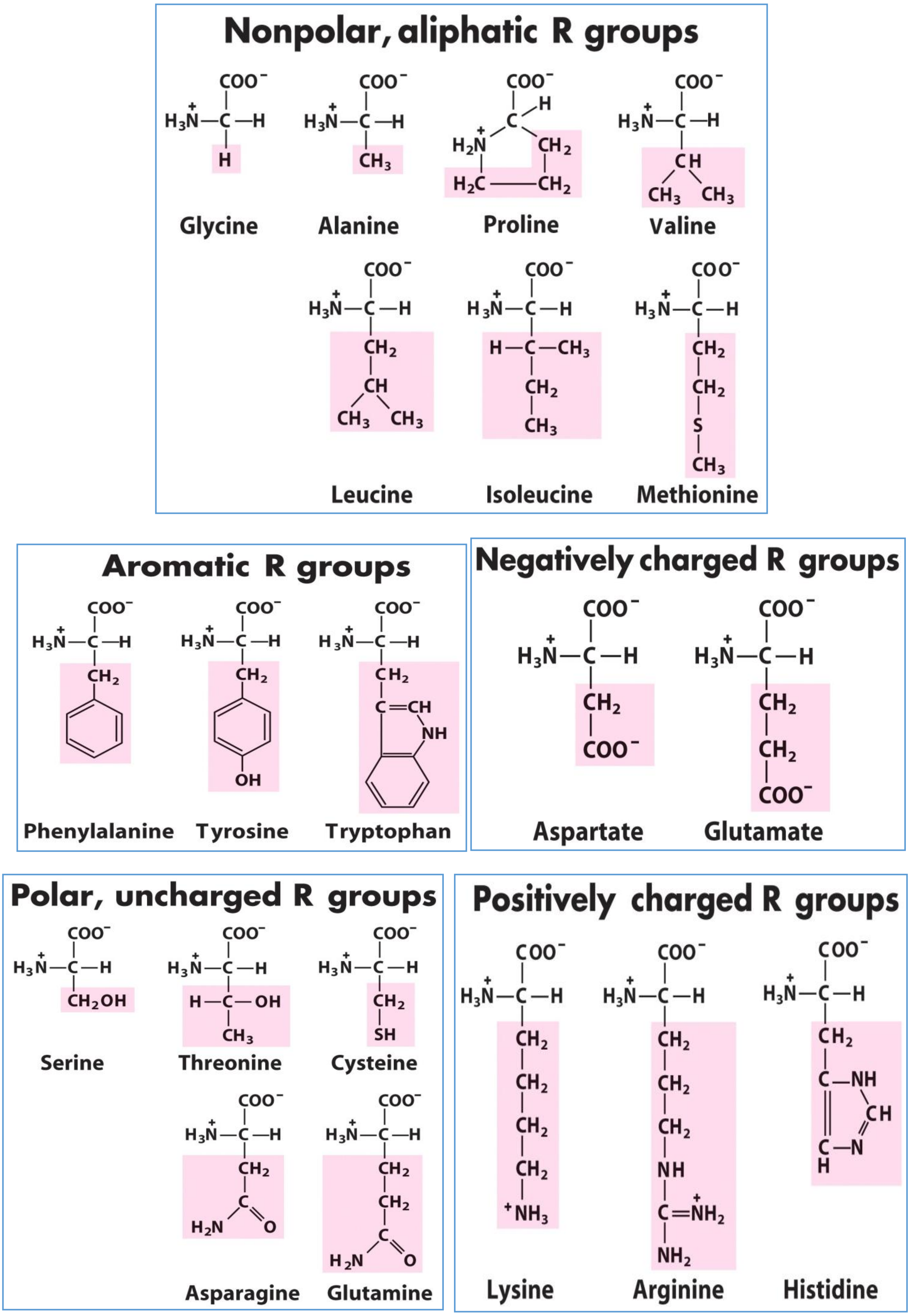
†Average occurrence in more than 1,150 proteins. From Doolittle, R.F. (1989) Redundancies in protein sequences. In *Prediction of Protein Structure and the Principles of Protein Conformation* (Fasman, G.D., ed.), pp. 599–623, Plenum Press, New York.

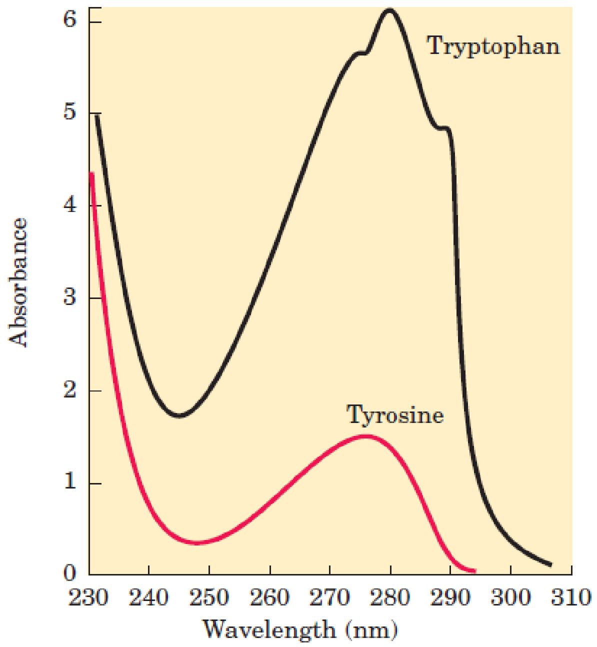
Properties and Conventions Associated with the Common Amino Acids Found in Proteins

Amino acid	Abbreviation/ symbol	M_r	pK_a values: pK_1 (—COOH)	pK_2 ($—NH_3^+$)	pK_R (R group)	pI	Hydropathy index*	Occurrence in proteins (%)†
Polar, uncharged R groups								
Serine	Ser S	105	2.21	9.15		5.68	−0.8	6.8
Threonine	Thr T	119	2.11	9.62		5.87	−0.7	5.9
Cysteine	Cys C	121	1.96	10.28	8.18	5.07	2.5	1.9
Asparagine	Asn N	132	2.02	8.80		5.41	−3.5	4.3
Glutamine	Gln Q	146	2.17	9.13		5.65	−3.5	4.2
Positively charged R groups								
Lysine	Lys K	146	2.18	8.95	10.53	9.74	−3.9	5.9
Histidine	His H	155	1.82	9.17	6.00	7.59	−3.2	2.3
Arginine	Arg R	174	2.17	9.04	12.48	10.76	−4.5	5.1
Negatively charged R groups								
Aspartate	Asp D	133	1.88	9.60	3.65	2.77	−3.5	5.3
Glutamate	Glu E	147	2.19	9.67	4.25	3.22	−3.5	6.3

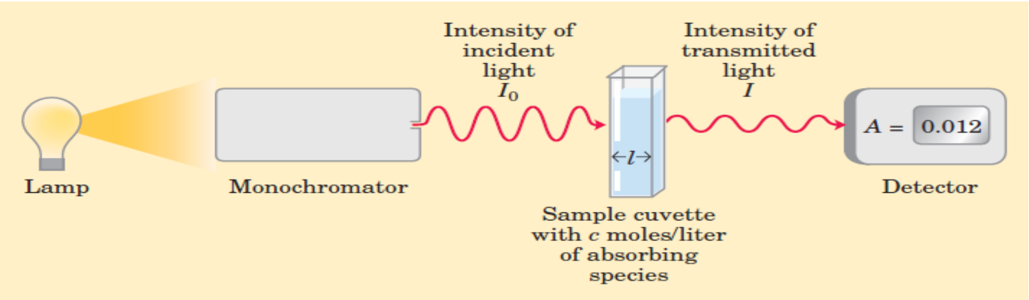
*A scale combining hydrophobicity and hydrophilicity of R groups; it can be used to measure the tendency of an amino acid to seek an aqueous environment (− values) or a hydrophobic environment (+ values). See Chapter 11. From Kyte, J. & Doolittle, R.F. (1982) A simple method for displaying the hydropathic character of a protein. *J. Mol. Biol.* **157,** 105–132.

†Average occurrence in more than 1,150 proteins. From Doolittle, R.F. (1989) Redundancies in protein sequences. In *Prediction of Protein Structure and the Principles of Protein Conformation* (Fasman, G.D., ed.), pp. 599–623, Plenum Press, New York.


Nonpolar, aliphatic R groups
Glycine
Alanine
Proline
Valine
Leucine
Isoleucine
Methionine
Aromatic R groups
Phenylalanine
Tyrosine
Tryptophan
Negatively charged R groups
Aspartate
Glutamate
Polar, uncharged R groups
Serine
Threonine
Cysteine
Asparagine
Glutamine
Positively charged R groups
Lysine
Arginine
Histidine



Absorption of ultraviolet light by aromatic amino acids.



- Absorption spectra of aa: λ_{max}=280nm

២.២ ប៉ិបទីត និងប្រូតេអ៊ីន (Peptides and proteins)

- Protein គឺជា polymers នៃអាស៊ីតអាមីនេ
- Protein បង្កើតឡើងដោយអាស៊ីតអាមីនេចងភ្ជាប់គ្នាដោយសារចំណងប៉ិបទីត (Peptide bond)
- ក្នុងខ្សែចង្វាក់ប្រូតេអ៊ីន៖
  - អាស៊ីតអាមីនេបញ្ចប់ដោយក្រុមអាមីន ហៅថា **Amino-terminal (ឬ *N-terminal) residue***
  - អាស៊ីតអាមីនេបញ្ចប់ដោយក្រុមកាបូស៊ីល ហៅថា **Carboxyl-terminal (*C-terminal) residue***

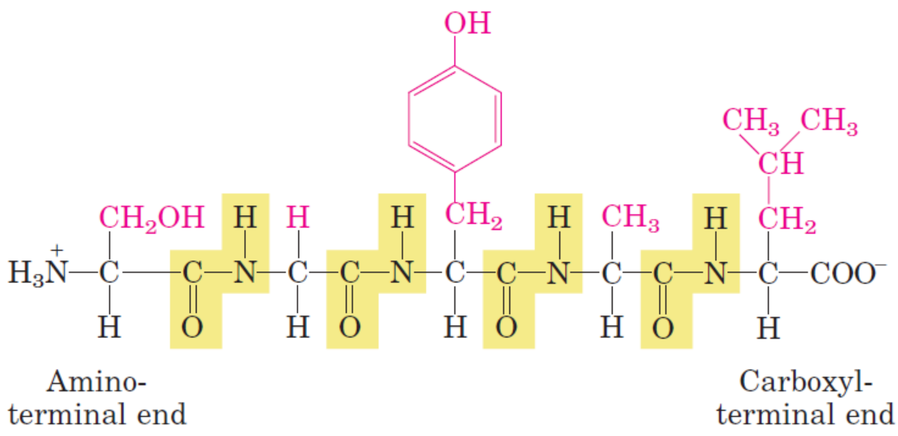


FIGURE 3–14 The pentapeptide serylglycyltyrosylalanylleucine, or Ser–Gly–Tyr–Ala–Leu. Peptides are named beginning with the amino-terminal residue, which by convention is placed at the left. The peptide bonds are shaded in yellow; the R groups are in red.

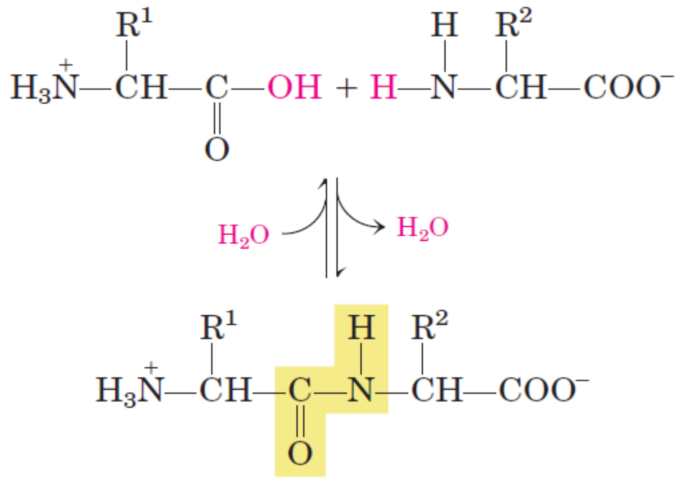


FIGURE 3–13 **Formation of a peptide bond by condensation.**

២.៣ ទម្រង់ប្រូតេអ៊ីន

ក. ទម្រង់ទី ១ (Primary structure):

- aa sequence by peptide bonds
- covalent interactions

ខ. ទម្រង់ទី ២ (Secondary structure):

- stable arrangements of aa residues giving rise to recurring structural patterns

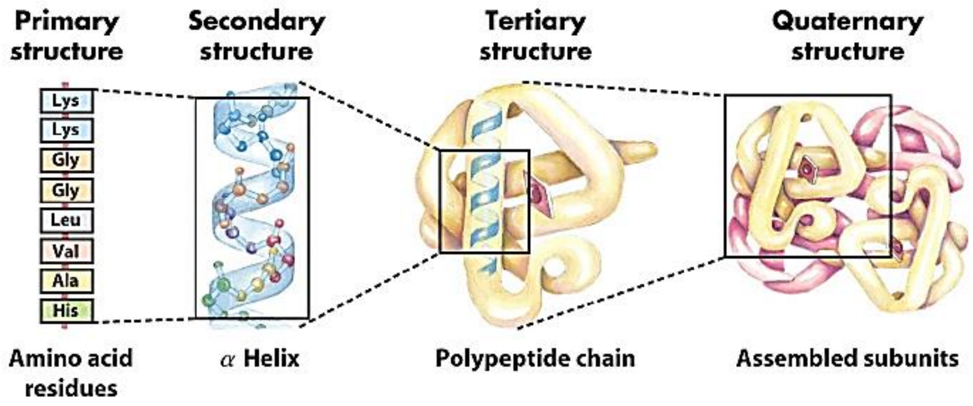
ex) α-helix

គ. ទម្រង់ទី ៣ (Tertiary structure):

- 3-dimensional folding of a polypeptide

ឃ. ទម្រង់ទី ៤ (Quarternary structure):

- structural arrangements of subunits
- weak interactions



Molecular Data on Some Proteins	Molecular weight	Number of residues	Number of polypeptide chains
Cytochrome *c* (human)	13,000	104	1
Ribonuclease A (bovine pancreas)	13,700	124	1
Lysozyme (chicken egg white)	13,930	129	1
Myoglobin (equine heart)	16,890	153	1
Chymotrypsin (bovine pancreas)	21,600	241	3
Chymotrypsinogen (bovine)	22,000	245	1
Hemoglobin (human)	64,500	574	4
Serum albumin (human)	68,500	609	1
Hexokinase (yeast)	102,000	972	2
RNA polymerase (*E. coli*)	450,000	4,158	5
Apolipoprotein B (human)	513,000	4,536	1
Glutamine synthetase (*E. coli*)	619,000	5,628	12
Titin (human)	2,993,000	26,926	1

២.៤ តួនាទីរបស់ប្រូតេអ៊ីន

នៅក្នុងការៈរស់ប្រូតេអ៊ីនមានតួនាទីសំខាន់ជាច្រើនសម្រាប់ទ្រទ្រង់ជីវិតដែលមិនអាចខ្វះបាន។ ចំពោះសត្វដែលស៊ីរុក្ខជាតិជាអាហារ រាងកាយរបស់វាអាចសំយោគប្រូតេអ៊ីនចេញពីអាហារដែលវាបានស៊ី ចំណែកឯសត្វដែរស៊ីសាច់ជាអាហារវិញ រាងកាយរបស់វាអាចផ្តាច់ចំណងនៃប្រូតេអ៊ីនរបស់សាច់ដែលវាបានស៊ី ហើយបម្លែងទៅជា អាស៊ីតអាមីនេ នឹងបង្កើតទៅជាប្រូតេអ៊ីនថ្មីរាងកាយនោះ។ តួនាទីសំខាន់ៗរបស់ប្រូតេអ៊ីនៈ

ក. កាតាលីករអង់ស៊ីម (Enzymatic catalyst)

អង់ស៊ីមគឺជាកាតាលីកររបស់ប្រូតេអ៊ីនដែលមានសមត្ថភាពជួយជំរុញនូវប្រតិកម្មគីមីរហូតដល់ $១០^{១២}$ ដង។

ឧទាហរណ៍ ៖ អង់ស៊ីម Pepsin, Trypsin និង Chymotrypsin។ ពួកវាគឺជាប្រូតេអ៊ីនដែលដើរតួនាទីជាអង់ស៊ីម នៅក្នុងការបំបែកអាហារដែលយើងបរិភោគប្រចាំថ្ងៃឱ្យទៅជាទម្រង់អាស៊ីតអាមីនេ។

ខ.ដឹកជញ្ជូន និងស្តុកទុក (Transport and storage)

Ex) • Oxygen-carrying protein hemoglobin

• Iron is stored in various tissues by the protein fersritin

គ. មុខងារមេកានិច (Mechanical functions)

វាជួយដល់ការទ្រទ្រង់ផ្នែកផ្សេងៗនៃរាងកាយ។ ឧទាហរណ៍ ៖ Keratin វាជាប្រូតេអ៊ីនដែលជួយឱ្យ សក់ និងក្រចកមានភាពស្វិត។ Collagen វាជាប្រូតេអ៊ីនដែលជួយឱ្យជាលិកាស្បែកមានភាពហាប់ណែន និងឆ្អឹងរឹងមាំ។ Collagen ត្រូវបានគេទាញយកមកប្រើប្រាស់ជាអាហារបំប៉នដែលជួយដល់សុខភាព និងសម្រស់។

ឃ. ចលនា (Movement)

វាជួយដល់ការកន្ត្រាក់នៃសាច់ដុំសម្រាប់ធ្វើចលនាផ្សេងៗ។ ឧទាហរណ៍ ៖ Actin និង Myosin វាប្រូតេអ៊ីនសសៃ (Protein filaments) ដែលជួយដល់ការកន្ត្រាក់នៃសាច់ដុំបេះដូង។

ង. ការពារ (Protection)

Antibodies are protein

ច. ដំណើរការព័ត៌មាន

ការសម្តែងឡើងរបស់ប្រូតេអ៊ីន (Protein expression)

២.៥ ប្រតិកម្មគីមីនៃប្រូតេអ៊ីន

ក. ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីស (Hydrolysis):

Hydrolysis of the peptide bond to release smaller peptides or free amino acids

a). Catalyzed (facilitated) in the test tube by strong acids at high temperatures (ie. HCl at 100°C.)

b). Catalyzed in the stomach and intestines by enzymes which specifically recognize proteins - proteolytic enzymes (pepsin, chymotrypsin, etc.)

ខ. ការបំលែងប្រូតេអ៊ីន (Denaturation of Proteins):

- Denaturation is loss of secondary, tertiary, and quaternary structures of proteins (usually accompanied by loss of biological function of the protein).
- Denaturation can be the result of:

1). កំដៅ៖ សីតុណ្ហភាពចន្លោះពី 50-100°C

2). កម្លាំងមេកានិច៖ ដូចជា វាយស៊ុតរវពណ៌ស (egg whites)

3). សារធាតុរំអិល Detergents ៖ ប្រើប្រាស់សម្រាប់ពពួកសារជាតុគីមីអ៊ីដ្រូផូប៊ិច

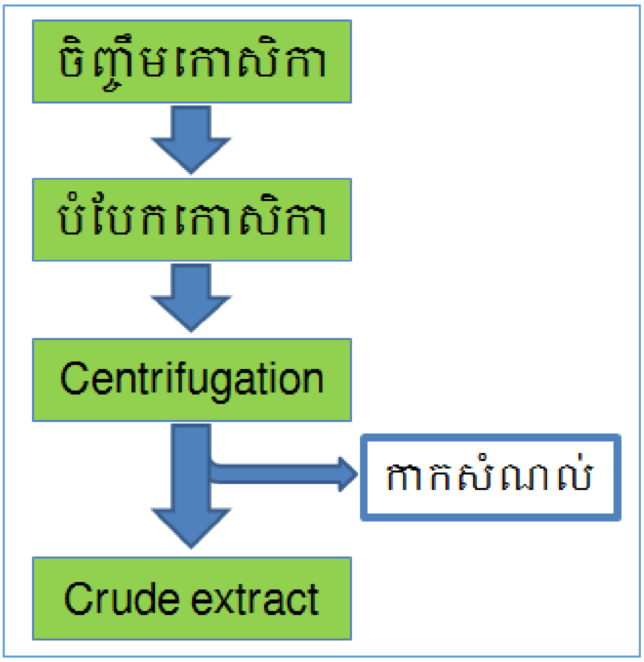
4). សារធាតុរំលាយសរីរាង្គ៖ ប្រើប្រាស់សម្រាប់ពពួកសារធាតុគីមីអ៊ីដ្រូផូប៊ិច
5). pH ខ្លាំង (ជាពិសេស លក្ខខណ្ឌអាស៊ីតខ្លាំង)៖
ជាទូទៅ ការបំលែងប្រូតេអ៊ីនច្រើនធ្វើឡើងក្នុងលក្ខខណ្ឌអាស៊ីត (ជាតិជូ)
6). អំបិលអសរីរាង្គ៖ ពពួកអំបិលអសរីរាង្គ ដូចជា NaCl ជាដើម។

២.៦ ការបន្សុទ្ធប្រូតេអ៊ីន (Protein purification)

២.៦.១. មូលដ្ឋានគ្រឹះនៃការបន្សុទ្ធប្រូតេអ៊ីន

- តើប្រូតេអ៊ីនត្រូវការអ្វី?
  - ✓ ការបាត់បង់សកម្មភាពតិច
  - ✓ ភាពសុទ្ធ
  - ✓ ពេលវេលា និងតម្លៃ
- ចំណេះដឹងពីប្រូតេអ៊ីន
  - ✓ លក្ខណៈរូប លក្ខណៈគីមី
  - ✓ ទីតាំងនៃកោសិកា
  - ✓ ភាពរលាយនៃប្រូតេអ៊ីន

ក. ការបង្កើតល្បាយសារធាតុគីមី (Crude extract)



ខ. វត្ថុធាតុដើម

- សត្វកណ្ដុរ (សិក្សាពីថ្លើម ...)
- សត្វទន្សាយ(សិក្សាពីសាច់ដុំ ...)
- សត្វគោ ក្របី ជ្រូក (សិក្សាពីបេះដូង ខួរក្បាល តម្រងនោម ...)
- មនុស្ស (សិក្សាពីអង់ស៊ីម ឈាម ...)
- ត្រី ក្ដាម ...
- រុក្ខជាតិ ដូចជា Spinach,...
- សារាយ ផ្សិត បាក់តេរី Yeasts

វត្ថុធាតុដើមនីមួយៗត្រូវការល័ក្ខខ័ណ្ឌពិសេសសម្រាប់ ការលូតលាស់ ការប្រមូលផល និង ការចម្រាញ់ (extraction)។

ក. ការបំបែកភ្នាសកោសិកា

- កោសិការុក្ខជាតិពិបាកធ្វើការបំបែកជាងកោសិកាពីព្រោះវាមានភ្នាសសែលុយឡូស
- វិធីសាស្រ្តបំបែកភ្នាសកោសិកាមានដូចជា៖

A) វិធីសាស្រ្តប្រើកម្លាំងស្រាល)Gentle Technique(

- ✓ Cell lysis
- ✓ Enzyme digestion
- ✓ Chemical solubilization/autolysis
- ✓ Hand homogenizer
- ✓ Mincing (grinding)

B) វិធីសាស្រ្តប្រើកម្លាំងខ្លាំងមធ្យម (Moderate Technique)

- ✓ Blade homogenizer (Waring type)
- ✓ Grinding with abrasive (e.g. sand, alumina)

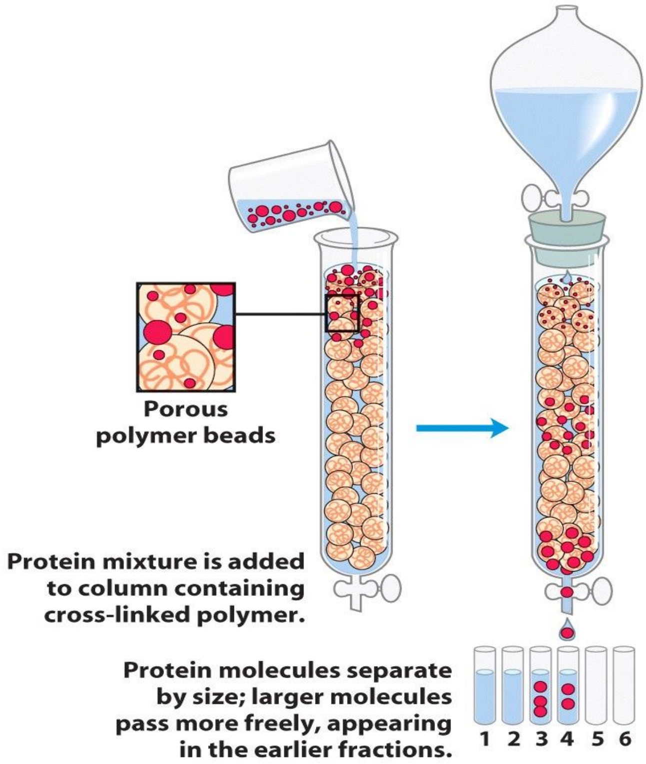
C) វិធីសាស្រ្តប្រើកម្លាំងខ្លាំង (Vigorous Technique)

- ✓ French press
- ✓ Ultrasonication
- ✓ Bead mill
- ✓ Manton-Gaunlin homogenizer

២.៦.២. វិធីសាស្ត្រនៃការបន្សុទ្ធប្រូតេអ៊ីន

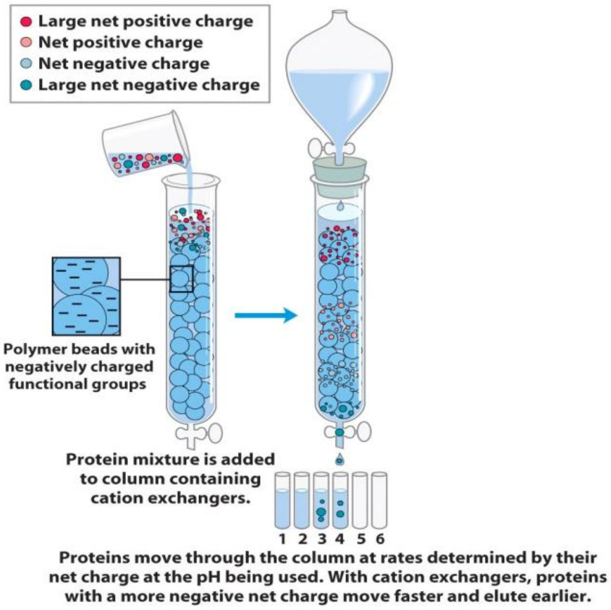
ក. Gel-exclusion chromatography ឬ Gel filtration ឬ size-exclusion chromatography:

ប្រូតេអ៊ីនដែលមានទំហំធំហូរឆ្លងកាត់ column លឿនជាងប្រូតេអ៊ីនដែលមានទំហំតូច។



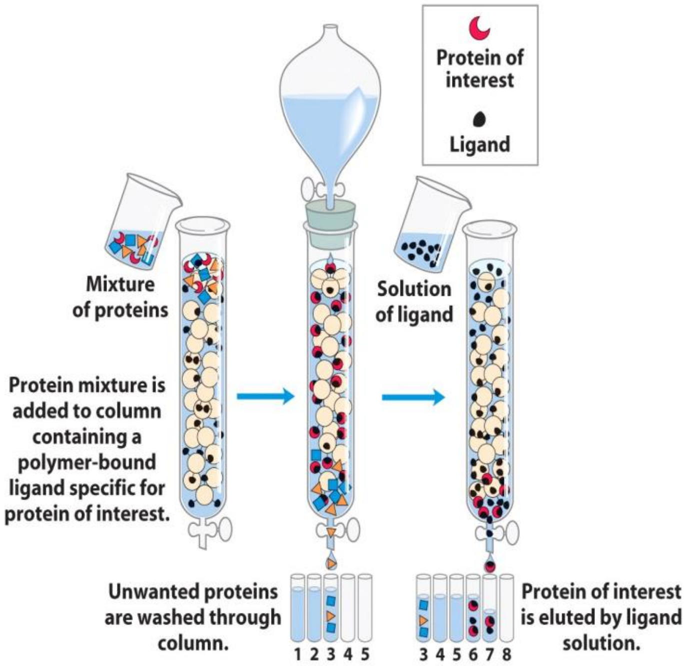
ខ. Ion-exchange chromatography

ការញែកប្រូតេអ៊ីនពីគ្នាអាចប្រព្រឹត្តទៅបានអាស្រ័យដោយបំរែបំរួល pH ឬ កំហាប់អំបិល។



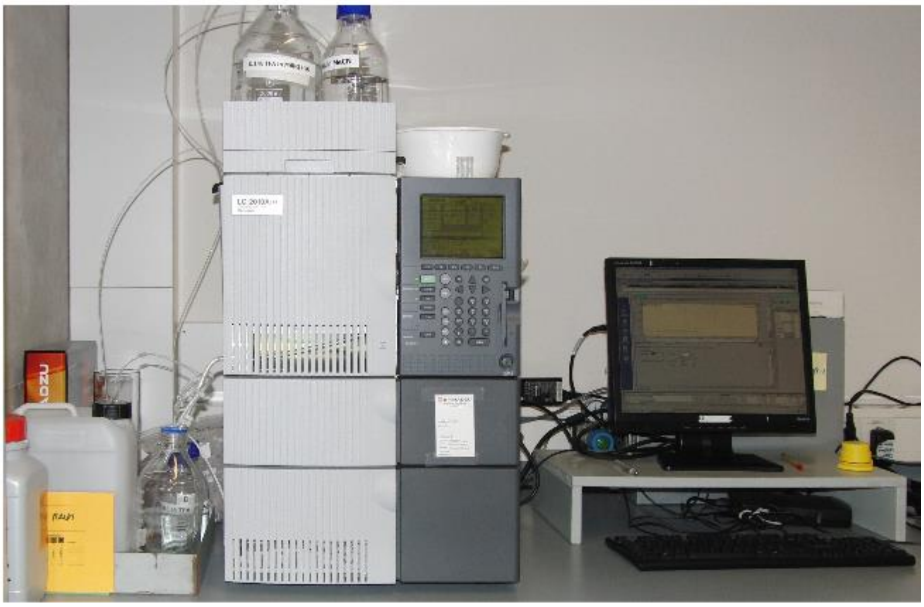
គ. Affinity chromatography

ការញែកយកអង់ស៊ីមពីប្រូតេអ៊ីនផ្សេងៗអាចសម្រេចបាន ដោយសារ cofactor មួយនៅក្នុង ចំណោម cofactor ជាច្រើន ចាប់យកភ្ជាប់ជាមួយនឹង Column។



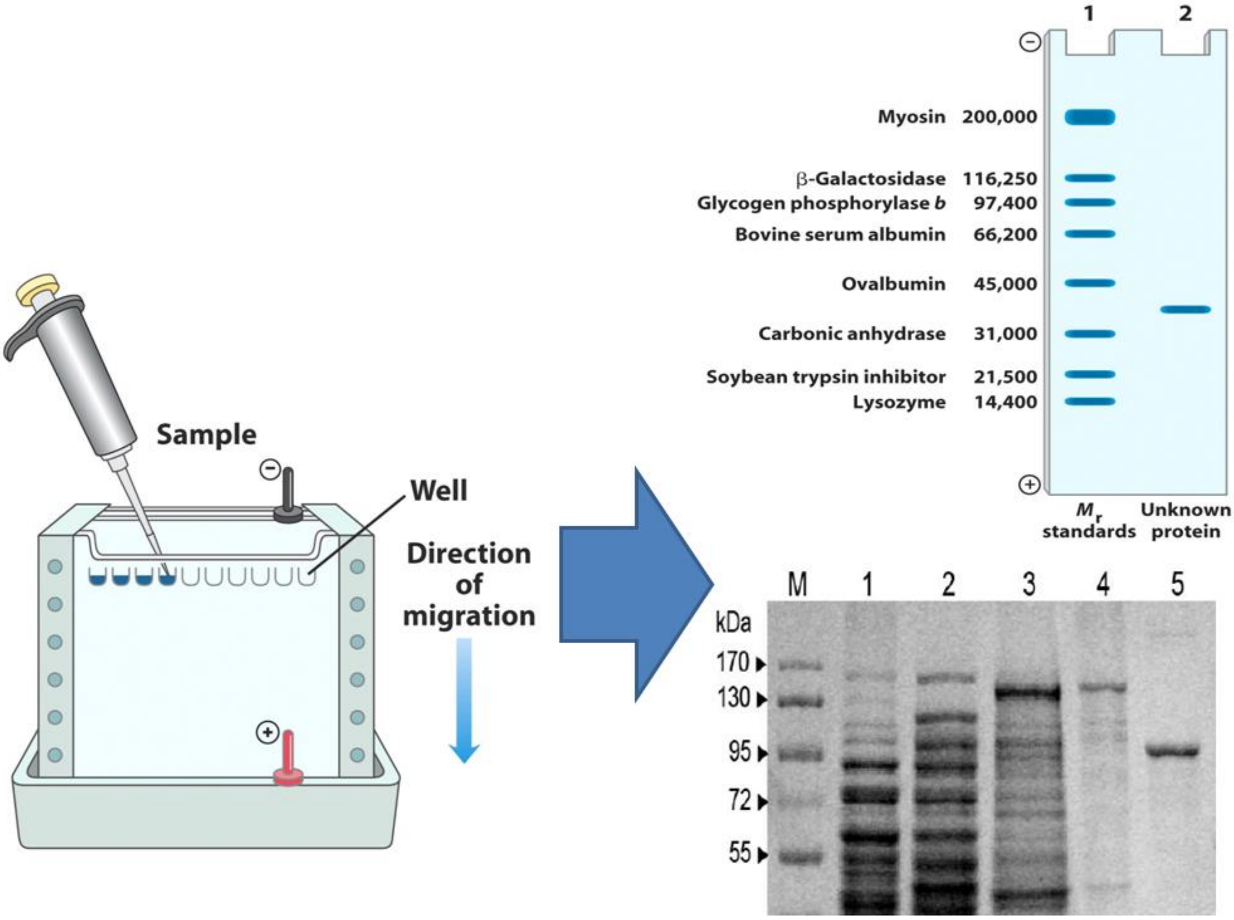
ឃ. High-performance liquid chromatography (HPLC)

វិធីសាស្ត្រនេះកើតមានឡើងដោយប្រើប្រាស់សំពាធដ៏ខ្លាំងក្លាដែលពន្លឿនចលនានៃម៉ូលេគុល ប្រូតេអ៊ីនពី column។



១. Electrophoresis

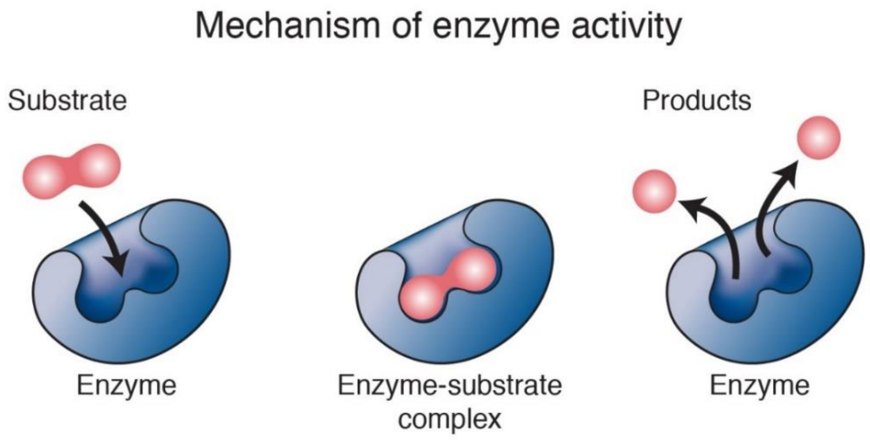
❖ **Sodium Dodecyl Sulfate Polyacrylamide Gel Electrophoresis (SDS-PAGE)**



ជំពូកទី ៣
អង់ស៊ីម និងវីតាមីន

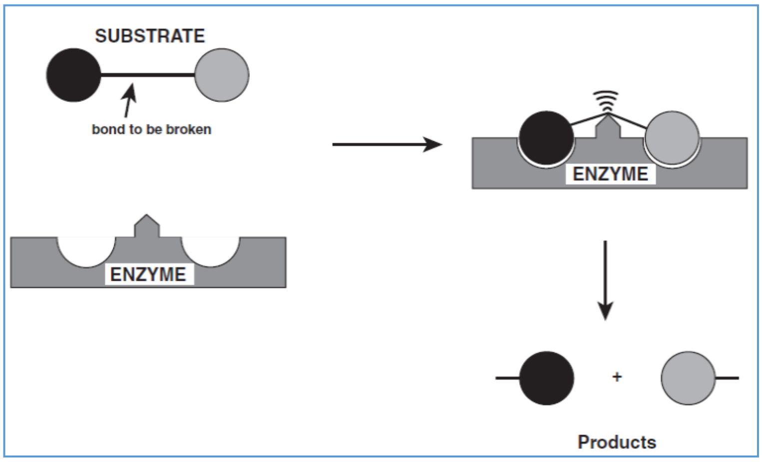
៣.១. អង់ស៊ីម

អង់ស៊ីម ជាសារធាតុប្រូតេអ៊ីនដែលមានតួនាទីជាកាតាលីករជួយជំរុញល្បឿនប្រតិកម្មគីមីជីវៈនៅក្នុងសារពាង្គកាយ។អង់ស៊ីមស្ទើតែទាំងអស់សុទ្ធតែជាប្រូតេអ៊ីនដែលកើតពីអាស៊ីតអាមីនេ។ ប្រសិនបើគ្មានអង់ស៊ីមទេសកម្មភាពផ្សេងៗនៅក្នុងសារពាង្គកាយមិនអាចប្រព្រឹត្តទៅបានទេ។ អង់ស៊ីម គឺជាកាតាលីករគីមីជីវៈដែលមានប្រតិកម្មយថាប្រភេទកម្រិតខ្ពស់ ហើយសកម្មភាពនៃប្រតិកម្មគីមីជីវៈ គឺទៀងទាត់ នឹងជាក់លាក់ ដោយអង់ស៊ីមមួយមានអំពើលើស៊ុបស្ត្រាតតែមួយប៉ុនណ្ណោះ។ អង់ស៊ីមមួយចំនួនតូចអាចបំបែកស៊ុបស្ត្រាតបានរាប់លានក្នុងមួយវិនាទី។ កាលណាកំហាប់ស៊ុបស្ត្រាត ឬអង់ស៊ីមកាន់តែខ្ពស់ប្រតិកម្មកាន់តែលឿន។



$$E + S \rightleftharpoons ES \rightleftharpoons E + P$$

E: enzyme; S: substrate; P: product



ស៊ុបស្ត្រាត គឺជាសាមាសធាតុដែលរងអំពើរបស់អង់ស៊ីម។ ឈ្មោះរបស់អង់ស៊ីមត្រូវបានដាក់ដោយផ្អែកតាមឈ្មោះរបស់ Substrate ហើយបន្ថែមពាក្យ អាស(ase) នៅខាងចុង។

នាមវលីរបស់អង់ស៊ីម			
ឈ្មោះស៊ុបស្ត្រាត	ឈ្មោះជាអង់គ្លេស	ឈ្មោះអង់ស៊ីម	ឈ្មោះជាអង់គ្លេស
លីពីត	Lipid	លីប៉ាស	Lipase
ប្រូតេអ៊ីន	Protein	ប្រូតេអាស	Protease
អាមីដុង	Amidon	អាមីឡាស	Amylase
ម៉ាល់តូស	Maltose	ម៉ាល់តាស	Maltase
សាការ៉ូស	Sacarose	សាការ៉ាស	Sacarase
ឡាក់តូស	Lactose	ឡាក់តាស	Lactase
ប៉ិបទីត	Peptide	ប៉ិបទីដាស	Peptidase

៣.២. ចំណែកថ្នាក់អង់ស៊ីម

គេធ្វើចំណែកថ្នាក់អង់ស៊ីមអាស្រ័យលើកាតាលីករដែលជំរុញល្បឿនប្រតិកម្ម។ គេចែកអង់ស៊ីមជា៦ក្រុមធំៗគឺ៖

ក. ក្រុមទី១៖ អុកស៊ីដូរេដុតាស (Oxidoreductases)

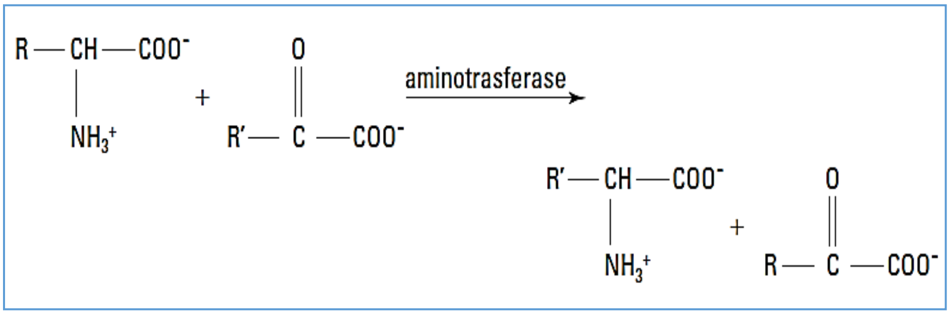
ជាអង់ស៊ីមដែលចូលក្នុងបម្លាស់ប្តូរអេឡិចត្រុងក្នុងប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម។ ក្រុមនេះរួមមាន៖ អេស៊ីដ្រូសែនណាស អុកស៊ីសែនណាស អុកស៊ីដាស ពែអុកស៊ីដាស អ៊ីដ្រុកស៊ីឡាស និងរេដុតាស។

Table 6-2 Some Possible Types of Oxidation and Reduction Reactions

Oxidation	*Reduction*
Loss of one or more electrons	Gain of one or more electrons
Addition of oxygen	Loss of oxygen
Loss of hydrogen	Gain of hydrogen

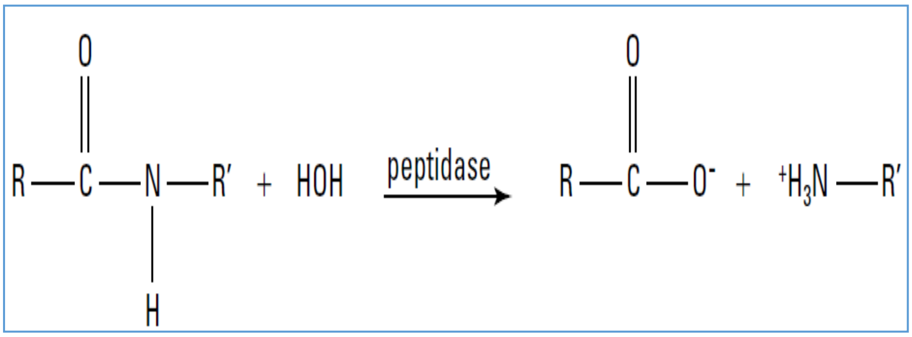
ខ. ក្រុមទី២ ៖ត្រង់ស្វ៊េរ៉ាស(Transferases)

ជាអង់ស៊ីមដែលចូលរួមក្នុងប្រតិកម្មគីមីយថាប្រភេទ ដោយផ្ទេរម៉ូលេគុលពីបណ្តុំមួយទៅបណ្តុំមួយទៅទៀត ដូចជា៖ បណ្តុំអាមីន បណ្តុំកាបុកស៊ីល មេទីល ផូស្វរីល។



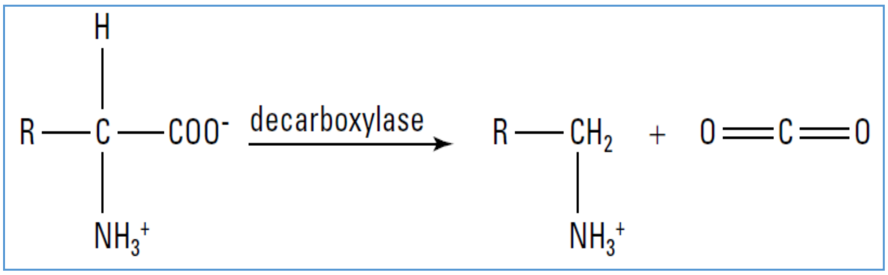
គ. ក្រុមទី៣៖ អ៊ីដ្រូឡាស(Hydrolases)

ជាអង់ស៊ីមដែលចូលរួមក្នុងប្រតិកម្មផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមី ដោយភ្ជាប់អ៊ីយ៉ុង OH^- និងអ៊ីយ៉ុង H^+ ដែលបានមកពីម៉ូលេគុលទឹក(ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីស)។ ។ ក្រុមនេះរួមមាន៖ កាបូអ៊ីដ្រាស ប្រូតេអាស លីបាស អេស្ទែរ៉ាស ផូស្វាសតាស ប៉ិបទីតាស និងអ៊ីដ្រូឡាស។



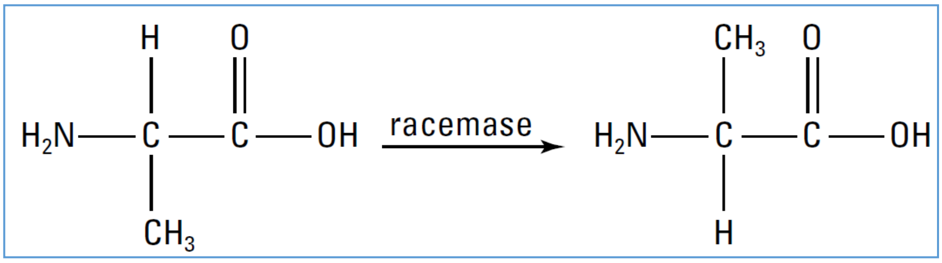
ឃ. ក្រុមទី៤៖ លីយ៉ាស (Lyases)

ជាអង់ស៊ីមដែលបំបែកទឹក កាបូនឌីអុកស៊ីត(CO_2) និងអាម៉ូញ៉ាក់ (NH_3)។ ក្រុមនេះរួមមាន៖ ឌែមីណាលីយ៉ាស និងដេអ៊ីដ្រាតាស ។



ង. ក្រុមទី៥៖ អ៊ីសូមេរ៉ាស (Isomerases)

ជាអង់ស៊ីមដែលជួយជម្រុញប្រតិកម្មម៉ូលេគុល ដើម្បីរៀបចំ ម៉ូលេគុលជាថ្មីឡើងវិញ។ ក្រុមនេះរួមមាន៖ អេពីមេរ៉ាស និងមុយតាស។



ច. ក្រុមទី៦៖ លីហ្គាស (ligases)

ជាអង់ស៊ីមដែលចូលរួមក្នុងប្រតិកម្មបង្កើតសម្ព័ន្ធគីមីរវាងម៉ូលេគុល substrate ពីរ។ ថាមពលដែលបានផ្តល់ដល់ប្រតិកម្មនេះបានមកពីអ៊ីដ្រូលីសនៃ ATP។ ក្រុមនេះរួមមាន៖សាំងតេតាស និងកាបុកស៊ីឡាស។

$$\text{pyruvate} + CO_2 + H_2O + \text{ATP} \xrightleftharpoons{\text{pyruvate carboxylase}} \text{oxaloacetate} + \text{ADP} + P_i$$

TABLE 6–3 International Classification of Enzymes

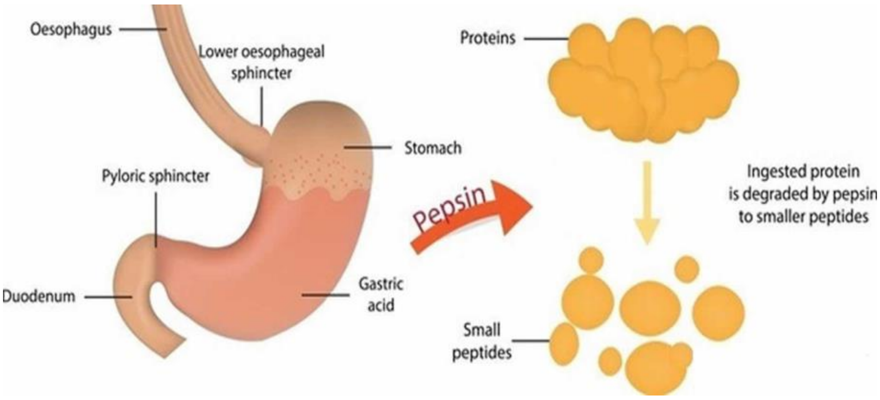
No.	*Class*	*Type of reaction catalyzed*
1	Oxidoreductases	Transfer of electrons (hydride ions or H atoms)
2	Transferases	Group transfer reactions
3	Hydrolases	Hydrolysis reactions (transfer of functional groups to water)
4	Lyases	Addition of groups to double bonds, or formation of double bonds by removal of groups
5	Isomerases	Transfer of groups within molecules to yield isomeric forms
6	Ligases	Formation of C—C, C—S, C—O, and C—N bonds by condensation reactions coupled to ATP cleavage

Note: Most enzymes catalyze the transfer of electrons, atoms, or functional groups. They are therefore classified, given code numbers, and assigned names according to the type of transfer reaction, the group donor, and the group acceptor.

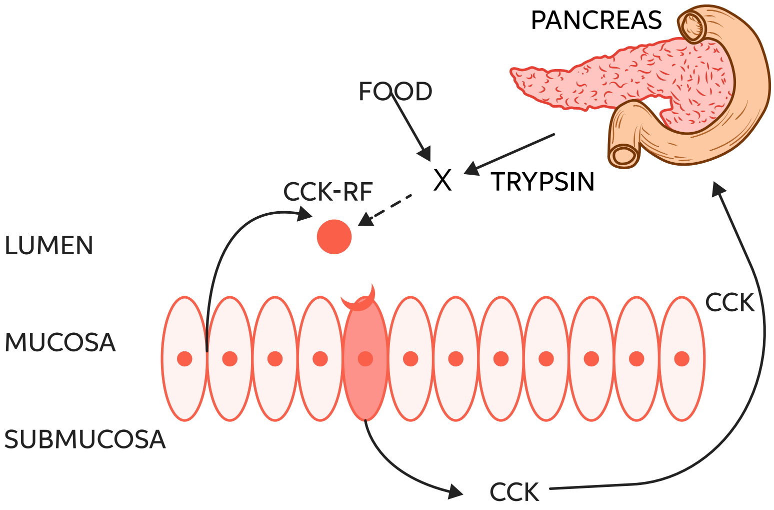
៣.៣ ប្រតិកម្មគីមីនៃអង់ស៊ីម

ប្រតិកម្មគីមីភាគច្រើននៅក្នុងសារពាង្គកាយមិនអាចធ្វើទៅបានទេក្រោមស្ថានភាពធម្មតានៅក្នុងកោសិកាបើគ្មានអង់ស៊ីម។ព្រោះនៅក្នុងសារពាង្គកាយមានប្រតិកម្មគីមីជីវៈជាច្រើន ហើយប្រតិកម្មគីមីជីវៈទាំងនោះត្រូវការកម្តៅនិងកំហាប់ប្រតិករ ដើម្បីបង្កើនល្បឿនប្រតិកម្មគីមីទាំងនោះ។ប៉ុន្តែនៅក្នុងសារពាង្គកាយយើងមិនអាចប្រើកំហាប់ប្រតិករ កម្តៅ ឬកាតាលីករអសរីរាង្គទេ ដូច្នេះអត្រានៃប្រតិកម្មគីមីភាគច្រើនត្រូវបានបង្កើនដោយកត្តាជំរុញគឺអង់ស៊ីម។

ឧទាហរណ៍៖ អង់ស៊ីមរំលាយអាហារដែលសំខាន់នៅក្នុងក្រពះគឺ**ផិបស៊ីន (Pepsin)** ដែលមានប្រសិទ្ធភាពល្អបំផុតក្នុងកម្រិត pH ប្រហែល ១,៥ (អាស៊ីតទាប) ដោយជួយបំបែកប្រូតេអ៊ីនទៅជាម៉ូលេគុលតូចៗ។

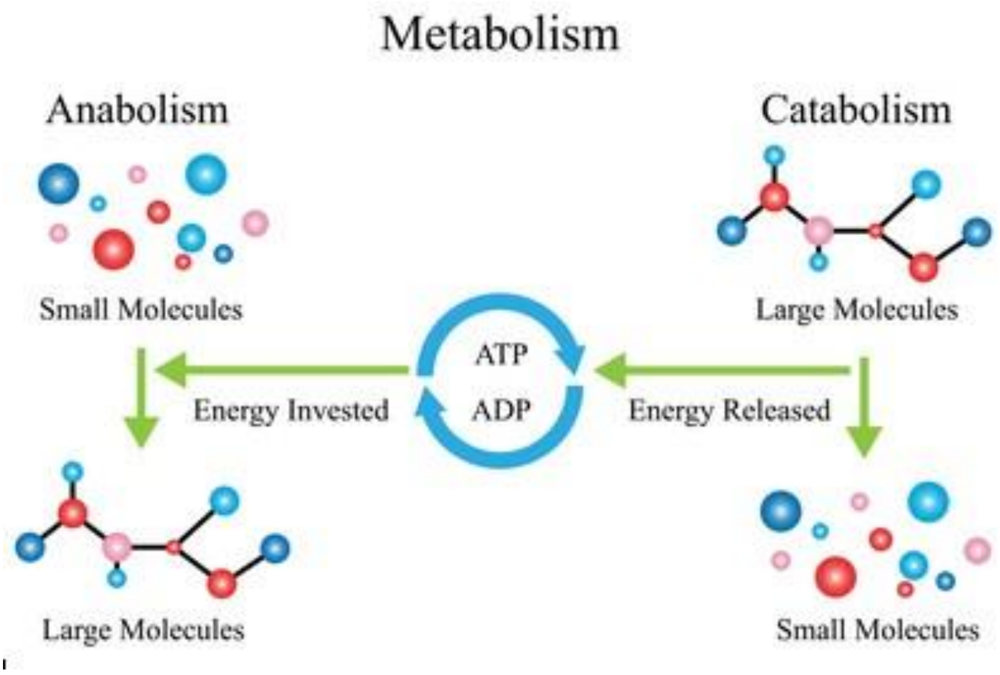


❖ **ទ្រីផឹន (Trypsin)** គឺជាអង់ស៊ីមមួយផ្សេងទៀតនៅក្នុងប្រព័ន្ធរំលាយអាហារដែលបំបែកខ្សែ សង្វាក់ប្រូតេអ៊ីននៅក្នុងអាហារទៅជាផ្នែកតូចៗ។ ទ្រីស៊ីស្ទីនធ្វើការក្នុងពោះវៀនតូចអង់ស៊ីមចាំបាច់ដើម្បីបង្កើនល្បឿនប្រតិកម្មគីមីនៅក្នុងសារពាង្គកាយ។ pH ល្អបំផុតរបស់ទ្រីស៊ីនគឺប្រហែល ៨(មិនមែនជាអាស៊ីត)។

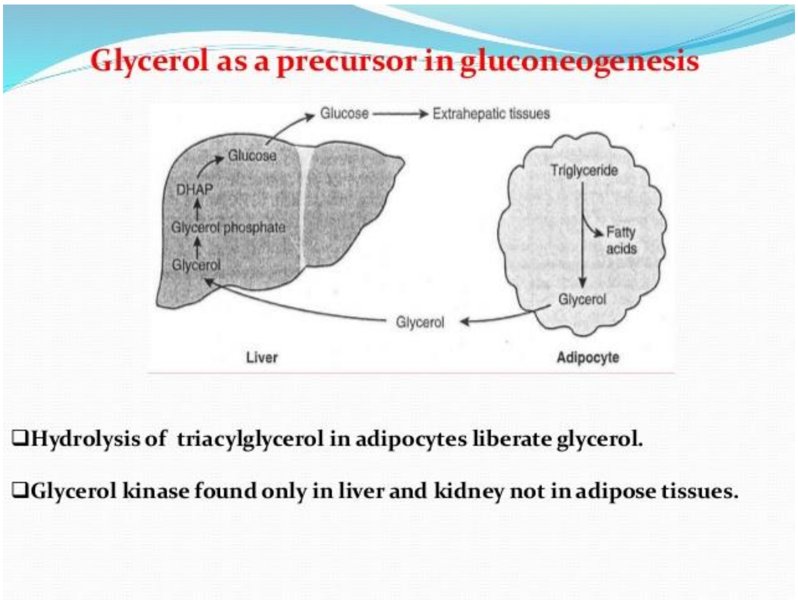


❖ នៅក្នុងសត្វមុខងារសំខាន់មួយនៃអង់ស៊ីមគឺជួយរំលាយអាហារ។ អង់ស៊ីមរំលាយអាហារបង្កើនល្បឿនប្រតិកម្មដែលបំបែកម៉ូលេគុលកាបូអ៊ីដ្រាត ប្រូតេអ៊ីន និងខ្លាញ់ទៅជាម៉ូលេគុលតូចជាងមុនដែលរាងកាយអាចប្រើបាន។ បើគ្មានអង់ស៊ីមរំលាយអាហារសត្វនឹងមិនអាចបំបែកម៉ូលេគុលចំណីអាហារបានលឿនគ្រប់គ្រាន់ដើម្បីផ្តល់ថាមពលនិងសារធាតុចិញ្ចឹមដែលពួកគេត្រូវការដើម្បីរស់។ ឧទាហរណ៍៖ មនុស្សអាចសំយោគអាស៊ីតអាមីណេចំនួន ១២ ក្នុងចំណោមអាស៊ីតអាមីណេ ២០ យើងត្រូវតែទទួលបាន ៨ ផ្សេងទៀតនៅក្នុងរបបអាហាររបស់យើង។

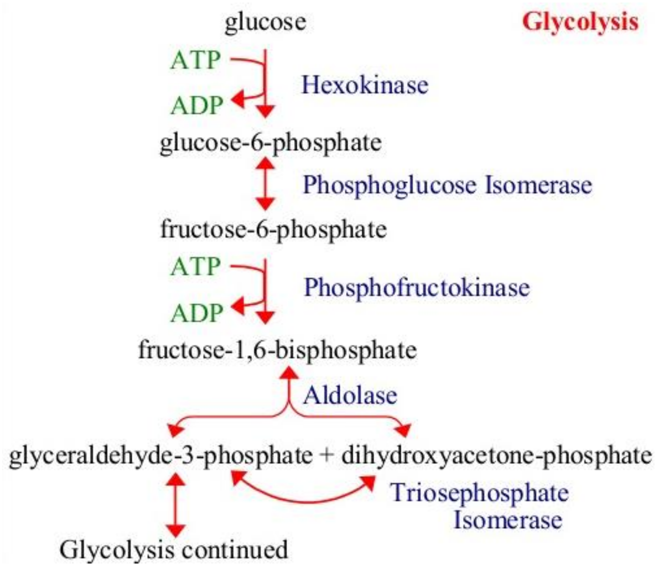
ការរំលាយអាហារប្រព្រឹត្តទៅបានតាមរយៈដំណើរមេតាប៉ូលីស (Metabolisim) ដែលជាដំណើរនៃការសំយោគនិងការរំលាយអាហារនៅក្នុងកោសិកានៃសារពាង្គកាយ។ ដំណើរមេតាប៉ូលីស(Metabolisim) ចែកចេញជាពីរគឺ៖ អាណាប៉ូលីស(Anabolism)និង កាតាប៉ូលីស (Catabolism) អង់ស៊ីមដែលចូលរួមក្នុងដំណើរមេតាប៉ូលីសមានដូចជា៖ Carboxylases, Dehydrogenase, Lipoxygenases, Oxidoreductases, Kinase, Lyases, Transferases និងមានច្រើនទៀត។



- អាណាប៉ូលីស(Anabolism)ផ្តោតលើការលូតលាស់និងការកសាងការរៀបចំម៉ូលេគុល។ នៅក្នុងដំណើរការនេះម៉ូលេគុលសាមញ្ញតូចត្រូវបានបង្កើតឡើងទៅជាម៉ូលេគុលធំនិងស្មុគស្មាញជាង។ ឧទាហរណ៍នៃការ anabolism គឺ gluconeogenesis ។ នេះគឺជាពេលដែលថ្លើមនិងតម្រងនោមផលិតគ្លុយកូសពីប្រភពកាបូអ៊ីដ្រាត។



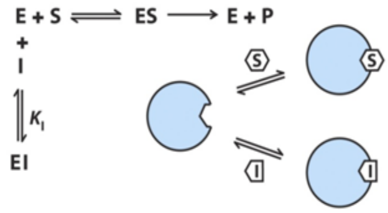
- កាតាប៉ូលីស(Catabolism)គឺជាដំណើរការនៃការបំបែកម៉ូលេគុលដើម្បីទទួលបានថាមពលសម្រាប់ប្រើប្រាស់។ ម៉ូលេគុលស្មុគស្មាញនៅក្នុងខ្លួនត្រូវបានបំបែកទៅជាតូចជាងធម្មតា។ ឧទាហរណ៍នៃ catabolism គឺ glycolysis ។ ដំណើរការនេះគឺស្ទើរតែបញ្ច្រាសនៃ gluconeogenesis ។



❖ **Reversible inhibition**

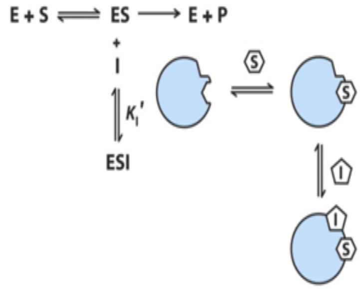
ប្រតិកម្មគីមីនៃអង់ស៊ីមមួយចំនួនគឺជាកាតាលីកររដែលមានប្រតិកម្មបញ្ច្រាសទៅវិញទៅមក។

(a) Competitive inhibition



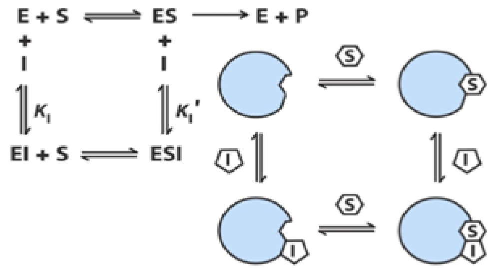
$$V_0 = \frac{Vmax\,[S]}{\alpha Km + [S]}$$ ($\alpha = 1 + [I]/Ki$, $Ki = [E][I]/[EI]$)

(b) Uncompetitive inhibition



$$V_0 = \frac{Vmax\,[S]}{Km + \alpha'[S]}$$ ($\alpha' = 1 + [I]/Ki'$, $Ki' = [ES][I]/[ESI]$)

(c) Mixed inhibition



$$V_0 = \frac{Vmax\,[S]}{\alpha Km + \alpha'[S]}$$

If Ki = Ki’, noncompetitive

៣.៤ សារៈសំខាន់នៃអង់ស៊ីម

- អង់ស៊ីមបង្កើនល្បឿនប្រតិកម្ម
- អង់ស៊ីមជាប្រូតេអ៊ីនមានអំពើជាយថាប្រភេទ
- អង់ស៊ីមខ្លះបង្កើតប្រតិកម្ម ហើយអង់ស៊ីមខ្លះទៀតបម្លែងប្រតិកម្មគីមី
- អង់ស៊ីមខ្លះត្រូវការគូរអង់ស៊ីម
- អង់ស៊ីមអាចជួយរំលាយអាហារ
- អង់ស៊ីមជាកាតាលីករដែលមានប្រតិកម្មបញ្ច្រាសទៅវិញទៅមក
- អង់ស៊ីមអាចប្រែប្រួលទំហំ និងនាទី អាស្រ័យទៅនឹង ឥទ្ធិពល pH សីតុណ្ហភាព និងកំហាប់ស៊ុបស្ត្រាត និងកំហាប់អង់ស៊ីម

៣.៤.១ ឥទ្ធិពលផ្សេងៗទៅលើអង់ស៊ីម

ក. ឥទ្ធិពល pH ទៅលើអង់ស៊ីម

អង់ស៊ីមមានសកម្មភាព អាស្រ័យទៅលើ pH ។ប្រតិកម្មអង់ស៊ីមមួយចំនួនត្រូវការសូលុយស្យុងអាស៊ីតខ្សោយនិងមួយចំនួនទៀតត្រូវការសូលុយស្យុងបាសខ្សោយ។ ឧទាហរណ៍៖ អង់ស៊ីមក្នុងពោះវៀន។ កាលណាអាស៊ីតខ្លាំងឬបាសខ្លាំងបណ្តាលឲ្យអង់ស៊ីមបាត់បង់គុណភាព ដោយសារអង់ស៊ីមជាប្រូតេអ៊ីនហើយអាស៊ីតខ្លាំងបាសខ្លាំងបានផ្តាច់សម្ព័ន្ធអ៊ីនដ្រូសែននាំឲ្យបាត់បង់គុណភាព។ ឧទាហរណ៍៖ អង់ស៊ីមអាមីឡាស មានសកម្មភាពប្រសើរបំផុតនៅកម្រិត pH= ៧ ហើយសកម្មភាពអង់ស៊ីម អាមីឡាសថយចុះសកម្មភាពនៅកំហាប់ pH< ៧ និង pH>៧ ខ្ពស់ពេក។ បើpH = ៤ ឬ =៩ អាមីឡាសបាត់បង់គុណភាពទាំងស្រុង។

ខ. ឥទ្ធិពលកំហាប់ស៊ុបស្ត្រាតនិងកំហាប់អង់ស៊ីម

កាលណាកំហាប់អង់ស៊ីមកាន់តែខាប់ល្បឿនប្រតិកម្មគីមីជីវៈកាន់តែកើនឡើង។ អង់ស៊ីម ជាកាតាលីករដែលមានប្រតិកម្មបញ្ញាស ព្រោះវាអាចបំប្លែងទៅជា សារជាតុថ្មី ហើយសារជាតុថ្មីនោះ ក៏អាចប្រែប្រួលមកជាសាជាតុដើមវិញ ។

គ. ឥទ្ធិពល សីតុណ្ហភាពទៅលើអង់ស៊ីម

កាលណាសីតុណ្ហភាពទាបឬខ្ពស់ពេកធ្វើឲ្យអង់ស៊ីមមានសមក្ខភាពថយចុះ ព្រោះអង់ស៊ីមជាប្រូតេអ៊ីនកាលណាសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ពេកធ្វើឲ្យសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនរលាធ្វើប្រូតេអ៊ីនខូចទ្រង់ទ្រាយ និងបាត់បង់គុណភាព។

៣.៥ វីតាមីន

៣.៥.១ លក្ខណៈទូទៅនៃវីតាមីន

វីតាមីន គឺជាសារធាតុសរីរាង្គ ដែលមានសារៈប្រយោជន៍ខ្លាំងណាស់ ចំពោះរាងកាយរបស់មនុស្ស។ រាងកាយត្រូវការវីតាមីនជាចាំបាច់សម្រាប់លូតលាស់ ឲ្យគ្រប់គ្រាន់ មិនលើស មិនខ្វះ ព្រោះបើវីតាមីនក្នុងរាងកាយលើសឬខ្វះនោះបញ្ហាសុខភាពនឹងកើតឡើងដែលអាចប្រឈមជំងឺច្រើននិងខ្សោយផ្នែកណាមួយនៃរាងកាយជាដើម។ វីតាមីនមានច្រើនប្រភេទណាស់ដូចជា វីតាមីន A, B, C, D, E និង K ជាដើម ហើយក្នុងវីតាមីនទាំងនោះ វាអាចបំបែកចេញជាវីតាមីនជាច្រើនទៀតដូចជា ក្រៅពីវីតាមីន B គឺមានវីតាមីន B1, B2, B3...ជាដើម។វីតាមីននេះសុទ្ធតែសំខាន់ទាំងអស់ ក្នុងការផ្តល់នូវការលូតលាស់ និងធំធាត់ ដែលត្រូវបានអ័រម៉ូន កោសិកាគ្រាប់ឈាម និងប្រព័ន្ធសរសៃប្រសាទយកទៅប្រើប្រាស់ ។ ជាទូទៅវីតាមីនទាំងអស់មិនអាចផលិតក្នុងរាងកាយមនុស្សដោយខ្លួនឯងបាននោះទេ គឺពួកវាមាននៅក្នុងចំណីអាហារដែលយើងទទួលទានរាល់ថ្ងៃ។ តែចំពោះវីតាមីន D វិញវាអាចផលិតក្នុងរាងកាយមនុស្សដោយខ្លួនឯងបានដោយគ្រាន់តែហាលខ្លួនឱ្យត្រូវកម្ដៅថ្ងៃតែប៉ុណ្ណោះ ឬអាចនិយាយបានថា វីតាមីន D កើតឡើងដោយសារតែរាងកាយប៉ះកម្ដៅថ្ងៃ។វីតាមីនទាំងអស់ងាយនឹងខូចគុណភាពណាស់ ប្រសិនបើពួកវាទទួលរងនូវ កម្ដៅ ពន្លឺ និងខ្យល់ ដូច្នេះហើយដើម្បីរក្សាវីតាមីនក្នុងចំណីអាហារ អ្នកគួរតែចម្អិនអាហារឱ្យឆ្អិន ឆាប់ហ័ស និងស្រស់ផងដែរ (អាហារស្រស់)។

៣.៥.២ ប្រភេទ និងប្រភពនៃវីតាមីន

ក. វីតាមីន A(Night blindness)

វីតាមីនអា (A) ជាសារធាតុចិញ្ចឹមមួយយ៉ាងសំខាន់ដែលខ្លួនប្រាណយើងត្រូវការមិនអាចខ្វះបាន។ វាជាប្រភេទសារធាតុចិញ្ចឹមដែលកោសិកាយើងមិនអាចផលិតបានឡើយ ដូច្នេះវិធីល្អបំផុតគឺទទួលទាន ផ្លែឈើ និងបន្លែ ជាដើម។ វីតាមីនA ភាគច្រើនមាននៅក្នុងបន្លែស្លឹកពណ៌បៃតង និងលឿង ថ្លើមសត្វ ស៊ុតក្រហម ផលិតផលពីទឹកដោះគោ ត្រីសម្បូរខ្លាញ់។ ប៉ុន្តែវាអាចត្រូវបានបាត់បង់អស់ប្រសិនបើវាត្រូវ អុកស៊ីសែន និងពន្លឺថ្ងៃ។

ខ. វីតាមីន B

វីតាមីន B កំផ្លេច គឺជាវីតាមីនមួយក្រុមដែលបង្កើតឡើងដោយវីតាមីន B ៨ប្រភេទ ខុសៗគ្នា ដែលវាត្រូវបានគេស្គាល់ថា ជាវីតាមីនរលាយក្នុងទឹក ។ វីតាមីនទាំង៨នេះធ្វើការជាមួយគ្នាដើម្បីបង្កើន ថាមពលក្នុងរាងកាយតាមរយៈការរំលាយអាហារទៅជាថាមពល។ ក្រុមវីតាមីន B កំផ្លិចរួមមាន៖

គ. វីតាមីន B1 (Beriberi)

ភាគច្រើនមានប្រភពនៅក្នុង សណ្តែកគ្រប់ប្រភេទ អង្ករសម្រូប កន្ទក់ សាច់ជ្រូក និងពងមាន់ ទា។ និងស្ពៃស្ពីណាច វីតាមីននេះនឹងត្រូវបំផ្លាញបានដោយងាយ នៅពេលត្រូវកម្តៅ និងអុកស៊ីសែន ឬក្នុង ពេលដាំស្ល ក៏ធ្វើឲ្យវីតាមីននេះបាត់បង់ប្រមាណ៣០%ដែរ។ ដូច្នេះមិនត្រូវលាងបន្លែយូរពេកទេ ហើយ គួរប្រើវិធីចំហុយ។

ឃ. វីតាមីនB2 (Ariboflavinosis)

ភាគច្រើនមានប្រភពដ៏ល្អបំផុតនៅក្នុង យ៉ាអួ ស៊ុត ស្ពៃស្ពីណាច ផ្លែអាលម៉ុន និងសណ្តែកសៀង ថ្លើម សាច់មាន់ ទឹកដោះគោ ស៊ុត និងគ្រាប់ធញ្ញជាតិ។ វាងាយបាត់បង់នៅក្នុងទឹក ដូចនេះគួរបរិភោគ ទឹកស្ងោរអាហារឬបន្លែទាំងនោះផង។ ពន្លឺ ក៏អាចបំផ្លាញវីតាមីននេះដែរ គួររក្សាទុកនៅកន្លែងងងឹត។

ង. វីតាមីន B3 (Pellagra)

ភាគច្រើនមាននៅក្នុងបន្លែពណ៌បៃតង ស៊ុត ទឹកដោះគោ និងសណ្តែក ក្នុងត្រីមានខ្លាញ់ សាច់ មាន់ ថ្លើម សណ្តែកស្ងួត និងធញ្ញជាតិសំបក។ ។

ច. វីតាមីន B5 (Pantothenic Acid)

ភាគច្រើនមានប្រភពមកនៅក្នុង ផ្លែប័រ ពពួកគ្រាប់ បន្លែមានសំបក សាច់ ក្នុងបន្លែស្ទើរគ្រប់មុខ ផលិតផលពីសាច់សត្វ ត្រី ស៊ុតក្រហម និងធញ្ញជាតិ។ ការចម្អិន ធ្វើឲ្យវីតាមីន B5 បាត់បង់ដល់ទៅ ៥០% ហើយបើក្លាសេរឹងវិញនឹងធ្វើឲ្យបាត់បង់វីតាមីននេះ ដល់ទៅ៨០%។ ដូច្នេះ គួរទទួលទានអាហារ ស្រស់ជានិច្ច។

ឆ. វីតាមីន B6 (Anemia)

ភាគច្រើនមានប្រភពនៅក្នុង សាច់មាន់ ត្រីសាម៉ុន សណ្តែក អង្ករសម្រូប ការ៉ុតសាច់សត្វ ទា គោ ជ្រូក ស៊ុត ត្រី និងទឹកដោះគោ និងគ្រាប់ផ្កាឈូករ័ត្ន ។

ជ. វីតាមីន B7(Enteritis)

ភាគច្រើនមានប្រភពនៅក្នុងត្រី ដំឡូងបារាំង និងគ្រាប់ផ្លែឈើ ។

ឈ. វីតាមីន B9 (Folate ឬ Folic Acid)

ភាគច្រើនមានប្រភពនៅក្នុង បន្លែពណ៌បៃតងចាស់ ត្រីសាម៉ុន និងទឹកដោះគោ ។

ញ. វីតាមីន B12 (Cobalamin)

ភាគច្រើនមានប្រភពនៅក្នុងត្រី សត្វមានសំបក ស៊ុត សាច់គោ និងអាហារធ្វើពីទឹកដោះគោ ។ ខណៈពេលដែលយើងអាចទទួលបានវីតាមីនទាំងអស់ខាងលើតាមរយៈការញ៉ាំថ្នាំបំប៉នវីតាមីនការញ៉ាំអាហារសម្បូរវីតាមីន B កំផ្លេចអាចផ្តល់នូវជីវជាតិផ្តល់សុខភាពដែលរាងកាយត្រូវការបានគ្រប់គ្រាន់។

ដ. វីតាមីន C (Scurvy and swelling of gums)

វីតាមីន C គឺជាវីតាមីនដែលនៅក្នុងរាងកាយរបស់សត្វមួយចំនួនអាចបង្កើតបានដោយខ្លួនឯង ប៉ុន្តែសម្រាប់មនុស្សវិញយើងអាចទទួលវីតាមីននេះបានរយៈអាហារ បន្លែ ផ្លែឈើស្រស់ជាពិសេសផ្លែឈើដែលមានជាតិជូរ ។ វីតាមីន C ក៏អាចផលិតបានតាមការសំយោគក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍ផងដែរ។

ឋ. វីតាមីន D (Rickets and Qsteomalacia)

សម្រាប់រាងកាយយើងអាចទទួលបានវីតាមីន D ពីការត្រូវពន្លឺថ្ងៃ និងតាមរយៈអាហារដូចជាត្រីមានជាតិខ្លាញ់ ឬផលិតផលធ្វើពីទឹកដោះគោដែលបន្ថែមវីតាមីន D។

ឌ. វីតាមីន E (less fertility)

វីតាមីនE គឺជាវីតាមីនដែលរលាយក្នុងខ្លាញ់ហើយត្រូវបានរកឃើញនៅក្នុងបន្លែ ប្រេងបន្លែ ផ្លែឈើ សាច់សត្វ គ្រាប់ធញ្ញជាតិ ស៊ុត និង ប្រេងស្រូវសាឡីព្រមទាំងមានជាអាហារបំប៉នផងដែរ។

ឍ. វីតាមីន K(Non-Clotting of blood)

វីតាមីន K គឺជាវីតាមីនមានផ្ទុកនៅក្នុងស្លឹកបន្លែពណ៌បៃតងដូចជាផ្កាខាត់ណាបៃតង និងស្ពៃក្តោប វីតាមីន K ពីរទម្រង់នេះ វីតាមីន K1 និង K2។

៣.៥.៣ សារៈប្រយោជន៍នៃវីតាមីន

ក. វីតាមីន A

- សុខភាពកែវភ្នែក

វីតាមីន A ដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់ចំពោះសុខភាពនៃសរីរាង្គភ្នែក។ វាជួយដល់កោសិកាចាប់យកពន្លឺ និងរូបភាពមានដំណើរការប្រសើរ និងការពារពីការខូចខាតដោយកត្តាខាងក្រៅ។ វាបានជួយប្រឆាំង និងការពារពីហានិភ័យនៃជំងឺទាក់ទងនឹងភ្នែកដូចជា ជំងឺឡើងទឹកបាយក្នុងភ្នែក បញ្ហាស្ងួតភ្នែក ជាពិសេស ជាភ្នាក់ងារប្រឆាំងនឹងមេរោគឆ្លងតាមភ្នែកដ៏មានប្រសិទ្ធភាព។

- ពង្រឹងប្រព័ន្ធភាពស៊ាំរាងកាយ

វីតាមីន A ពង្រឹងប្រព័ន្ធភាពស៊ាំរាងកាយ ដើម្បីការពារពីការបង្កជំងឺនៃមេរោគទាំងឡាយ។ កង្វះនៃវីតាមីន A បានធ្វើឲ្យការជួសជុលនិងសាងសង់ឡើងវិញនៃកោសិកាអន្ទិលដែលស្ទើរតែមាននៅគ្រប់ទីកន្លែងនៃរាងកាយយើងមានភាពយឺតខ្លាំង។ នេះធ្វើឲ្យប្រព័ន្ធភាពស៊ាំរាងកាយមានការធ្លាក់ចុះ និងបង្កហានិភ័យនៃការឆ្លងនិងបង្កជំងឺ ព្រោះស្រទាប់កោសិកាអន្ទិលនេះប្រៀបបានជារនាំងការពារពីការជ្រៀតចូលនៃមេរោគពីខាងក្រៅមកខាងក្នុងអីចឹង។

- ប្រឆាំងនឹងការរលាក

វីតាមីន A បានដើរតួនាទីជាសារធាតុប្រឆាំងនឹងជាតិពុល កាត់បន្ថយការប្រមូលនៃសារធាតុពុលទាំងនេះពីក្នុងរាងកាយយើង។ ជាតិពុលយូរៗទៅអាចបំផ្លាញទ្រង់ទ្រាយ និងដំណើរការរបស់កោសិកាដែលជាមូលហេតុចម្បងនៃការរលាកកោសិកា។

- ប្រឆាំងនឹងជំងឺមហារីក

សារធាតុពុលចំបងចូលរួមចំណែកវិវឌ្ឍកោសិកាមហារីក។ វីតាមីនអា បានជួយប្រឆាំងនិងបំផ្លាញពពួក ជាតិពុលទាំងនេះ ដែលជាលទ្ធផលកាត់បន្ថយហានិភ័យនៃការបង្កជំងឺមហារីកផ្សេងៗ។

- ល្អសម្រាប់សុខភាពឆ្អឹង

យើងច្បាស់ជាដឹងនិងឮយ៉ាងច្រើនអំពីទំនាក់ទំនងរវាងសុខភាពឆ្អឹងជាមួយ វីតាមីនដេ (D) ជាពិសេសកាល់ស្យូម។ តែលោកអ្នកដឹងទេ វីតាមីនអា ក៏ជាសារធាតុមួយដ៏សំខាន់សម្រាប់ការលូតលាស់ និងភាពរឹងមាំនៃសរីរាង្គឆ្អឹងដែរ។

ខ. វីតាមីន B1

- ជួយបង្ការភាពស្ត្រេស
- ការពារប្រព័ន្ធភាពស៊ាំ
- បង្កើតកោសិកា ថ្មីៗក្នុងរាងកាយ

គ. វីតាមីនB2

- ជាអង់ទីអុកស៊ីដង់សម្រាប់ប្រឆាំងនឹងរ៉ាឌីកាលសេរី
- បង្ការជំងឺបេះដូង

- ទប់ស្កាត់ឥទ្ធិពលនៃភាពចាស់មុនអាយុ
- ជួយដល់ការផលិតគ្រាប់ឈាមក្រហម

ឃ. វីតាមីនB3

- ជួយពង្រឹងដល់របត់ឈាមរត់
- បង្កើនកូឡេស្តេរ៉ុលល្អ
- ផលិតអ័រម៉ូន

ង. វីតាមីនB5

- ជួយបង្កើនថាមពល
- ជួយបំបែកកាបូអ៊ីដ្រាត និងខ្លាញ់
- ជួយផលិតអ័រម៉ូនភេទប្រុសតេស្តូស្តេរ៉ូន និងផ្សេងៗទៀត ។

ច. វីតាមីនB6

- ជួយសម្រួលដល់កម្រិត Homocysteine
- ជួយផលិតអ័រម៉ូនមួយចំនួន
- ជួយជំរុញដល់អារម្មណ៍កាន់តែល្អការកង្វះវីតាមីនមួយនេះ អាចបណ្តាលឲ្យមានការរលាកពុំរ៉ែ និងបញ្ហាសរសៃប្រសាទបាន ។

ឆ. វីតាមីនB7

- វីតាមីននេះត្រូវបានគេស្គាល់ថាជាវីតាមីនសម្រស់ ព្រោះរាល់ផលិតផលថែសម្រស់ក្រចក សក់ និងស្បែកសុទ្ធតែមានវាទាំងអស់
- ជួយគ្រប់គ្រងជាតិស្ករក្នុងឈាម
- ជួយជំរុញដល់ការលូតលាស់ និងធំធាត់ធម្មតារបស់ទារកក្នុងផ្ទៃ ។

ជ. តាមីន9

- ត្រូវបានគេប្រើដើម្បីជំរុញដល់ការលូតលាស់របស់ទារកក្នុងផ្ទៃ ព្រោះវាអាចបង្ការការខូចសរសៃប្រសាទលើទារកមិនទាន់កើតបាន ។
- វាក៏មានប្រយោជន៍ក្នុងការជំរុញដល់ការលូតលាស់ខួរក្បាល និងការចងចាំល្អ និងកាត់បន្ថយភាពស្ត្រេសដែរ ។

ឈ. វីតាមីនB12

- ដែលវាត្រូវការធ្វើការជាមួយនឹង B9 ដើម្បីបង្កើតគ្រាប់ឈាមក្រហមបាន ។
- ជួយបំលែងអាហារទៅជាថាមពល។
- លើកកម្ពស់អារម្មណ៍ល្អប្រសើរ

នោះក៏ព្រោះតែវីតាមីន B12 មានប្រសិទ្ធភាពគ្រប់គ្រងអារម្មណ៍ល្អប្រសើរជួយរក្សាសុខភាពផ្លូវចិត្ត។ ម្យ៉ាងវិញទៀត វីតាមីន B12 ក៏ជួយរក្សាថាមពលខួរក្បាលទប់ទល់នឹងភាពអស់កម្លាំងដោយសារបញ្ហាស្ត្រេសផងដែរ។

- ជួយការពារកោសិកាខួរក្បាល ដែលធ្វើឱ្យមុខងារនៃខួរក្បាលកាន់តែមានលក្ខណៈប្រសើរឡើង។
- ពង្រឹងសុខភាពបេះដូង
- បង្កើនសុខភាពស្បែកនិងសក់

ញ. វីតាមីន C

- វីតាមីន C ជួយថែរក្សាសម្រស់ និងបង្កើនដល់ចរន្តឈាម។
- ជួយកាត់បន្ថយនូវអុកស៊ីសែនសកម្ម និងការពារស្បែកពីភាពចាស់ ជួយបំបាត់ស្នាម អុជខ្មៅ និងស្នាមអុជពណ៌ត្នោតនៅលើស្បែក។
- មាននាទីការពារអង់ស៊ីម tyrosinase មានន័យថាវាមានការកំណត់នូវការបំប្លែងសារជាតិមេឡាញីន ការពារការបង្កើត និងមានឥទ្ធិពលលើមេឡានីន។
- ជួយបង្កើននូវបរិមាណជាតិស្ករ glutathione និងវីតាមីន E ក្នុងរាងកាយផងដែរ ដែលសារជាតុទាំងពីរនេះត្រូវបានគេស្គាល់ ថាជាសារជាតុប្រឆាំងអុកស៊ីតកម្ម។ Glutathione ក៏ជួយឲ្យស្បែកផលិត pheomelanin ជំនួសឲ្យ eumelanin ផងដែរ ជាលទ្ធផលដែលធ្វើឲ្យស្បែកយើងភ្លឺថ្លាជាងមុន។
- បង្កើនការបញ្ចេញក្រពេញសេបូម និងរន្ធញើសតូចៗ។
- តាំងពីបុរាណកាលមក វីតាមីន C ត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់បង្ការនិងព្យាបាលជំងឺ scurvy ។
- នៅបច្ចុប្បន្នវិញ វីតាមីន C ត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់បង្ការនិងព្យាបាលជំងឺគ្រុនផ្តាសាយ។

ដ. វីតាមីន D

- វីតាមីន D មានតួនាទីសំខាន់ក្នុងការរក្សាប្រព័ន្ធភាពស៊ាំឲ្យរឹងមាំដើម្បីប្រឆាំងនឹងវីរុស និងបាក់តេរីដែលបង្កជំងឺផ្សេងៗ។
- វីតាមីន D ជួយរក្សាសុខភាពឆ្អឹង និងជួយរាងកាយក្នុងការស្រូបយកជាតិកាល់ស្យូម។

ឋ. វីតាមីន E

- វីតាមីន E ជួយក្នុងការព្យាបាលអ្នកជំងឺដែលខ្វះវីតាមីន E ដោយសារតែកត្តាហ្សែននិងទារកកើតមុនខែដែលមានទម្ងន់ស្រាលខ្លាំង។
- សម្រាប់ព្យាបាល និង បង្ការជម្ងឺដែលទាក់ទងនឹងបេះដូងនិងសរសៃឈាម។ ប្រើដើម្បីព្យាបាលជំងឺទឹកនោមផ្អែម ការពារជំងឺមហារីក ដូចជា មហារីកសួត មាត់ មហារីកលើក្រពះ ក្រពេញប្រូស្តាត និងលំពែង។ វាក៏ត្រូវបានប្រើប្រាស់ទៅលើជំងឺបង្កដោយខួរក្បាលនិងប្រព័ន្ធប្រសាទដូចជា ជំងឺ Alzheimer ជំងឺបាត់បង់ការចងចាំ ជំងឺ Parkinson រមួលក្រពើពេលយប់ ជំងឺជើងនៅមិនស្ងៀម និង ព្យាបាលស្គន់ជាន់រួមជាមួយថ្នាំផ្សេងទៀត។
- សម្រាប់ស្ត្រីវិញប្រើសម្រាប់បង្ការផលវិបាកនៃការមានផ្ទៃពោះយឺត (Late pregnancy) ដោយសារការកើនសម្ពាធឈាមពេលមានផ្ទៃពោះ (Pre-eclampsia)បណ្តុំរោគសញ្ញាពេលមុនមករដូវ (PMS) ឈឺចាប់ពេលមករដូវ អាការៈពេលអស់រដូវ ក្តៅក្រហាយដោយសារមហារីកដោះ និងគីសសុដន់។
- ប្រើដើម្បីបង្កើនកម្លាំងរាងកាយ បង្កើនថាមពល បន្ថយការខូចខាតរបស់សាច់ដុំ បន្ទាប់ពីហាត់ប្រាណរួច និងបង្កើនកម្លាំងសាច់ដុំ។

ឌ. វីតាមីន K

- នៅក្នុងរាងកាយយើង វីតាមីនKដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការធ្វើកំណកឈាមហេតុដូច្នេះទើបវាត្រូវបានប្រើប្រឆាំងនឹងឈាមរាវ
- វីតាមីន K ក៏ត្រូវបានផ្តល់ឲ្យក្នុងការព្យាបាល និង ការបង្ការជំងឺខ្សោយវីតាមីន K ដែលជាស្ថានភាពមួយនៃរាងកាយមិនមានវីតាមីន K គ្រប់គ្រាន់ ។
- ជួយលុបបំបាត់នូវ ការបែកសរសៃវ៉ែនពីងពាង ស្នាមជាំ ស្លាកស្នាម ស្នាមសង្វារ លោកភ្លើង បញ្ហាមុខក្រហមព្រមទាំងមុននៅលើផ្ទៃមុខ និង ស្បែកបន្ទាប់ពីការវះកាត់ដែលវាជួយពន្លឿនការសះស្បើយ កាត់បន្ថយស្នាមជាំ និងហើម។

៣.៥.៤ កង្វះវីតាមីន

កង្វះវីតាមីនជាធម្មតាវិវត្តយឺតៗក្នុងរយៈពេលជាច្រើនខែទៅច្រើនឆ្នាំ។ រោគសញ្ញាកង្វះវីតាមីនអាចមានលក្ខណៈស្រពិចស្រពិលនៅពេលដំបូងប៉ុន្តែវាកើនឡើងនៅពេលកង្វះនេះកាន់តែច្រើនទៅៗ។ កង្វះវីតាមីន គឺជាស្ថានភាពនៃកង្វះវីតាមីនយូរអង្វែង ដែលបណ្តាលមកពីការទទួលទានវីតាមីនមិនគ្រប់គ្រាន់វាត្រូវបានចាត់ថ្នាក់ជាកង្វះបឋមចំណែកឯនៅពេល ដែលមានជម្ងឺដូចជា malabsorption វាត្រូវបានគេហៅថាកង្វះទី ២ ។ផ្ទុយទៅវិញ hypervitaminosis សំដៅទៅលើរោគសញ្ញាដែលបណ្តាលមកពីការទទួលទានវីតាមីនក្នុងតម្រូវការលើសជាពិសេសសម្រាប់វីតាមីនដែលរលាយក្នុងខ្លាញ់ដែលអាចកកកុញនៅក្នុងជាលិកានៃរាងកាយ។ ហើយរោគសញ្ញានៃកង្វះវីតាមីនមានៈ

ក. កង្វះវីតាមីនA

កង្វះវីតាមីនA : ស្បែកស្ងួត និងគគ្រើម ក្រចកស្រួយ ងាយនឹងបាក់ និងមានចំណុចសៗ បើមានកង្វះវីតាមីន A ខ្លាំង ភ្នែកនឹងមើលមិនសូវឃើញនៅពេលយប់ (ខ្វាក់មាន់) បើបណ្តោយយូរៗទៅ អាចងងឹតភ្នែកបាន។វីតាមីន A ជាវីតាមីនស្ថិតក្នុងក្រុមចាំបាច់សម្រាប់សុខភាពភ្នែកនិងមានមុខងារក្នុងសុខភាពបន្តពូជរបស់មនុស្សប្រុស និងស្រី។ តាមរយៈអង្គការសុខភាពពិភពលោកបានឲ្យដឹងថាកង្វះវីតាមីន A អាចបណ្តាលឲ្យងងឹតភ្នែក ហើយស្ត្រីមានផ្ទៃពោះដែលខ្វះនូវវីតាមីននេះ គឺមានអត្រាលូតកូនខ្ពស់។ Beta-carotene គឺជាសមាសធាតុបង្កនៃវីតាមីន A វាដើរតួជាអ្នកប្រឆាំងអ៊ុកស៊ីតកម្មសេរី ដែលវាសម្បូរនៅក្នុងសារធាតុពណ៌ក្រហមទឹកក្រូច លឿង បៃតងចាស់នៃរុក្ខជាតិ។ វាត្រូវបានបំលែងជាវីតាមីន A នៅពេលរាងកាយត្រូវការ។ សម្រាប់ទារក អាហារដែលជាប្រភពនៃវីតាមីន A សម្រាប់ពួកគេគឺទឹកដោះម្តាយ។

ខ. កង្វះវីតាមីនB1

មនុស្សយើងកម្រកង្វះវីតាមីននេះណាស់ តែបើមានមែនវានឹងធ្វើឲ្យមានជំងឺសរសៃប្រសាទ ជាពិសេស Encephalopathy កង្វះវីតាមីន B1 ធ្វើឲ្យការដុតបំផ្លាញកាបូអ៊ីដ្រាត មិនបានល្អ ធុញអាហារ ឆាប់មានអារម្មណ៍ឆេវឆាវ មួម៉ៅ អស់កម្លាំង ឬរមាស់ដៃជើង។ បើមានបញ្ហាកង្វះវីតាមីន B1 ច្រើន អាចធ្វើឲ្យខ្សោយបេះដូង និងដំបៅសាច់ដុំ។

គ. កង្វះវីតាមីនB2

កង្វះវីតាមីននេះអាចបណ្តាលឲ្យជ្រុះសក់ កង្វះគ្រាប់ឈាម បញ្ហាលើស្បែក និងជំងឺថ្លើម ។អាការកង្វះវីតាមីន B2 : ដំបៅរង្វះមាត់ រលាកអណ្តាត និងមាត់ និងជំងឺកង្វះឈាមក្រហម (Anemia)។អាហារបួស ឬអាហារដែលមានប្រូតេអ៊ីនតិច អាចមានកង្វះវីតាមីន B3 ធ្វើឲ្យមានអាការស្រងូតស្រងាត់ ស្បែកស្ងួត ប្រេះស្រកា អស់កម្លាំង និងគេងមិនលក់។

ឃ. កង្វះវីតាមីនB3

វីតាមីន B3 ការទទួលទានថ្នាំ L-Dopa ប៉ារ៉ាសេតាម៉ុល និង ដៃអាសេប៉ាម (Diazepam) អាចធ្វើឲ្យរាងកាយខ្វះវីតាមីន B3 ។អ្នកដែលទទួលទានអាហារបួសអាចនឹងប្រឈមនិងកង្វះវីតាមីនប្រភេទនេះ។

ង. កង្វះវីតាមីនB5

វីតាមីន B5 ក្រុមដែលប្រឈមមុខនឹងកង្វះវីតាមីននេះ គឺអ្នកដែលមានបញ្ហាកង្វះជីវជាតិអាហារ អ្នកជំងឺទឹកនោមផ្អែម អ្នកកីឡា និងអ្នកដែលប្រើកម្លាំងច្រើន ដែលធ្វើឲ្យមានអាការល្វិតល្វៃ សាច់ដុំកន្ត្រាក់ ក្អួតចង្អោរ ឈឺក្បាល និង ឈឺពោះ។

ច. កង្វះវីតាមីនB6

- អាការកង្វះវីតាមីន B6 : គេងមិនលក់ ងាយឆ្លងរោគ អស់កម្លាំង មានបញ្ហាស្បែកបបូរមាត់ប្រេះបែក អណ្តាត និង មាត់រលាក កង្វះវីតាមីនមួយនេះ អាចបណ្តាលឲ្យមានការរលាករ៉ាំរ៉ៃ និងបញ្ហាសរសៃប្រសាទបាន ។

ឆ. កង្វះវីតាមីនB7

កង្វះវីតាមីនមួយនេះគឺផ្តល់ហានិភ័យដល់ទារកក្នុងផ្ទៃ និងបង្កជាការមិនលូតលាស់តែម្តង ។

ជ. កង្វះវីតាមីនB9

កង្វះជីវជាតិមួយនេះអាចបណ្តាលឲ្យ កង្វះគ្រាប់ឈាម ។

ឈ. កង្វះវីតាមីនB12

កង្វះជីវជាតិមួយនេះ អាចបណ្តាលឲ្យកើតជំងឺកង្វះគ្រាបឈាម Macrocytic Aniema បាត់បង់ការចងចាំ និងជំងឺសរសៃប្រសាទចុងដៃចុងជើង ។

ញ. កង្វះវីតាមីនC

កង្វះវីតាមីន C ធ្វើឲ្យយើងងាយនឹងកើតជម្ងឺផ្តាសសាយ និងធ្វើឲ្យយើងងាយនឹងមានបញ្ហាស្បែក។ ឧទាហរណ៍ ស្បែកងាយមានស្នាមជាំ មានការហូរឈាម និងកាត់បន្ថយនូវសមត្ថភាពក្នុងការជាសះស្បើយ។

ដ. កង្វះវីតាមីនD

ប្រសិនជាយើងឧស្សាហ៍ឈឺ ជាពិសេសជំងឺផ្តាសាយ នេះអាចមកខ្វះវីតាមីន D។ កង្វះវីតាមីន D នឹងងាយឆ្លងរោគនៅផ្លូវដង្ហើមដូចជាជំងឺផ្តាសាយ ជំងឺរលាកទងសួត និងជំងឺរលាកសួត។អាការៈអស់កម្លាំងអាចបង្កដោយមូលហេតុច្រើន ហើយកង្វះវីតាមីន D គឺមូលហេតុមួយក្នុងចំណោមនោះដែរ។ ស្ត្រីដែលមានអាការៈអស់កម្លាំងអំឡុងពេលថ្ងៃ និងឈឺក្បាល គឺមានកម្រិតវីតាមីន D ទាបក្នុងឈាមត្រឹមតែ ៥,៩ ng/ml។ ប្រសិនជាកម្រិតវីតាមីន D ក្រោម ២០ ng/ml គេចាត់ទុកថាមានបញ្ហាកង្វះវីតាមីនហើយ។ ការឈឺចាប់ក្នុងឆ្អឹង និងខ្នងអាចជាសញ្ញាមួយនៃកង្វះវីតាមីន D។ អ្នកដែលខ្វះវីតាមីន D មានភាគរយខ្ពស់ក្នុងឈឺខ្នងដែលអាចធ្ងន់ធ្ងររហូតរំខានដល់សកម្មភាពប្រចាំថ្ងៃ។ អ្នកខ្វះវីតាមីន D អាចនឹងមានបញ្ហាឈឺចាប់ក្នុងឆ្អឹងនៅជើង ឆ្អឹងជំនីរ ឬសន្លាក់។ការជាសះស្បើយរបស់របួសមានរយៈពេលយូរក៏អាចជាសញ្ញាមួយនៃការមានកម្រិតវីតាមីន D ទាបក្នុងឈាមដែរ។

ឋ. កង្វះវីតាមីន E

- អាការជ្រុះសក់

បើសិនជាអ្នកសម្គាល់ឃើញថា សក់របស់អ្នកជ្រុះច្រើន ឬសក់ទៅជាស្ងួតខ្លាំង មានន័យថា អ្នកមិនមានវីតាមីន E គ្រប់គ្រាន់ក្នុងរាងកាយឡើយ។

- កោសិកាគ្រាប់ឈាមក្រហមចុះទាប

កោសិកាគ្រាប់ឈាមក្រហម មានសារសំខាន់ណាស់សម្រាប់រាងកាយ ដូច្នេះ នៅពេលវាមានការចុះខ្សោយ ឬថយចុះចំនួននោះ គឺអាចដោយសារតែកង្វះវីតាមីន E នេះហើយ។

- ខ្សោយសាច់ដុំ

ទោះបីជាការខ្សោយសាច់ដុំ អាចជាសញ្ញាមួយរបស់ជំងឺអ្វីផ្សេងក៏ដោយ ក៏វាមិនអាចទាត់ចោល ឬមិនទាក់ទងនឹងជំងឺកង្វះវីតាមីន E ឡើយជាពិសេស អាការនេះកើតមានចំពោះក្មេងៗជំទង់ច្រើនតែម្តង។

- កើតជំងឺភ្នែកឡើងបាយ

បើសិនអ្នកសម្គាល់ឃើញថា ភ្នែករបស់អ្នកប្រែទៅជាល្អក់ មានន័យថា អ្នកខ្វះវីតាមីន E ហើយ។

- ឧស្សាហ៍រមួលក្រពើ

ខ្វះវីតាមីន E ក្នុងខ្លួន ក៏អាចកើតមានបញ្ហារមួលក្រពើបានដែរ ខណៈដែលពួកគេប្រើសាច់ដុំកំភួនជើងខ្លាំង ហើយវានឹងកើតឡើងជាញឹកញាប់។

- ស្បែកឆាប់ក្លាយ ឬមានរបួសក្រជាសះ

តែបើពេលដែលកើតមានរបួស ហើយត្រូវការពេលយូរជាងធម្មតាក្នុងការជាសះវិញនោះ គឺជាសញ្ញាដែលរាងកាយប្រាប់ថា ខ្វះវីតាមីន E ហើយ។

ឌ. កង្វះវីតាមីនK

សញ្ញាបង្ហាញថាអ្នកខ្វះវីតាមីន K រួមមាន ស្បែកជ្រួញ លេចស្នាមជាំលើរាងកាយ មានហូរឈាមតាមក្រពះពោះវៀន ឈាមច្រមុះ មករដូវតិច រួមទាំងបត់ជើងតូចមកមានឈាម។

៣.៥.៤ គ្រោះថ្នាក់ និងសុវត្ថិភាពនៃវីតាមីន

ក. វីតាមីនA

វីតាមីន A គឺតែងតែមានសុវត្ថិភាពសម្រាប់មនុស្សជាច្រើនដែលទទួលទាន ដែលមានបរិមាណតិចជាង ១០០០០IU ក្នុងមួយថ្ងៃ។ តែផ្ទុយទៅវិញ វីតាមីន A ក៏អាចមានគ្រោះថ្នាក់ផងដែរនៅពេលដែលអ្នកទទួលទានក្នុងកម្រិតចំនួនខ្ពស់។

វីតាមីន A គឺមានសុវត្ថិភាពចំពោះក្មេង បើប្រើទៅតាមកម្រិតដែលណែនាំ។ កម្រិតអតិបរមាដែលមានសុវត្ថិភាពក្នុងការប្រើវីតាមីនA ចំពោះកុមារគឺអាស្រ័យលើអាយុរបស់ពួកគេ ៖

- តិចជាង ២០០០IUក្នុងមួយថ្ងៃ សម្រាប់កុមារមានអាយុដល់៣ឆ្នាំ
- តិចជាង ៣០០០IUក្នុងមួយថ្ងៃ សម្រាប់កុមារមានអាយុចន្លោះពី៤ទៅ៨ឆ្នាំ
- តិចជាង ៥៧០០IUក្នុងមួយថ្ងៃ សម្រាប់កុមារមានអាយុចន្លោះពី៩ទៅ១៣ឆ្នាំ
- តិចជាង ៩៣០០IUក្នុងមួយថ្ងៃ សម្រាប់កុមារមានអាយុចន្លោះពី១៤ទៅ១៨ឆ្នាំ

វីតាមីន A និងមិនមានសុវត្ថិភាព បើលេបនៅកម្រិតខ្ពស់ពេក។ ស្ត្រីមានគភ៌ និង បំបៅដោះកូនះ វីតាមីននេះនឹងមានសុវត្ថិភាព នៅពេលទទួលទានតាមចំនួនកម្រិតណែនាំដែលតិចជាង១០០០០IU ក្នុងមួយថ្ងៃ។ កម្រិតច្រើនជាងនេះអាចនឹងមិនមានសុវត្ថិភាព។

ខ. វីតាមីនB (Vitamin B complex)

- សម្រាប់ស្ត្រីគួរប្រើ ៖ ៤២៥ មីលីក្រាមក្នុងមួយថ្ងៃ។
- សម្រាប់បុរសគួរប្រើ៖ ៥៥០ មីលីក្រាមក្នុងមួយថ្ងៃ។
- កម្រិតទាបខ្ពស់បំផុតមិនឲ្យលើសពី ៣.៥០០ មីលីក្រាមក្នុងថ្ងៃ។

គ. វីតាមីនC

- ការទទួលទានវីតាមីនCឲ្យបានគ្រប់គ្រាន់ប្រចាំ ថ្ងៃត្រូវបានណែនាំដូចជា៖
- ទារក អាយុ០–១២ខែតាមរយៈទឹកដោះម្ដាយ ៣០–៣៥ មីលីក្រាម។
- កូនក្មេង អាយុ១–៣ឆ្នាំ ប្រើ១៥ មីលីក្រាម។
- អាយុ៤–៨ឆ្នាំ ប្រើ២៥ មីលីក្រាម។
- អាយុ៩–១៣ឆ្នាំ ប្រើ៤៥ មីលីក្រាម។
- ក្មេងជំទង់ អាយុ១៤–១៨ឆ្នាំ ប្រើ៧៥ មីលីក្រាមសម្រាប់ក្មេងប្រុស និង ប្រើ៦៥ មីលីក្រាម សម្រាប់ក្មេងស្រី។
- យុវវ័យ អាយុ១៩ឆ្នាំនិងលើសហ្នឹង ប្រើ៩០ មីលីក្រាមសម្រាប់បុរស និង ប្រើ៧៥ មីលីក្រាម សម្រាប់ស្ត្រី។
- ស្ត្រីមានគភ៌ និង បំបៅដោះ អាយុ១៨ឆ្នាំឬតិចជាង ប្រើ១១៥ មីលីក្រាម និង អាយុ១៩–៥០ ឆ្នាំ ប្រើ១២០មីលីក្រាម។

មិនត្រូវប្រើច្រើនជាងកម្រិតដែលបានណែនាំខាងក្រោមនេះទេ៖

- ៤០០ មីលីក្រាមក្នុងមួយថ្ងៃសម្រាប់កុមារអាយុពី ១ដល់៣ឆ្នាំ។
- ៦៥០ មីលីក្រាមក្នុងមួយថ្ងៃសម្រាប់កុមារអាយុពី ៤ដល់៨ឆ្នាំ។
- ១២០០ មីលីក្រាមក្នុងមួយថ្ងៃសម្រាប់កុមារអាយុពី ៩ដល់១៣ឆ្នាំ។

- ១៨០០ មីលីក្រាមក្នុងមួយថ្ងៃសម្រាប់មនុស្សវ័យជំទង់ ស្ត្រីមានផ្ទៃពោះនិងបំបៅដោះកូន អាយុពី ១៤ ដល់១៨ឆ្នាំ។
- ២០០០ មីលីក្រាមក្នុងមួយថ្ងៃសម្រាប់ មនុស្សពេញវ័យ ស្ត្រីមានផ្ទៃពោះនិងបំបៅដោះកូន។

ឃ. វីតាមីន D

- ជាទូទៅយើងត្រូវញ៉ាំវីតាមីន D ពី១០-២០មីក្រូក្រាម ឬច្រើនជាងនេះក្នុងមួយថ្ងៃ។
- អាយុចាប់ពី១-៧០ ឆ្នាំគួរប្រើ ១៥ mcg ក្នុងមួយថ្ងៃ។
- អាយុចាប់ពី ៧០ឆ្នាំឡើងទៅគួរប្រើ ២០mcg ក្នុងមួយថ្ងៃ។
- កម្រិតខ្ពស់បំផុតគួរប្រើលើសពី ១០០ mcg ក្នុងមួយថ្ងៃ។

ង. វីតាមីន E

វីតាមីន E គឺមានសុវត្ថិភាពសម្រាប់មនុស្សភាគច្រើនដែលមានសុខភាពល្អនៅពេលដែលទទួលទានបានត្រឹមត្រូវ វាក៏មិនបង្កផលប៉ះពាល់ដែរប្រសិនបើអ្នកទទួលទានតាមការណែនាំទៅតាមកម្រិតប្រចាំថ្ងៃ១៥០០mg។ ទារកនិងកូនក្មេងអតិបរមាដែលចាត់ទុកថាមានសុវត្ថិភាពសម្រាប់កុមារនោះគឺពឹងផ្អែកទៅតាមអាយុ ដូចជា៖

- តិចជាង២០០មីលីក្រាមក្នុងមួយថ្ងៃសម្រាប់កុមារអាយុចន្លោះពី១ទៅ៣ឆ្នាំ
- តិចជាង៣០០មីលីក្រាមក្នុងមួយថ្ងៃសម្រាប់កុមារអាយុចន្លោះពី៤ទៅ៨ឆ្នាំ
- តិចជាង៦០០មីលីក្រាមក្នុងមួយថ្ងៃសម្រាប់កុមារអាយុចន្លោះពី៩ទៅ១៣ឆ្នាំ
- តិចជាង៨០០មីលីក្រាមក្នុងមួយថ្ងៃសម្រាប់កុមារអាយុចន្លោះពី១៤ទៅ១៨ឆ្នាំ។

ប៉ុន្តែវាអាចនឹងមិនមានសុវត្ថិភាពបើប្រើក្នុងកម្រិតខ្ពស់ ។ ការប្រើប្រាស់វីតាមីន E ក្នុងកម្រិតខ្ពស់អាចបណ្តាលឲ្យក្អួតចង្អោរ រាក រមួលពោះ អស់កម្លាំង ចុះខ្សោយ ឈឺក្បាល ស្រវាំងភ្នែក មានកន្ទួលរមាស់ ស្នាមជាំ និងហូរឈាម។

ប្រសិនបើយើងមានជំងឺបេះដូង ឬជំងឺទឹកនោមផ្អែម ហាមទទួលទានលើសកម្រិត៤០០ IU ឬច្រើនជាងនេះក្នុងមួយថ្ងៃ។ កម្រិតវីតាមីន E កាន់តែខ្ពស់ អាចបង្កឲ្យកើនឡើងឱកាសស្លាប់ ហើយអាចបណ្តាលឲ្យមានផលវិបាកធ្ងន់ធ្ងរផ្សេងៗទៀត។ ការលេបវីតាមីន E ក្នុងកម្រិត ពី៣០០ទៅ៨០០ IU ជារៀងរាល់ថ្ងៃ នឹងអាចបង្កើនឱកាសមានជំងឺដាច់សរសៃឈាមក្នុងខួរក្បាលទៅដល់២២ភាគរយ។

ច. វីតាមីន K

វីតាមីន K គឺមានសុវត្ថិភាពសម្រាប់មនុស្សភាគច្រើនដែលមានសុខភាពល្អនៅពេលដែលទទួលទានតាមកម្រិតនៃការទទួលទានវីតាមីន K អាចមានភាពខុសគ្នា ដែលវាអាស្រ័យទៅលើអាយុ សុខភាពរាងកាយ និងស្ថានភាពរបស់មនុស្សម្នាក់ៗ។ ការទទួលទានវីតាមីន K ឲ្យបានគ្រប់គ្រាន់ប្រចាំថ្ងៃត្រូវបានណែនាំដូចជា ៖

- ទារកអាយុ០–៦ខែប្រើ២ មីក្រូក្រាម
- ទារក អាយុ៦–១២ខែ ប្រើ២,៥ មីក្រូក្រាម
- កូនក្មេងអាយុ១–៣ឆ្នាំ ប្រើ៣០ មីក្រូក្រាម
- កូនក្មេង អាយុ៤–៨ឆ្នាំ ប្រើ៥៥ មីក្រូក្រាម
- កូនក្មេង អាយុ៩–១៣ឆ្នាំ ប្រើ៦០ មីក្រូក្រាម
- ក្មេងជំទង់ អាយុ១៤–១៨ឆ្នាំ (រួមទាំងស្ត្រីមានគភ៌ ឬ បំបៅដោះកូន) ប្រើ៧៥ មីក្រូក្រាម
- បុរស អាយុច្រើនជាង ១៩ ឆ្នាំ ប្រើ១២០ មីក្រូក្រាម
- ស្ត្រីអាយុច្រើនជាង ១៩ឆ្នាំ (រួមទាំងស្ត្រីមានគភ៌ ឬ បំបៅដោះកូន) ប្រើ៩០ មីក្រូក្រាម។

ជំពូកទី ៤
កាបូអ៊ីដ្រាត

៤.១ សេចក្ដីផ្ដើម

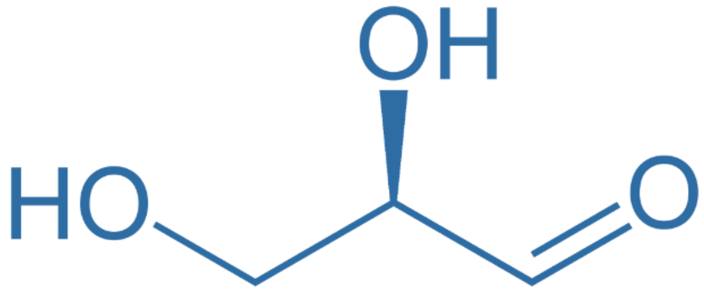
កាបូអ៊ីដ្រាតគឺជាប្រភពថាមពលដ៏សំខាន់សម្រាប់រាងកាយ។ ពួកវាជាប្រភេទ ស្ករ Starches និង អាហារបំប៉នដែលមាននៅក្នុង អាហារ រុក្ខជាតិ និងផលិតផលទឹកដោះគោក្នុងទម្រង់ជាស្ករទឹកដោះគោ ដែលគេហៅថា lactose ។ កាបូនអ៊ីដ្រាតជាអង្គធាតុអសរីរាង្គ ត្រូវបានគេរកឃើញថាផ្សំឡើងពី ម៉ូលេគុលដែលផ្ទុកអាតូមកាបូន (C) អ៊ីដ្រូសែន (H) និងអុកស៊ីសែន (O)និងមានរូបមន្តទូទៅ$(CH_2O)_n$ ដែលម៉ូលេគុលរបស់វាមានបង្គុំនាទីអាល់កុល (-OH) និងបង្គុំនាទីអាល់ដេអ៊ីត ឬបង្គុំនាទីអាល់កុល និង បង្គុំនាទីសេតូន។ កាបូនអ៊ីដ្រាតជាអង្គធាតុស្រឡាប៉ូលីអ៊ីដ្រុកស៊ីអាល់ដេអ៊ីត ឬ ប៉ូលីអ៊ីដ្រុកស៊ីសេតូន។

៤.២ ចំណាត់ថ្នាក់នៃកាបូអ៊ីដ្រាត

Carbohydrate មានរូបមន្តទូទៅ $(CH_2O)_n$ ដែលគេស្គាល់ថាជា Saccharide នោះ ត្រូវបានចាត់ថ្នាក់ទៅតាមចំនួននៃជាតុផ្សំរបស់វាគឺ៖

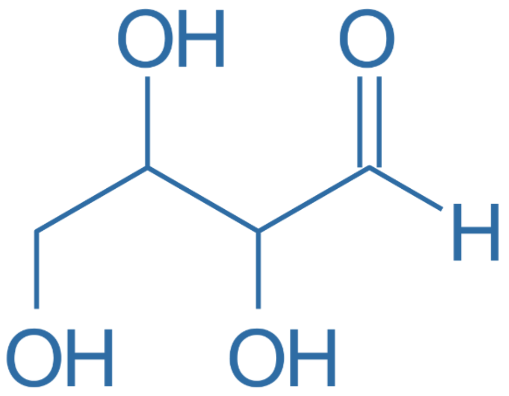
ក. ម៉ូណូសាការីត (Monosaccharides) គឺជាស្ករដែលមានតែមួយម៉ូលេគុលនៃជាតុផ្សំ ដែលនៅក្នុងម៉ូណូសាក់ការីតមានប្រភេទស្ករជាច្រើនដូចជា៖

- Trioses $(C_3H_6O_3)$: ជាប្រភេទស្ករដេលមានកាបូនចំនួន៣ ដែលវាមិនអាចបង្កើតជារាង ពហុកោណបានទេ។



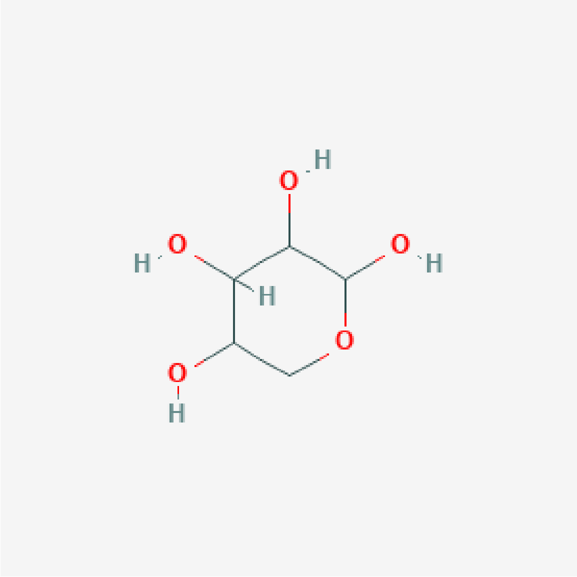
រូបភាព ១. ម៉ូលេគុលស្ករTrioses $(C_3H_6O_3)$

- Tetroses ($C_4H_8O_4$): ជាប្រភេទស្ករដែលមានកាបូនចំនួន៤ ដែលវាមិនអាចបង្កើតជារាងពហុកោណបានទេ។



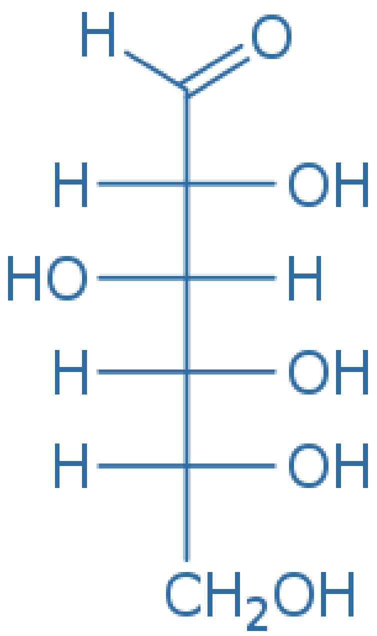
រូបភាព ២. ម៉ូលេគុលស្ករ Tetroses ($C_4H_8O_4$)

- Petoses($C_5H_{10}O_5$) ជាប្រភេទស្ករដែលមានកាបូនចំនួន ៥ ដែលវាអាចបង្កើតជារាងពហុកោណបាន។



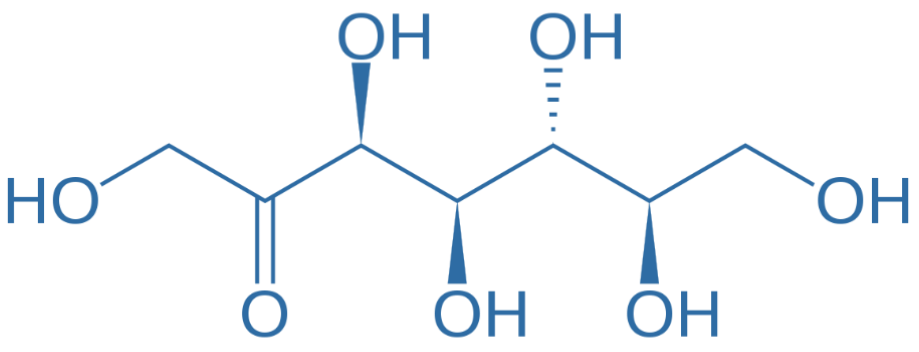
រូបភាព ៤. ម៉ូលេគុលស្ករ Petoses ($C_5H_{10}O_5$)

- Hexsoes ($C_6H_{12}O_6$): ជាប្រភេទស្ករដែលមានកាបូនចំនួន៦ ។



រូបភាព ៥. ម៉ូលេគុលស្ករ Hexsoes ($C_6H_{12}O_6$)

- Heptoses ($C_7H_{14}O_7$): ជាប្រភេទស្ករដែលមានកាបូនចំនួន៧។



រូបភាព ៦. ម៉ូលេគុលស្ករ Heptoses ($C_7H_{14}O_7$)

នៅក្នុងចំណោមប្រភេទម៉ូលេគុលស្ករទាំងអស់ Hexsoes ($C_6H_{12}O_6$) គឺជាពពួកស្ករដែលមានកាបូន៦ ហើយវាមានសារសំខាន់ខ្លាំង។ ដែលក្នុងនោះប្រភេទស្ករដែលមានកាបូន៦រួមមាន Glucose, Galactose, Fructose និង Mannose។ ដោយម៉ូលេគុល Glucose, Galactose, Fructose គឺជាប្រភេទស្ករដែលសំខាន់នៅក្នុងកាបូអ៊ីដ្រាត ដូចនេះយើងនឹងសិក្សាលម្អិតនៅចំណុចបន្ទាប់នៅក្នុងម៉ូណូសាក់ការីត។

ខ. អូលីហ្គូសាក់ការីត (Oligosaccharides) គឺកើតឡើងពី Monosaccharides ចំនួន ២ ទៅ១០ ម៉ូលេគុល ឬតិចជាង១០។ នៅក្នុងអូលីហ្គូសាក់ការីតរួមមាន Disaccharide, Trisaccharide និង Tetrasaccharide។ នៅក្នុងនោះ Disaccharide ជាប្រភេទម៉ូលេគុលស្ករដែលសំខាន់ និងជាស្ករដែលផ្សំឡើងពី២ម៉ូលេគុល។ នៅក្នុងនោះ ម៉ូលេគុលស្ករសំខាន់ៗរបស់វាមានដូចជា៖ Sucrose, lactose, Maltose, និងCellobiose ហើយយើងនិងសិក្សាលម្អិតពី Sucrose, lactose, Maltose នៅចំណុចឌីសាក់រីតបន្ទាប់។

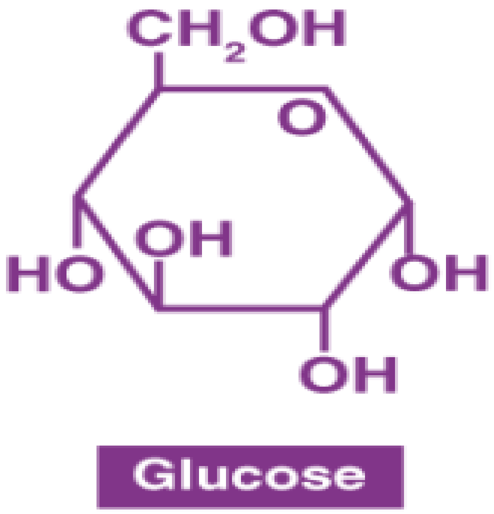
គ. ប៉ូលីសាក់ការីត(Polysaccharides) គឺជាខ្សែចង្វាក់ដែលកើតឡើងពី Monosaccharides ចាប់ពី ១០ម៉ូលេគុលឡើទៅ នៅក្នុងប៉ូលីសាការីតមាន Homoglycans និងHeteroglycans។ ដែលនៅក្នុង Homoglycans មានម៉ូលេគុលជាច្រើនទៀតដូចជា Arabinans, Xylan, Glucans, Fructans, Galactans, Mannans, និងGlucosamines។ នៅក្នុងចំណោមម៉ូលេគុលទាំងនោះ Glucans ជាម៉ូលេគុលស្ករដែលផ្ទុកម៉ូលេគុលស្ករសំខាន់ៗទៀតនៃកាបូអ៊ីដ្រាតមានដូចជា៖ Starch, Dextrins, Glycogen Cellulose, Callose ដែលយើងនឹងសិក្សាពីម៉ូលេគុលទាំងនេះនៅចំណុចប៉ូលីសាក់ការីតបន្ទាប់។

៤.៣ ម៉ូណូសាក់ការីត

ម៉ូណូសាក់ការីតគឺជា ម៉ូលេគុលស្ករចំនួនមួយ។ ពួកវាគឺជាស្ករធម្មតា ដែលមានសារៈសំខាន់ក្នុង Intermediate metabolism។ Monosaccharides មានចំនួនកាបូនចាប់ពី ៣ ទៅ ៧។ ជាទៅទៅចំនួនកាបូន៦ មានប្រហែល ៨០%។ Monosaccharides គឺគ្មានក្លិន crystalline solids that are freely soluble in water but insoluble in nonpolar solvents. ម៉ូណូសាក់ការីតភាគច្រើនមានរសជាតិផ្អែម។ នៅក្នុងធម្មជាតិម៉ូណូសាក់ការីតទាំងអស់មិនមែនសុទ្ធតែមានរាងជាពហុកោណទាំងអស់នោះទេដោយម៉ូណូសាក់ការីតមួយចំនួនមានចំនួនអាតូមកាបូនតែ ៣ ឬ៤ប៉ុណ្ណោះ។ហើយម៉ូណូសាក់ការីតដែលមានអាតូមកាបូនចំនួនតិចបែបនេះមិនអាចបត់បែនជាពហុកោណបានទេ។ ម៉ូលេគុលស្ករដែលអាចបត់បែនជាពហុកោណបាន គឺនៅពេលដែលម៉ូលេគុលនោះមានអាតូមកាបូនចាប់ពី ៥ ឡើងទៅ។ ក្នុងចំណោមម៉ូណូសាក់ការីតជាច្រើនបែបនេះមានម៉ូសាក់ការីតសំខាន់ៗចំនួន ៣ គឺ

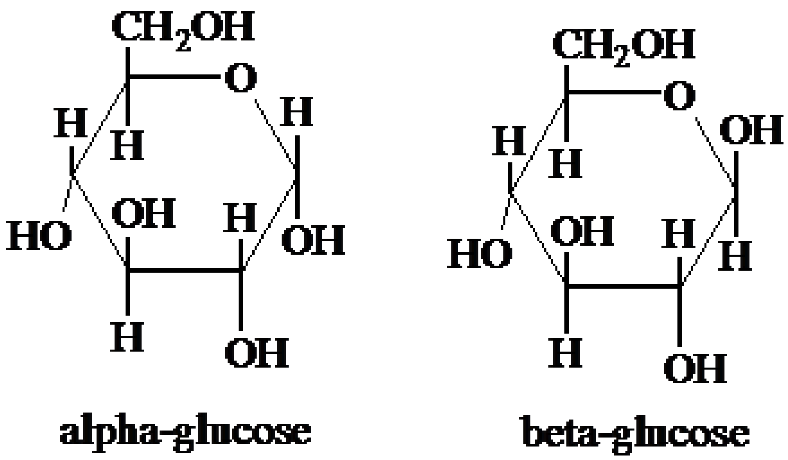
ក. គ្លុយកូស(Glucose)

គ្លុយកូសជាម៉ូណូសាក់ការីតដែលមានរាងជាពហុកោណនិងមាន ៦ជ្រុងអាតូមកាបូន។វាជាឯកត្តាតូចបំផុតរបស់កាបូអ៊ីដ្រាត និងជាម៉ូលេគុលស្ករមួយប្រភេទនៅក្នុងចំណោមសារជាតុប្រភេទស្ករទាំងអស់នៅក្នុងធម្មជាតិដែលមានរូបមន្ត $C_6H_{12}O_6$។ គ្លុយកូស (Glucose) ជាម៉ូណូសាក់ការីតដែលបានមកពីការបំបែកកាបូអ៊ីដ្រាតនៅក្នុងអាហារប្រភេទអាមីដុង ដូចជា បាយ នំប៉័ង និងដំឡូងជាដើម។ គ្លុយកូសជាម៉ូលេគុលស្ករដែលសំខាន់ជាងគេសម្រាប់ការរស់ទាំងមនុស្ស សត្វ និងរុក្ខជាតិ។ ព្រោះគ្លុយកូសជាប្រភពថាមពលដ៏ចាំបាច់និងអាចបំពេញមុខងារជាច្រើននៅក្នុងរាងកាយ។



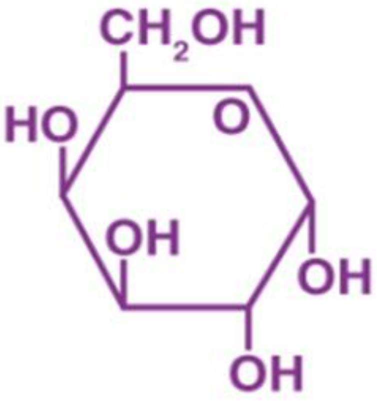
រូបភាព . ម៉ូលេគុល (Glucose): $C_6H_{12}O_6$

គ្លុយកូស(Glucose)អាចមានទម្រង់ជា β-Glucose និង α-Glucose ។ ដោយ α-Glucose គឺសំដៅទៅលើគ្លុយកូសដែលមានបណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីល (OH) ស្ថិតនៅទីតាំងខាងក្រោម។ ចំណែក β-Glucose គឺសំដៅទៅលើគ្លុយកូសដែលមានបណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីល (OH) ស្ថិតនៅទីតាំងខាងលើ។



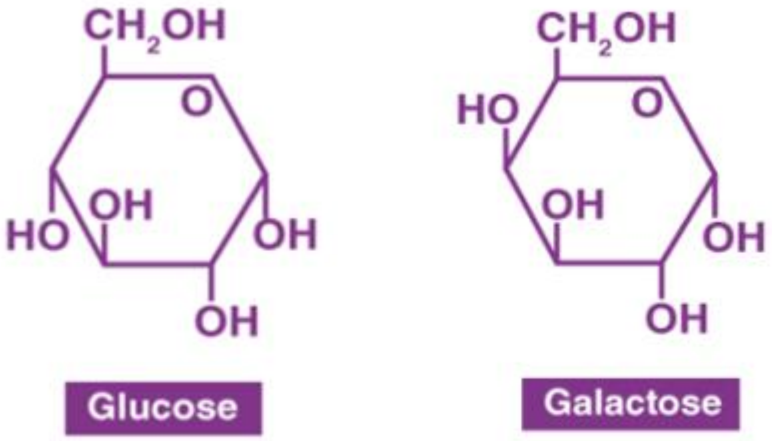
ខ. ហ្គាឡាក់តូស(Galactose)

គឺជាម៉ូណូសាក់ការីតដែលមានរាងជាពហុកោណនិងមាន៦ជ្រុងអាតូមកាបូន។ដែលមានរូបមន្ត $C_6H_{12}O_6$។ ហ្គាឡាក់តូស(Galactose) ជាម៉ូណូសាក់ការីតដែលបានមកពីការបំបែកកាបូអ៊ីដ្រាតនៅក្នុងទឹកដោះ(មនុស្សនិងសត្វ)។



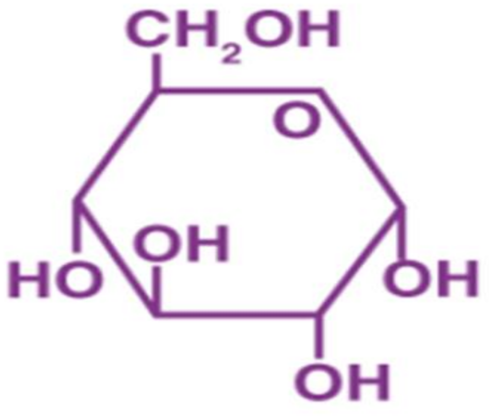
Galactose

វាមានភាពខុសគ្នាពីគ្លុយកូសត្រង់មានទីតាំងនៃបង្គុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលនៃអាតូមកាបូនទី៤ ។ ដោយនៅត្រង់កាបូនទី៤ នៃគ្លុយកូសបណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលមានទីតាំងនៅខាងក្រោម។ ចំណែកកាបូនទី៤ នៃហ្គាឡាក់តូសបង្គុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលមានទីតាំងនៅខាងលើ។



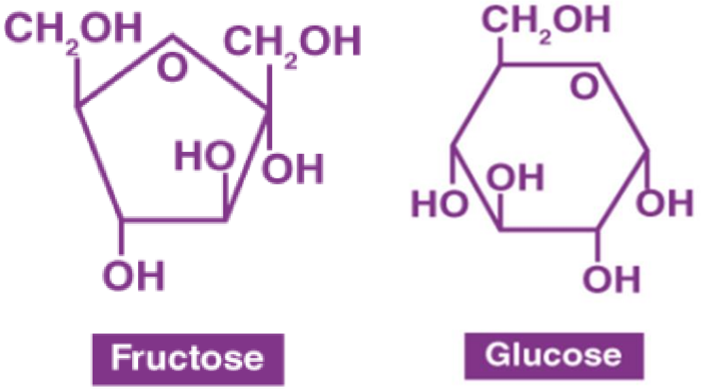
គ. ហ្វ្រុចតូស(Fructose)

ជាម៉ូណូសាក់ការីតដែលមានរាងជាពហុកោណនិងមាន៦ជ្រុងអាតូមកាបូន។ដែលមានរូបមន្ត $C_6H_{12}O_6$។ នៅពេលដែល Fructose មានរាងជាពហុកោណយើងពិបាកសម្គាល់មើលពីភាពខុសគ្នារវាងម៉ូលេគុលហ្វ្រុចតូស និងម៉ូលេគុលគ្លុយកូសណាស់។ហ្វ្រុកតូស (Fructose) ជាម៉ូណូសាក់ការីតដែលបានមកពីការបំបែកកាបូអ៊ីដ្រាតនៅក្នុងស្ករស។



រូបភាព ម៉ូលេគុលស្ករហ្វ្រុចតូស($C_6H_{12}O_6$)

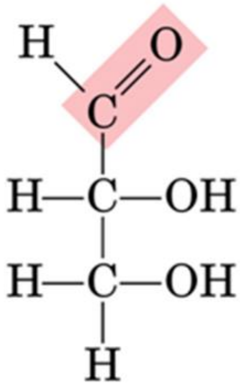
តែនៅពេលដែលហ្វ្រុចតូសមានទម្រង់បញ្ចកោណ យើងក៏អាចមើលឃើញពីភាពខុសគ្នាបានរវាងគ្លុយកូស និងហ្វ្រុកតូសបាន។ ដោយភាពខុសគ្នាមួយនៅត្រង់កាបូនទី១នៃម៉ូលេគុលគ្លុយកូសដែលជាប់ជាមួយអាតូមអុកស៊ីសែនជាកាបូនសំខាន់ដែលកំណត់ថាជាប្រភេទប៉េតាគ្លុយកូស (β-Glucose) ឬជាក៏អាល់ហ្វាគ្លុយកូស(α-Glucose)។ ចំណែកហ្វ្រុកតូសវិញកាបូនទី២នៃម៉ូលេគុលហ្វ្រុចតូសដែលជាប់ជាមួយអាតូមអុកស៊ីសែនជាកាបូនសំខាន់ដែលកំណត់ថាជាប្រភេទ(βFructose) ឬជា (α-Fructose)។



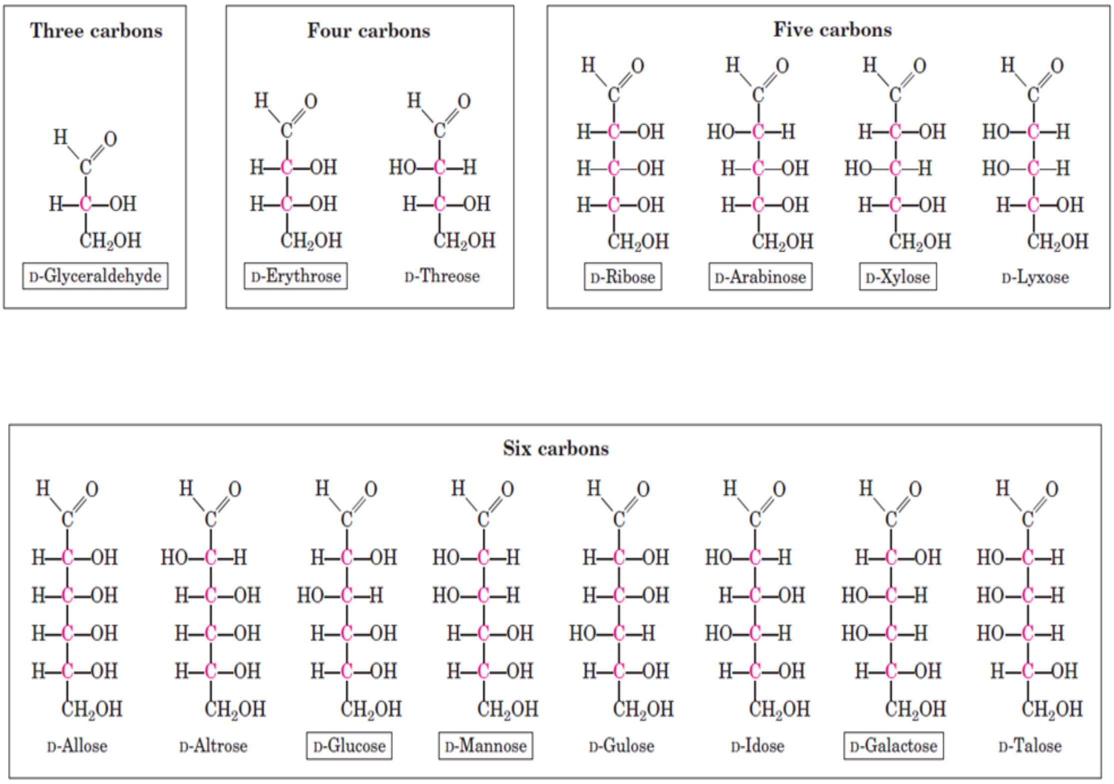
រូបភាព ភាពខុសគ្នាម៉ូលេគុលហ្វ្រុចតូស និងស្ករគ្លុយកូស

៤.៣.១ ស្ករអាល់ដូស

ក្នុងទម្រង់ខ្សែលាតអាតូមកាបូនមួយភ្ជាប់ជាចំណងពីរជាន់ជាមួយនឹងអាតូមអុកស៊ីសែនបង្កើតបានជា Carbonyl group មួយ។ប្រសិនបើ carbonyl group នៅខាងចុងនៃខ្សែចង្វាក់កាបូន(that is, in an aldehyde group) Monosaccharide គឺជា Aldose ។



Aldose

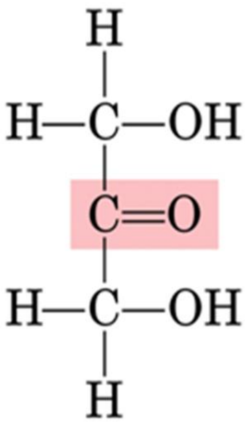


D-Aldoses

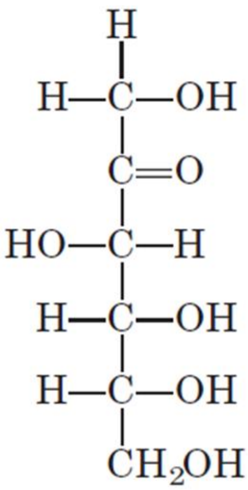
រូបភាព ពពួក Aldose

៤.៣.២ ស្ករខេតូស

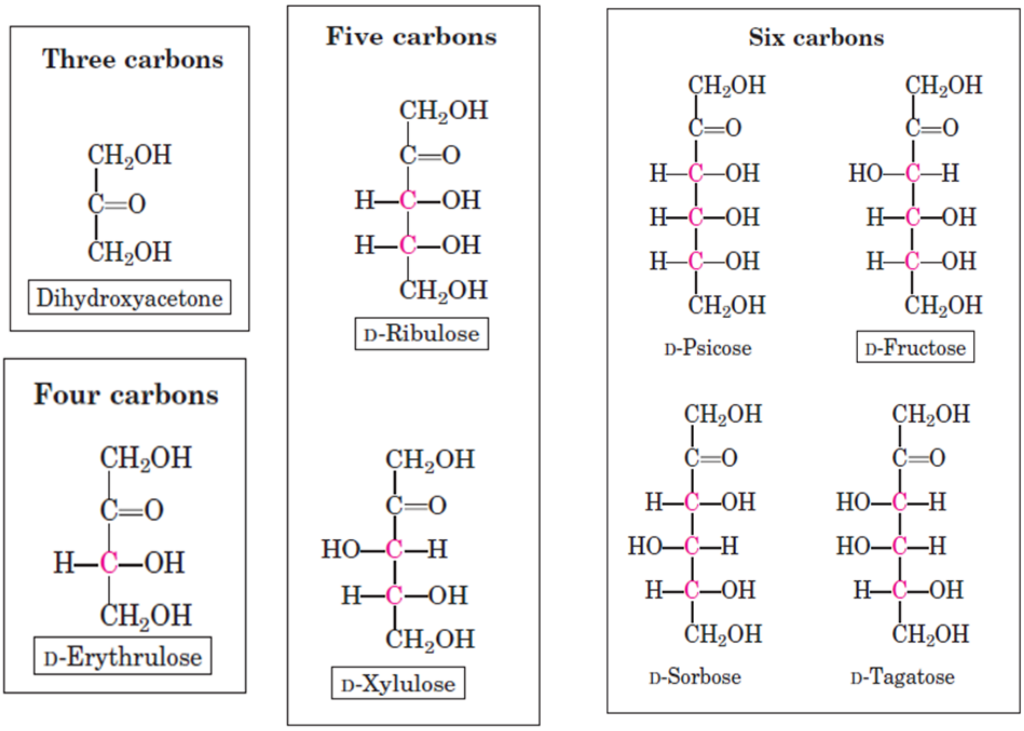
ប្រសិនបើ carbonyl group នៅទីតាំងផ្សេងទៀត ខុសពីនៅខាងចុងនៃខ្សែចង្វាក់កាបូន (in a ketone group) Monosaccharide គឺជា Ketose ។



Ketose



D-Fructose, a ketohexose



រូបភាព ពពួក Ketose

៤.៤ ឌីសាក់ការីត

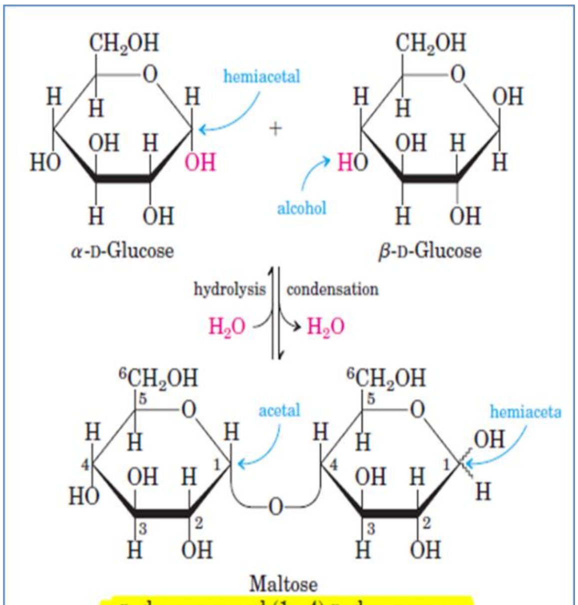
ឌីសាក់ការីតជាប្រភេទម៉ូលេគុលស្ករចំនួនពីរដែលក្នុងនោះ។ ហ្គាឡាក់តូសដែលស្ថិតនៅក្នុងទឹកដោះ(មនុស្សនិងសត្វ) វានឹងមិនស្ថិតនៅក្នុងម៉ូណូសាក់ការីតដោយឯករាជ្យនោះទេគឺថានៅក្នុងទឹកដោះ ហ្គាឡាក់តូសស្ថិតក្នុងទម្រង់ជាឌីសាក់រីត។ ដោយម៉ូលេគុលហ្គាឡាក់តូសនឹងភ្ជាប់ជាមួយម៉ូលេគុលគ្លុយកូសដោយសម្ព័នគីមីម្យ៉ាង។ ចំណែកហ្រ្វុចតូស គឺដូចទៅនិងហ្គាឡាក់តូសដែរដោយវាមិនស្ថិតនៅក្នុងម៉ូណូសាការីតដោយឯករាជ្យនោះទេគឺថានៅក្នុងស្ករស ហ្គាឡាក់តូសស្ថិតក្នុងទម្រង់ជាឌីសាក់រីត។ ដោយម៉ូលេគុលហ្គាឡាក់តូសនឹងភ្ជាប់ជាមួយម៉ូលេគុលគ្លុយកូសដោយសម្ព័នគីមីមួយផ្សេងទៀត ដែលបង្កើតបានជាឌីសាក់ការីតនៅក្នុងស្ករស។ ចំពោះម៉ូលេគុលគ្លុយកូស នឹងភ្ជាប់ជាមួយម៉ូលេគុលគ្លុយកូសមួយផ្សេងទៀតដោយសម្ព័ន្ធគីមី បង្កើតបានជាឌីសាក់ការីត។

៤.៤.១ ចំណងគ្លីកូស៊ីត

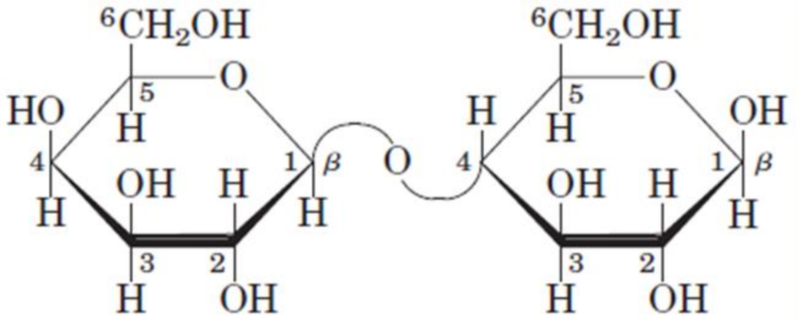
Disaccharides (such as maltose, lactose, and sucrose) មាន ០២ monosaccharides ដែលចងភ្ជាប់ដោយចំណង Covalent បង្កើតបានជាចំណងគ្លីកូស៊ីត (Glycosidic bond)

ចំណង Glycoside បានកកើតឡើងកំឡុងពេល Hydroxyl group មួយ នៃម៉ូលេគុល Sugar មានប្រតិកម្មជាមួយនឹង anomeric carbon នៃម៉ូលេគុល Sugar ដទៃទៀត

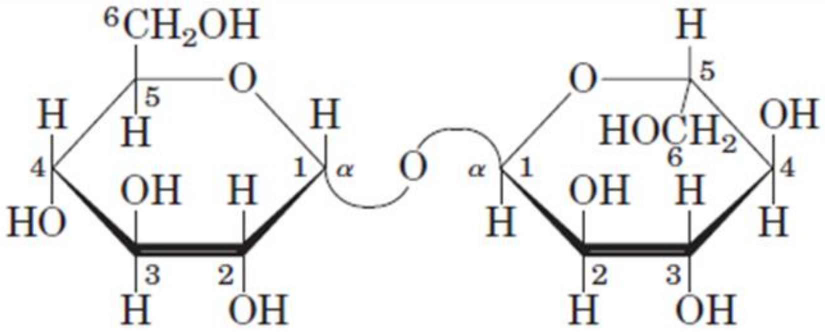
ចំណងគ្លីកូស៊ីត គឺជាសម្ព័ន្ធដែលកើតឡើងរវាងម៉ូលេគុលស្ករ។ ដែលចំណងគ្លីកូស៊ីតនីមួយៗនឹងមានឈ្មោះដាក់លាក់ទៅតាមប្រភេទនៃម៉ូណូសាការីតដែលចូលរួមបង្កើតសម្ព័ន្ធនោះ។



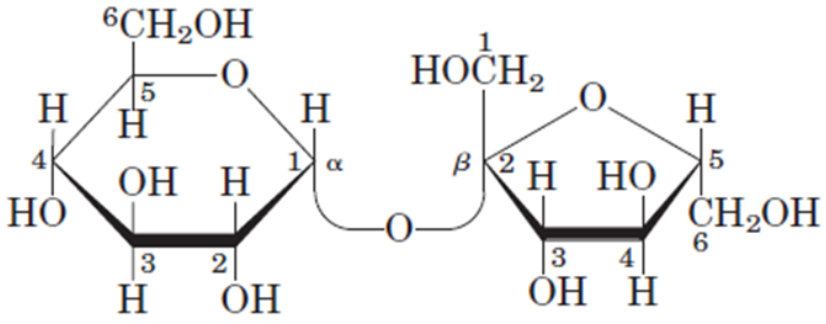
α-D-glucopyranosyl-(1→4)-D-glucopyranose



Lactose (β form)
β-D-galactopyranosyl-(1→4)-β-D-glucopyranose
Gal(β1→4)Glc



Trehalose
α-D-glucopyranosyl α-D-glucopyranoside
Glc(α1↔1α)Glc

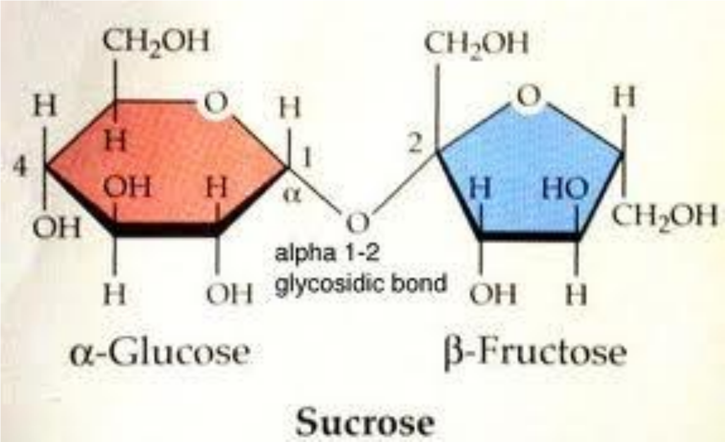


Sucrose
α-D-glucopyranosyl β-D-fructofuranoside
Glc(α1↔2β)Fru

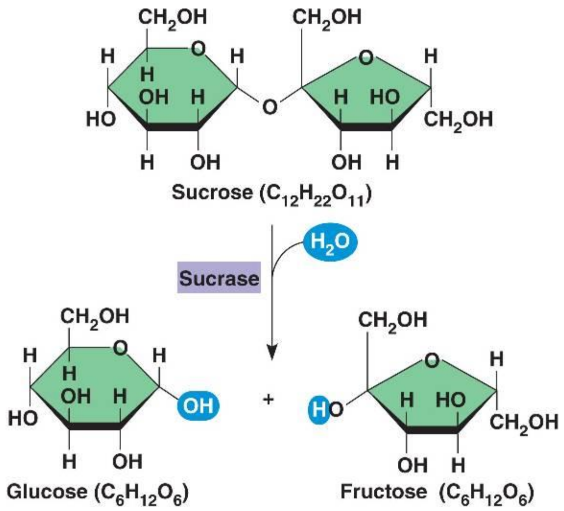
រូបភាព៖ ការចងភ្ជាប់គ្នារវាងម៉ូលេគុលស្ករមួយចំនួនដោយចំណងគ្លីកូស៊ីត

៤.៤.២ ស្ករ Sucrose

ស៊ូក្រូស(Sucrose) ជាបន្សំនៃ α-Glucose ភ្ជាប់ជាមួយនិង β- Fructose ដោយម៉ូណូសាក់ការីតខាងឆ្វេងត្រូវតែជា α-Glucose ហើយម៉ូណូសាក់ការីតខាងស្តាំត្រូវតែជា β- Fructose។ ដោយបណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលនៃកាបូនទី១របស់ម៉ូលេគុល α-Glucose ចូលរួមប្រតិកម្មជាមួយនិងបណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលនៃកាបូនទី២របស់ម៉ូលេគុល β- Fructose បង្កើតបានជាសម្ព័ន្ធគីមី α (1-2)β។ បង្កើតបានជាម៉ូលេគុលស្ករស៊ូក្រូស(Sucrose)។

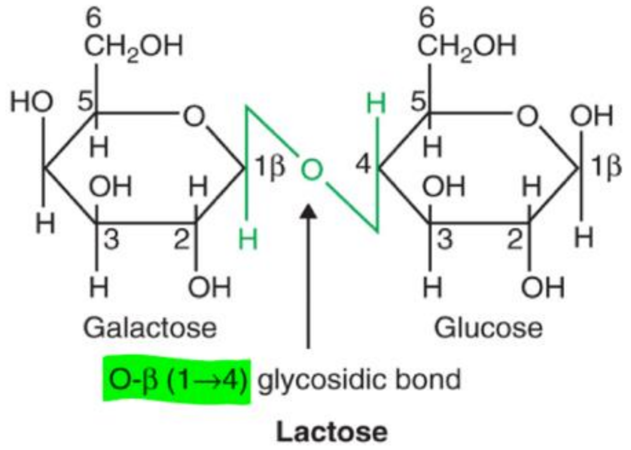


ដើម្បីទទួលបានម៉ូណូសាក់ការីតដែលមានទំហំតូចអាចឆ្លងកាត់ភ្នាសពោះវៀនបាននៅក្នុងដំណើរការស្រូបយកសារជាតុចិញ្ចឹមរបស់ប្រព័ន្ធរំលាយអាហារកាបូអ៊ីដ្រាតទាំងនេះគឺ ឌីសាក់ការីត ត្រូវឆ្លងកាត់ប្រតិកម្មកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីដែលភ្ជាប់ម៉ូណូសាក់ការីតនីមួយៗជាមុនសិន ហើយនេះជាតួនាទីរបស់អង់ស៊ីមរំលាយអាហារនៅក្នុងទឹកមាត់ ក្រពះ និងពោះវៀន។ ការកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីនៅក្នុងស៊ូក្រូស(Sucrose) និងផ្តល់ជាម៉ូណូសាក់ការីត ហ្វ្រុចតូស និង គ្លុយកូស នឹងរងប្រតិកម្មកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីដែលភ្ជាប់ម៉ូណូសាក់ការីតនីមួយៗ ដោយសកម្មភាពអង់ស៊ីមម្យ៉ាងឈ្មោះថាស៊ូក្រាស(Sucrase) ។

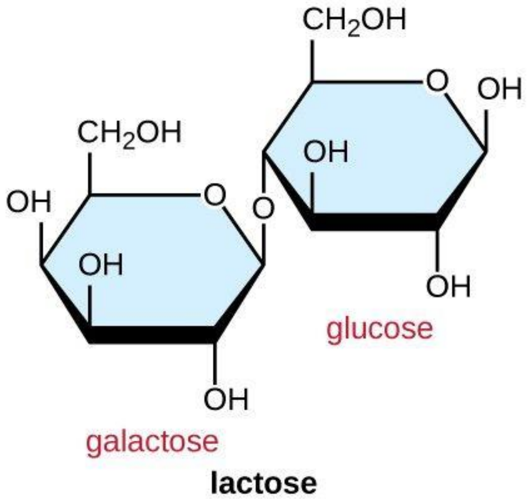


៤.៤.៣ ស្ករ Lactose

ឡាក់តូស (Lactose) ផ្សំឡើងពីម៉ូណូសាក់រីត ហ្គាឡាក់តូស និងម៉ូណូសាក់ការីតគ្លុយកូស។ នៅក្នុងការបន្សំជា ឌីសាក់ការីត ម៉ូណូសាក់ការីតនីមួយៗអាចជាទម្រង់ α ឬជា β។ ចំពោះ Lactose វិញ ម៉ូណូសាក់ការីតហ្គាឡាក់តូសដែលអាចបង្កើតសម្ព័ន្ធគីមីបាននោះគឺមានតែ β-Galactose ប៉ុណ្ណោះ។ សម្រាប់គ្លុយកូសដែលអាចបង្កើតជា Lactose បាននោះគឺអាចជា α-Glucose ឬ β- Glucose ។ ចំពោះ ហ្គាឡាក់តូសកាបូនដែលនឹងផ្តល់បណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលក្នុងការបង្កើតសម្ព័ន្ធគីមីជាឌីសាក់ការីតនោះគឺ កាបូនទី១ដែលនៅខាងស្តាំ។ចំពោះគ្លុយកូសកាបូនដែលនឹងផ្តាល់បណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលក្នុងការបង្កើត សម្ព័ន្ធគីមីជាឌីសាក់ការីតជាមួយហ្គាឡាក់តូសនោះគឺកាបូនទី៤។

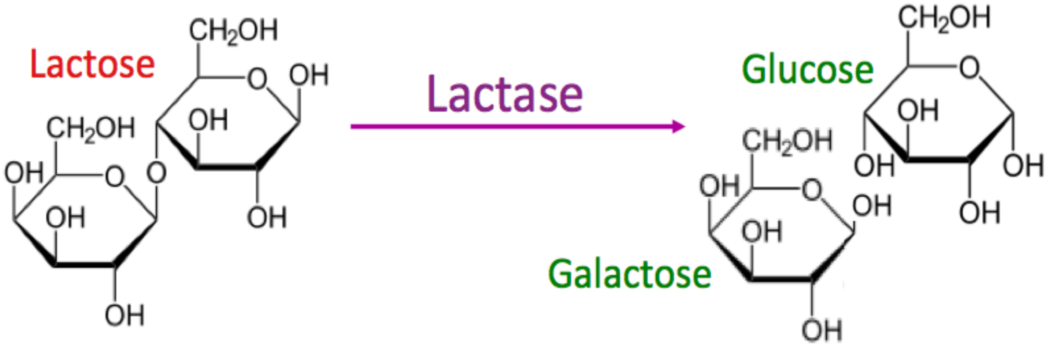


ដោយសារបណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលនៃម៉ូណូសាក់ការីតនីមួយៗមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា ដូចនេះម៉ូលេគុលនីមួយៗ ត្រូវផ្លាស់ទីធ្វើយ៉ាងណាដើម្បីបង្កើតបានជាសម្ព័ន្ធគីមីភ្ជាប់គ្នាក្លាយជាឌីសាក់ការីត។សម្ព័ន្ធដែលកើត មានឡើងគឺសម្ព័ន្ធ β(1-4)α។ ក្នុងករណីដែលគ្លុយកូសនៅខាងស្តាំដែលចូលរួមបង្កើតសម្ព័ន្ធគីមីនោះជា β- Glucose សម្ព័ន្ធគីមីដែលកើតមានឡើងគឺសម្ព័ន្ធ β(1-4)β។



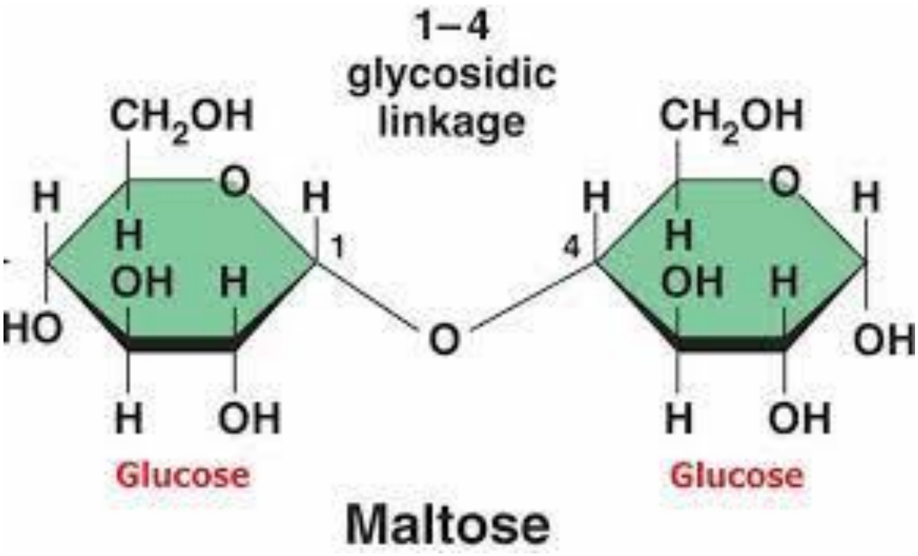
សរុបមកឱសាក់ការីតឡាក់តូស (Lactose) គឺជាឱសាក់ការីតដែលបន្សំរវាង β-Galactose ភ្ជាប់ជាមួយនិង α-Glucose ឬ β- Glucose មួយទៀត។ ហើយសម្ព័ន្ធគីមីដែលភ្ជាប់ម៉ូណូសាក់ការីតទាំងពីរនេះហៅថា សម្ព័ន្ធបង្កើតបានជា β(1-4)។ បង្កើតបានជាម៉ូលេគុលស្ករគ្លុយកូស lactose។

ដើម្បីទទួលបានម៉ូណូសាក់ការីតដែលមានទំហំតូចអាចឆ្លងកាត់ភ្នាសពោះវៀនបាននៅក្នុងដំណើរការស្រូបយកសារធាតុចិញ្ចឹមរបស់ប្រព័ន្ធរំលាយអាហារកាបូអ៊ីដ្រាតទាំងនេះគឺ ឱសាក់ការីត ត្រូវឆ្លងកាត់ប្រតិកម្មកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីដែលភ្ជាប់ម៉ូណូសាក់ការីតនីមួយៗជាមុនសិន ហើយនេះជាតួនាទីរបស់អង់ស៊ីមរំលាយអាហារនៅក្នុងទឹកមាត់ ក្រពះ និងពោះវៀន។ ការកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីនៅក្នុងឱសាក់រីតនៃ ឡាក់តូស (Lactose) និងផ្តល់ជាម៉ូណូសាក់ការីត ហ្គាឡាក់តូស និងគ្លុយកូស នឹងរងប្រតិកម្មកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីដែលភ្ជាប់ម៉ូណូសាក់ការីតនីមួយៗដោយសកម្មភាពអង់ស៊ីមម្យ៉ាង ឈ្មោះថា ឡាក់តាស(Lactase) ។



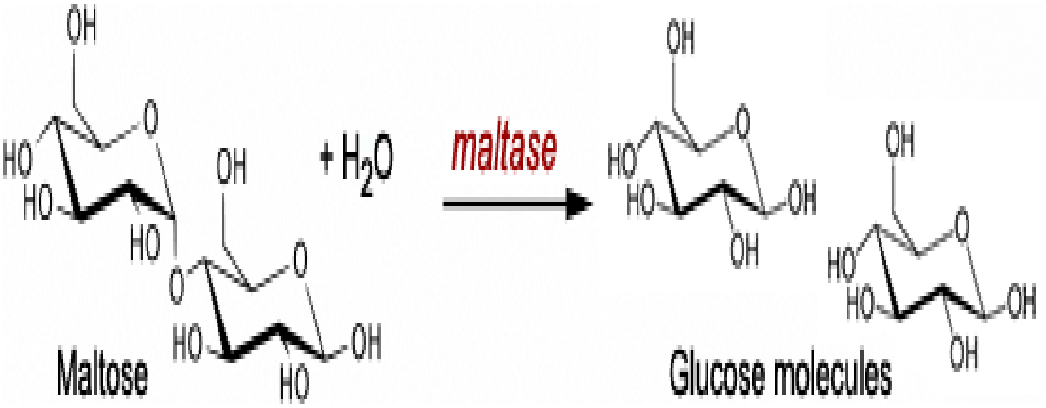
៤.៤.៤ ស្ករ Maltose

ម៉ាល់តូស (Maltose) ជាឱសាក់ការីតដែលបន្សំរវាងម៉ូលេគុលគ្លុយកូសចំនួនពីរ។ នៅក្នុងការភ្ជាប់ម៉ូលេគុលគ្លុយកូសចំនួនពីរទៅជាម៉ាល់តូស គឺគ្លុយកូសដែលនៅខាងឆ្វេងត្រូវតែជា α-Glucose ។ ប៉ុន្តែគ្លុយកូសដែលនៅខាងស្តាំអាចជាគឺ α-Glucose ឬ β- Glucose។ កាបូននៅក្នុងម៉ូលេគុលគ្លុយកូសដែលមានលក្ខណៈងាយធ្វើប្រតិកម្ម និងបង្កើតសម្ព័ន្ធគីមីផ្សេងទៀតនោះគឺ កាបូនទី១ កាបូនទី២ និងកាបូនទី៦។ រវាងម៉ូលេគុលគ្លុយកូស និងម៉ូលេគុលគ្លុយកូសកាបូនដែលនឹងចូលរួមប្រតិកម្មគីមីបង្កើតបានឱសាក់ការីត Maltose នោះគឺកាបូនទី១នៃគ្លុយកូសខាងឆ្វេង និងកាបូនទី៤នៃគ្លុយកូសខាងស្តាំ។ ដោយប្រតិកម្មនេះនិងប្រើប្រាស់បណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលទាំងនោះ។ Maltose ដែលកើតឡើង គឺជាបន្សំនៃ α-Glucose និងα-Glucose។ ដោយ α-Glucose ខាងឆ្វេងប្រើបណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលនៃកាបូនទី១ហើយ α-Glucose ខាងស្តាំបានប្រើបណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលនៃកាបូនទី៤ ដូចនេះចំណងគ្លីកូស៊ីត មានឈ្មោះថា សម្ព័ន្ធ α(1-4)α ។ ករណីដែលគ្លុយកូសដែលនៅខាងស្តាំជាβ- Glucose សម្ព័ន្ធគីមីដែលកើតឡើងមានឈ្មោះថាសម្ព័ន្ធ α(1-4) β។



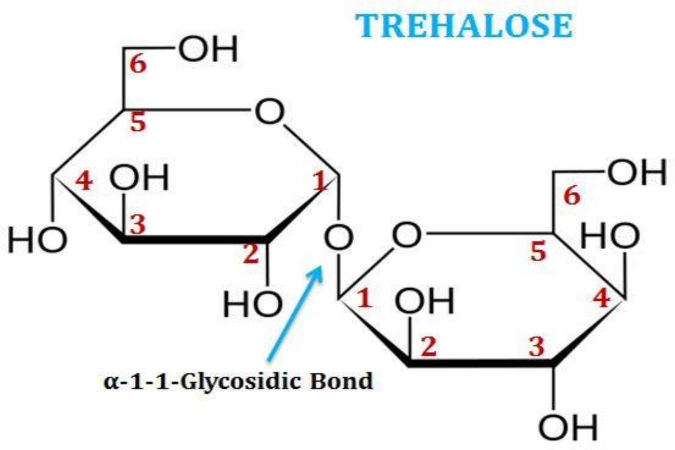
សរុបមកឌីសាក់ការីតម៉ាល់តូស(Maltose) គឺជាឌីសាក់ការីតដែលបន្សំនៃ α-Glucose មួយ ភ្ជាប់ជាមួយនិង α-Glucose ឬ β- Glucose មួយទៀត។ ហើយសម្ព័ន្ធគីមីដែលភ្ជាប់ម៉ូណូសាក់ការីតទាំងពីរនេះហៅថាសម្ព័ន្ធ α(1-4) បង្កើតបានជាម៉ូលេគុលស្ករម៉ាលតូស (Maltose)។

ដើម្បីទទួលបានម៉ូណូសាក់ការីតដែលមានទំហំតូចអាចឆ្លងកាត់ភ្នាសពោះវៀនបាននៅក្នុងដំណើរការស្រូបយកសារជាតុចិញ្ចឹមរបស់ប្រព័ន្ធរំលាយអាហារកាបូអ៊ីដ្រាតទាំងនេះគឺឌីសាក់ការីតត្រូវឆ្លងកាត់ប្រតិកម្មកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីដែលភ្ជាប់ម៉ូណូសាក់ការីតនីមួយៗជាមុនសិន ហើយនេះជាតួនាទីរបស់អង់ស៊ីមរំលាយអាហារនៅក្នុងទឹកមាត់ ក្រពះ និងពោះវៀន។ការកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីនៅក្នុងឌីសាក់រីតនៃម៉ាល់តូស (Maltose) និងផ្តល់ជាម៉ូណូសាក់ការីត គ្លុយកូស និងគ្លុយកូស នឹងរងប្រតិកម្មកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីដែលភ្ជាប់ម៉ូណូសាក់ការីតនីមួយៗដោយសកម្មភាពអង់ស៊ីមម្យ៉ាងឈ្មោះថា ម៉ាល់តាស (Maltase)។

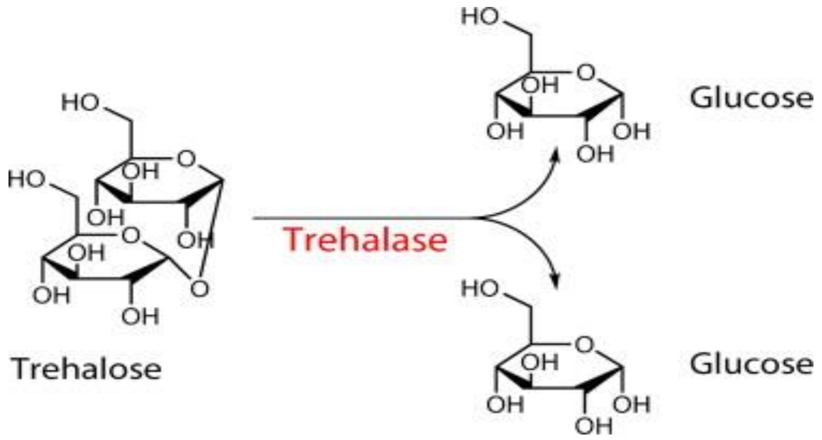


៤.៤.៥ ស្ករ Trehalose

ត្រេហាឡូស(Trehalose) ជាបន្សំនៃ α-Glucose ភ្ជាប់ជាមួយនិង α-Glucose ឬβ-Glucose ដោយម៉ូណូសាក់ការីតខាងឆ្វេងត្រូវតែជា α-Glucose ហើយម៉ូណូសាក់ការីតខាងស្តាំអាចជា α-Glucose ឬβ-Glucose ។ ដោយបណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលនៃកាបូនទី១របស់ម៉ូលេគុល α-Glucose នឹងចូលរួមប្រតិកម្មជាមួយនិងបណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលនៃកាបូនទី១របស់ម៉ូលេគុល α-Glucose ឬβ-Glucose ដោយចំណងគ្លីកូស៊ីត បង្កើតបានជាសម្ព័ន្ធគីមី α (1-1) ។ បង្កើតបានជាម៉ូលេគុល ស្ករត្រេហាឡូស (Trehalose) ។

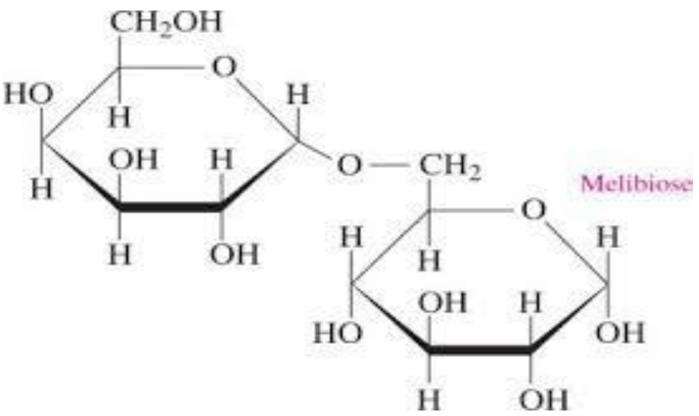


ដើម្បីទទួលបានម៉ូណូសាក់ការីតដែលមានទំហំតូចអាចឆ្លងកាត់ភ្នាសពោះវៀនបាននៅក្នុងដំណើរការស្រូបយកសារជាតុចិញ្ចឹមរបស់ប្រព័ន្ធរំលាយអាហារកាបូអ៊ីដ្រាតទាំងនេះគឺ ឌីសាក់ការីត ត្រូវឆ្លងកាត់ប្រតិកម្មកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីដែលភ្ជាប់ម៉ូណូសាក់ការីតនីមួយៗជាមុនសិន ហើយនេះជាតួនាទីរបស់អង់ស៊ីមរំលាយអាហារនៅក្នុងទឹកមាត់ ក្រពះ និងពោះវៀន។ការកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីនៅក្នុងឌីសាក់ការីត នៃត្រេហាឡូស (Trehalose) និងផ្តល់ជាម៉ូណូសាក់ការីត គ្លុយកូស និងគ្លុយកូស នឹងរងប្រតិកម្មកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីដែលភ្ជាប់ម៉ូណូសាក់ការីតនីមួយៗដោយសកម្មភាពអង់ស៊ីមម្យ៉ាងឈ្មោះថា ត្រេហាឡាស(Trehalase) ។

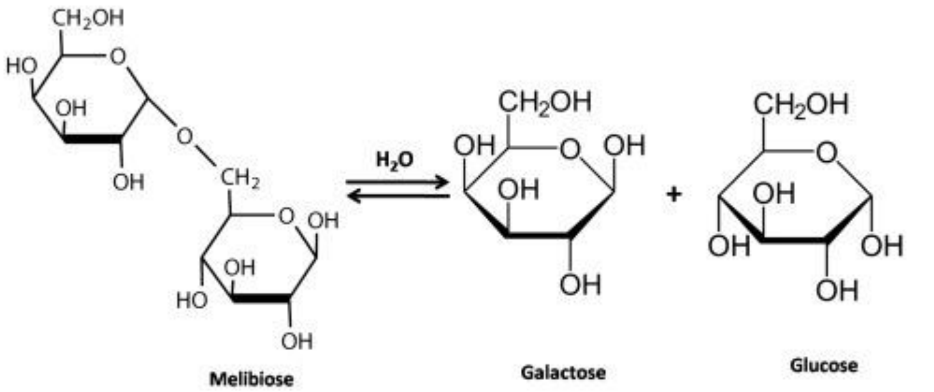


៤.៤.៦ ស្ករ Melibiose

មេលីប្យូស (Melibiose) ជាបន្សំនៃ α-Galactose ភ្ជាប់ជាមួយនិង α-Glucose ឬβ-Glucose ដោយម៉ូណូសាក់ការីតខាងឆ្វេងត្រូវតែជា α-Galactose ហើយម៉ូណូសាក់ការីតខាងស្តាំអាចជា α-Glucose ឬβ-Glucose ។ ដោយបណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលនៃកាបូនទី១របស់ម៉ូលេគុល α-Galactose នឹងចូលរួមប្រតិកម្មជាមួយនិងបណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលនៃកាបូនទី៦របស់ម៉ូលេគុល α-Glucose ឬβ-Glucose ដោយចំណង គ្លីកូស៊ីត បង្កើតបានជាសម្ព័ន្ធគីមី α (1-6) ។ បង្កើតបានជាម៉ូលេគុលមេលីប្យូស (Melibiose) ។



ដើម្បីទទួលបានម៉ូណូសាក់ការីតដែលមានទំហំតូចអាចឆ្លងកាត់ភ្នាសពោះវៀនបាននៅក្នុងដំណើរការស្រូបយកសារធាតុចិញ្ចឹមរបស់ប្រព័ន្ធរំលាយអាហារកាបូអ៊ីដ្រាតទាំងនេះគឺ ឌីសាក់ការីត ត្រូវឆ្លងកាត់ប្រតិកម្មកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីដែលភ្ជាប់ម៉ូណូសាក់ការីតនីមួយៗជាមុនសិន ហើយនេះជាតួនាទីរបស់អង់ស៊ីមរំលាយអាហារនៅក្នុងទឹកមាត់ ក្រពះ និងពោះវៀន។ការកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីនៅក្នុងឌីសាក់រីត នៃមេលីប្យូស (Melibiose) នឹងផ្តល់ជាម៉ូណូសាក់ការីត ហ្គាឡាក់តូស និងគ្លុយកូស នឹងរងប្រតិកម្មកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីដែលភ្ជាប់ម៉ូណូសាក់ការីតនីមួយៗដោយសកម្មភាព អង់ស៊ីមម្យ៉ាងឈ្មោះ ជា (Melibiase) ។



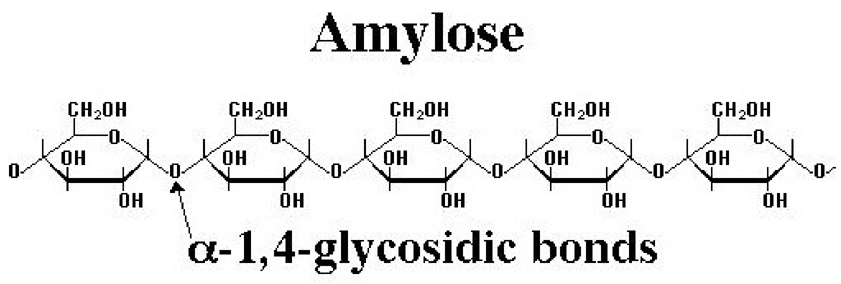
៤.៥ ប៉ូលីសាក់ការីត

បណ្តុំនៃម៉ូលេគុលស្ករជាច្រើនចងភ្ជាប់គ្នាដោយសម្ព័ន្ធគីមី។ ហើយវាជាសមាសធាតុដែលធំកើតឡើងពីម៉ូណូសាក់ការីតជាច្រើន។ ហើយវាមានច្រើនប្រភេទទៅតាមចំនួន និងប្រភេទម៉ូណូសាក់ការីតដែលជាធាតុផ្សំនៅក្នុងនោះ ដោយខ្លះវាស្ថិតនៅជាសារជាតុចិញ្ចឹមកាបូអ៊ីដ្រាតក្នុងអាហារដែលយើងបរិភោគហើយខ្លះទៀតមិនស្ថិតក្នុងអាហារដែលយើងបរិភោគនោះទេ គឺត្រូវបានប្រើប្រាស់ក្នុងគោលបំណងផ្សេងក្រៅពីអាហារ។

ខុសពីទឹកដោះនិងស្ករស អារហារប្រភេទអាមីដុងរួមមាន បាយ នំប៉័ង និងដំឡូងជាដើមនិងផ្ទុកកាបូអ៊ីដ្រាតជាប៉ូលីសាក់រីតដែលជាសមាសធាតុដ៏ធំផ្សំឡើងពីម៉ូណូសាក់ការីតជាច្រើន។ ដើម្បីទទួលបានម៉ូណូសាក់ការីតដែលមានទំហំតូចអាចឆ្លងកាត់ភ្នាសពោះវៀនបាននៅក្នុងដំណើរការស្រូបយកសារជាតុចិញ្ចឹមរបស់ប្រព័ន្ធរំលាយអាហារកាបូអ៊ីដ្រាតទាំងនេះគឺ ប៉ូលីសាក់ការីត ត្រូវឆ្លងកាត់ប្រតិកម្មកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីដែលភ្ជាប់ម៉ូណូសាក់ការីតនីមួយៗជាមុនសិន ហើយនេះជាតួនាទីរបស់អង់ស៊ីមរំលាយអាហារនៅក្នុងទឹកមាត់ ក្រពះ និងពោះវៀន។ ហើយការកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីនៅក្នុងប៉ូលីសាក់ការីតនៃអាហារប្រភេទអាមីដុង នឹងផ្តល់ជាម៉ូណូសាក់ការីតជាច្រើន។ ប៉ុន្តែដោយសាក់ប៉ូលីសាក់ការីតជាច្រវ៉ាក់ដ៏វែង ដូចនេះមុននិងទទួលបានម៉ូណូសាក់ការីតជាគ្លុយកូសប៉ូលីសាក់ការីតត្រូវទទួលរងការកាត់ផ្តាច់ជាច្រើនដំណាក់កាលទៅជាច្រវ៉ាក់ខ្លីៗ រួចបន្តកាត់ផ្តាច់ទៅជាឌីសាក់ការីតជាមុនសិន ហើយអង់ស៊ីមទាំងនោះនឹងបន្តកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមីក្នុងឌីសាការីតទាំងនោះឲ្យទៅជាម៉ូណូសាក់ការីត។ ប៉ូលីសាក់ការីតនៅក្នុងអាហារដែលផ្សំឡើងពីគ្លុយកូសបានបែងចែកជា៣ប្រភេទសំខាន់ៗគឺ អាមីឡូស អាមីឡូប៉ិកទីន និង សែលុយឡូស ប៉ូលីសាក់រីតទាំងអស់នេះសុទ្ធតែជាច្រវ៉ាក់ដ៏វែងផ្សំឡើងពីម៉ូលេគុលគ្លុយកូស។ ប៉ុន្តែចំណុចខុសគ្នានោះគឺ ស្ថិតនៅត្រង់សម្ព័ន្ធគីមីដែលតភ្ជាប់ម៉ូលេគុលគ្លុយកូសនីមួយៗ។

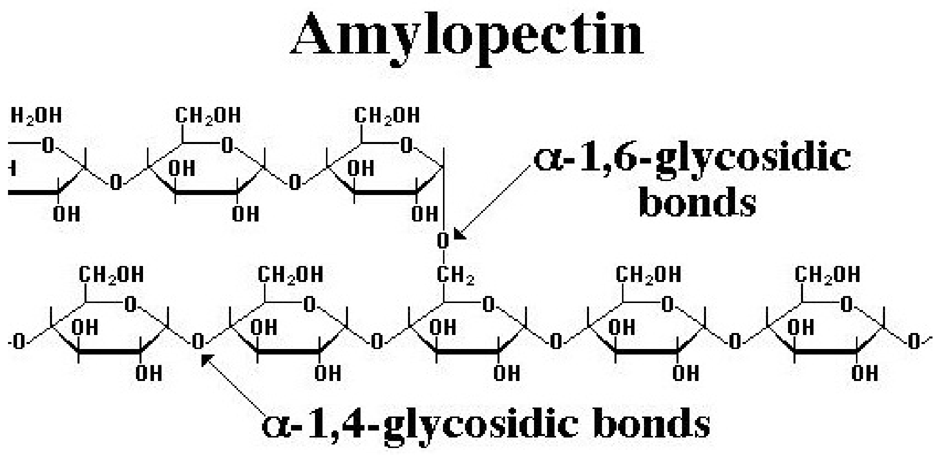
ក. អាមីឡូស(Amylose)

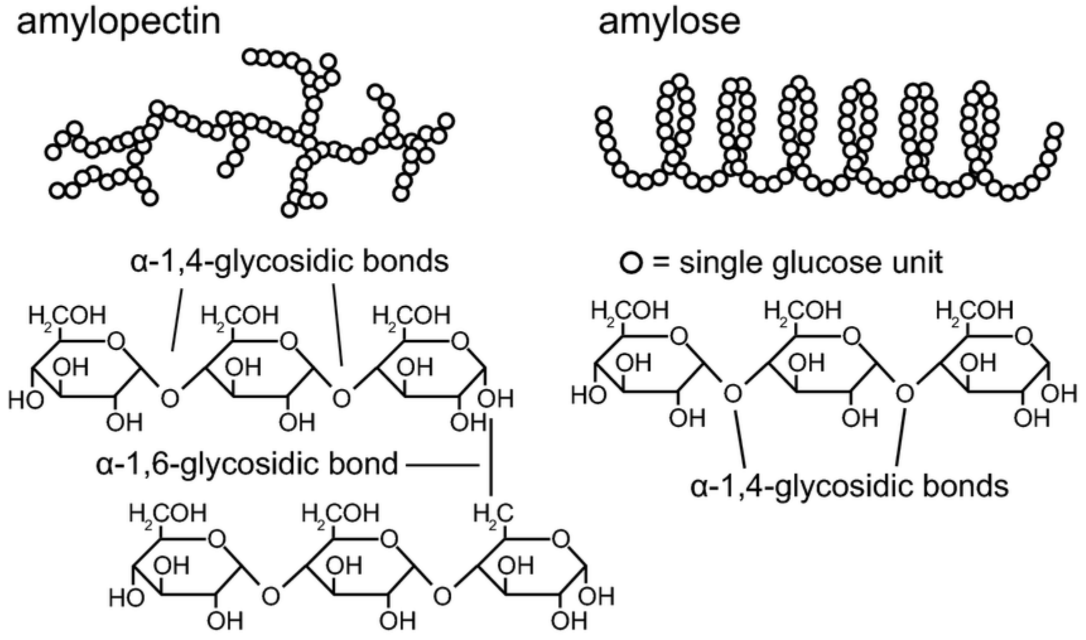
ជាសម្ព័ន្ធដែលភ្ជាប់ម៉ូលេគុលគ្លុយកូសជាច្រើនបន្តបន្ទាប់គ្នាគឺសម្ព័ន្ធα(1-4)ត្រូវប្រើបណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលបង្កើតជាច្រវ៉ាក់វែង។ ហើយវាស្ថិតនៅជាខ្សែត្រង់ និងមិនបែកខ្នែងនោះទេ។



ខ. អាមីឡូប៉ិកទីន(Amylopectin)

គឺជាប៉ូលីសាការីតដែលផ្សំឡើងពីអាល់ហ្វាគ្លុយកូស(α-Glucose)ជាច្រើនតភ្ជាប់គ្នាដោយសម្ព័ន្ធ α(1-4) និងបែកខ្នែង ដោយនៅចំណុចបែកខ្នែងភ្ជាប់គ្នាដោយសម្ព័ន្ធα(1-6)។



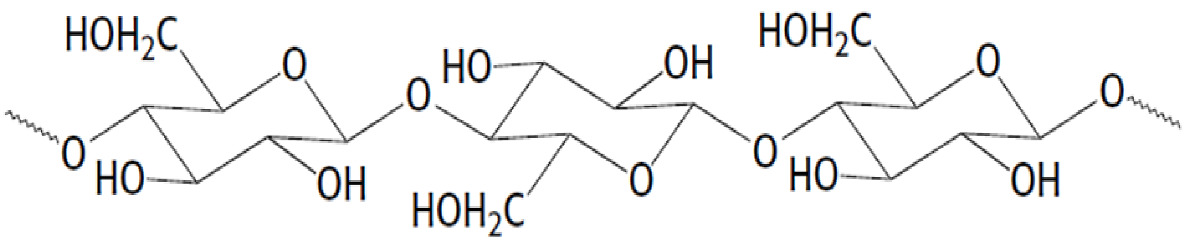


រូបភាព ភាពខុសគ្នារវាងម៉ូលេគុល(Amylopectin) និង(Amylose)

ចំណុចរួមនៃអាមីឡូស(Amylose) និងអាមីឡូប៉ិកទីន(Amylopectin)គឺប៉ូលីសាការីតទាំងពីនេះ មានជាតុផ្សំជា អាល់ហ្វាគ្លុយកូសដូចគ្នាដែលគេច្រើនហៅវាថា អាមីដុង(Starch)។

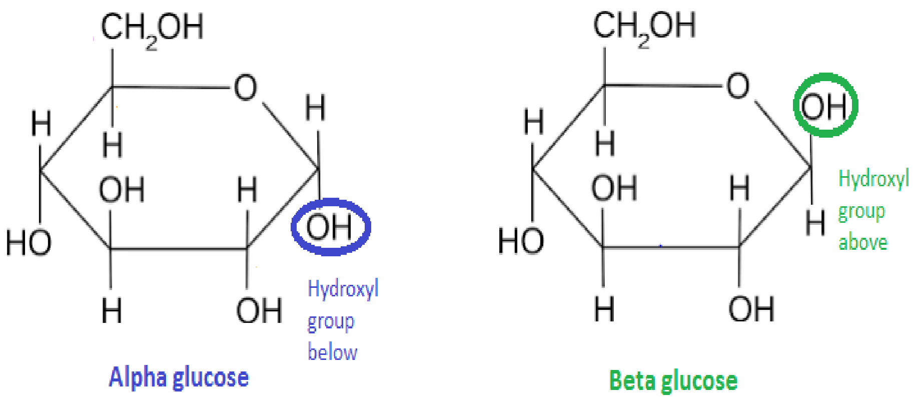
គ. សែលុយឡូស (Cellulose)

វាជាប៉ូលីសាក់ការីតដែលផ្សំឡើងពីប៉េតាគ្លុយកូស (β-Glucose)ជាច្រើនតភ្ជាប់គ្នាដោយសម្ព័ន្ធ β(1-4)។



Cellulose
(β-1,4 linkages)

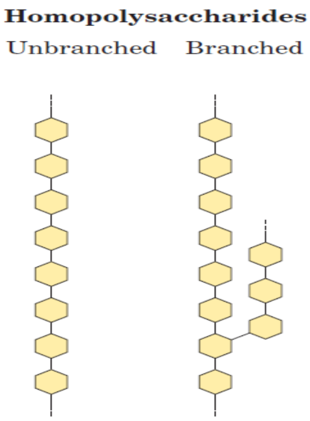
សែលុយឡូសដែលជាប៉ូលីសាការីតដែលផ្សំឡើងពី β-Glucose និងមិនបែកខ្នែងនោះទេ។ ដោយសារតែទម្រង់ β-Glucose មានបណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលនៅកាបូនទី១ស្ថិតនៅខាងលើធ្វើឲ្យបណ្តុំនេះពិបាកនឹងមានប្រតិកម្មជាមួយបណ្តុំ កាបុកស៊ីលនៃកាបូនទី៦ របស់ម៉ូលេគុលគ្លុយកូសផ្សេងទៀតណាស់។ ដូចនេះសែលុយឡូសស្ថិតនៅជា ច្រវ៉ាក់គ្មានខ្នែង។



៤.៦ មុខងារប៉ូលីសាក់ការីត

៤.៦.១ ស្តុកទុកថាមពល

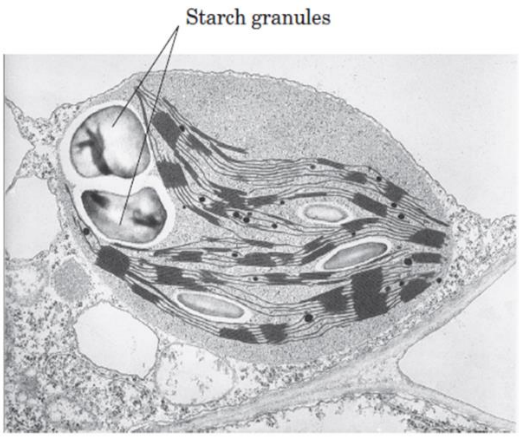
ពពួក homopolysaccharides មួយចំនួនមានតួនាទីជាឃ្លាំងស្តុកទុកស្ករ monosaccharides ដែលប្រើប្រាស់ជាថាមពល។



Homopolysaccharides គឺជាពពួកប៉ូលីសាក់ការីតដែលផ្សំឡើងដោយស្ករម៉ូណូសាក់ការីតតែមួយប្រភេទប៉ុណ្ណោះ។ ឧទាហរណ៍ starch និង glycogen។

ក. អាមីដុង(Starch)

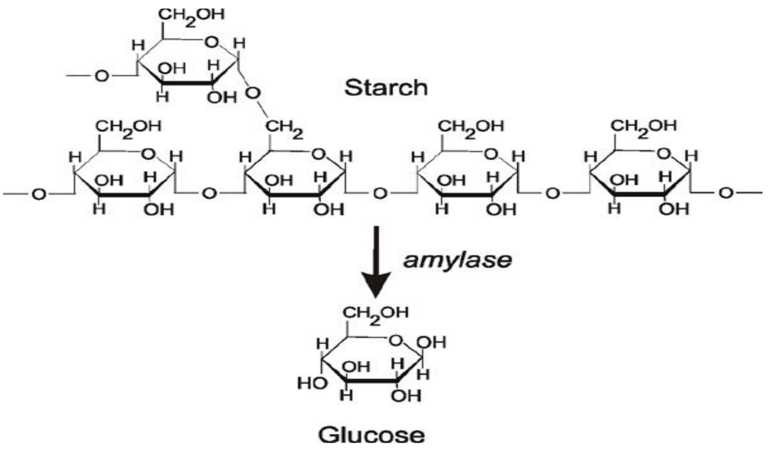
Starches គឺជាកាបូនអ៊ីដ្រាតដែលមាន ៣០០ ទៅ ១០០០ ម៉ូលេគុលស្ករគ្លុយកូសភ្ជាប់គ្នា។ វាគឺជាប៉ូលីសាក់ការីតមួយដែលរុក្ខជាតិប្រើប្រាស់សម្រាប់ស្តុកទុកថាមពលប្រើនៅពេលក្រោយ។ Starches តូចជាងសែលុយឡូស និងអាចប្រើប្រាសសម្រាប់ផ្តល់នូវថាមពល។គឺជាប្រភេទម្សៅដែលផ្សំឡើងគ្លុយកូសពីរប្រភេទគឺអាមីឡូសនិងអាមីឡូប៉ិកទីន។ starches ត្រូវបានផលិតនៅក្នុងក្លរ៉ូប្លាសពីឌីគ្លុយកូសដែលបង្កើតឡើងដោយរស្មីសំយោគ។



រូបភាពបង្ហាញពីStarch នៅក្នុងក្លរ៉ូប្លាស

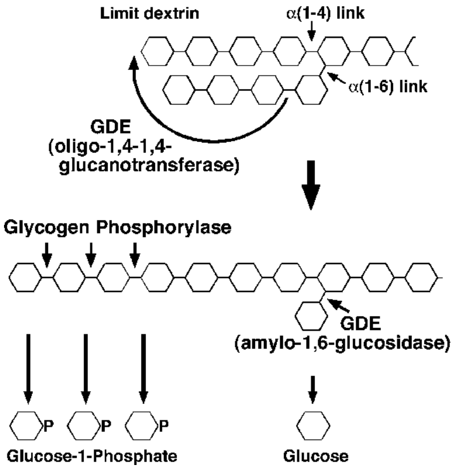
- **ការរំលាយអាមីដុង**

អាមីដុងត្រូវបានចាប់ផ្តើមបំបែកតាំងពីនៅក្នុងមាត់ ដោយសារក្នុងមាត់យើងមាន អង់ស៊ីម amylase ដែល ជាអង់ស៊ីមកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធ α(1-4) ចំណីអាហារដែលយើងបរិភោគ ត្រូវចូលទៅក្នុងក្រពះ ។ ដោយក្នុងក្រពះមានជាតិអាស៊ីតខ្លាំង (pH=1-2) ក៏ធ្វើឲ្យ amylase អសកម្ម រួចអាហារនោះក៏ចូលទៅក្នុងពោះវៀនតូចដែលនៅ ទីនោះមាន amylase ដែលមកពី លំពែងក៏បម្លែងតទៅទៀតរហូតដល់គ្លុយកូស។



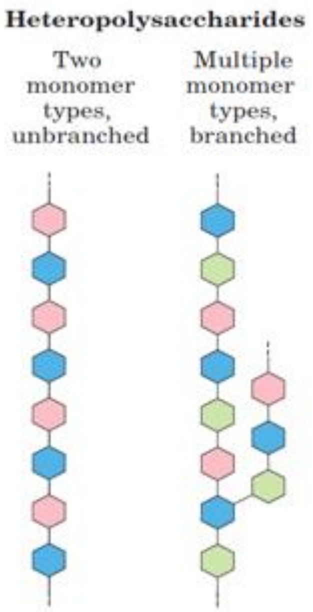
ខ. គ្លីកូសែន (Glycogen)

- ជាសារធាតុបម្រុងរបស់សត្វ។
- វាត្រូវបានសំយោគ និងប្រមូលផ្តុំទុកក្នុងសាច់ដុំ និងថ្លើម។
- កើតឡើងពីគ្លុយកូសដែលមានបែកខ្នែងយ៉ាងច្រើន។
- វាស្រដៀងទៅនិងអាមីឡូប៉ិកទីននៃអាមីដុងដែរខុសនៅត្រង់ Glycogen មានខ្នែងច្រើន ជាមួយនិងសម្ព័ន្ធα(1-4) និង α(1-6)
- កោសិការបស់វាត្រូវបានរំលាយដោយ Glycogen-phosphorylase។



៤.៦.២ សារធាតុសាងសង់

ពពួក homopolysaccharides មួយចំនួនទៀត មានតួនាទីជាសារធាតុសាងសង់នៅក្នុងកោសិការុក្ខជាតិ និង ផ្នែកខាងក្រៅ ឬសំបកក្រៅរបស់សត្វ។ Heteropolysaccharides គឺជាពពួកប៉ូលីសាក់រីតដែលផ្សំឡើងដោយស្ករម៉ូណូសាក់ការីតមានពីរប្រភេទឬច្រើនផ្សេងគ្នា។ ឧទាហរណ៍ cellulose និង chitin។

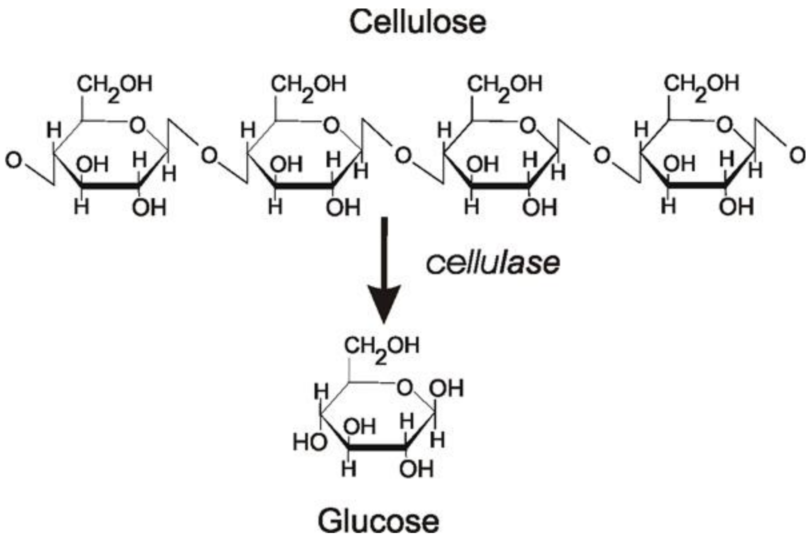


ក. សែលុយឡូស(Cellulose)

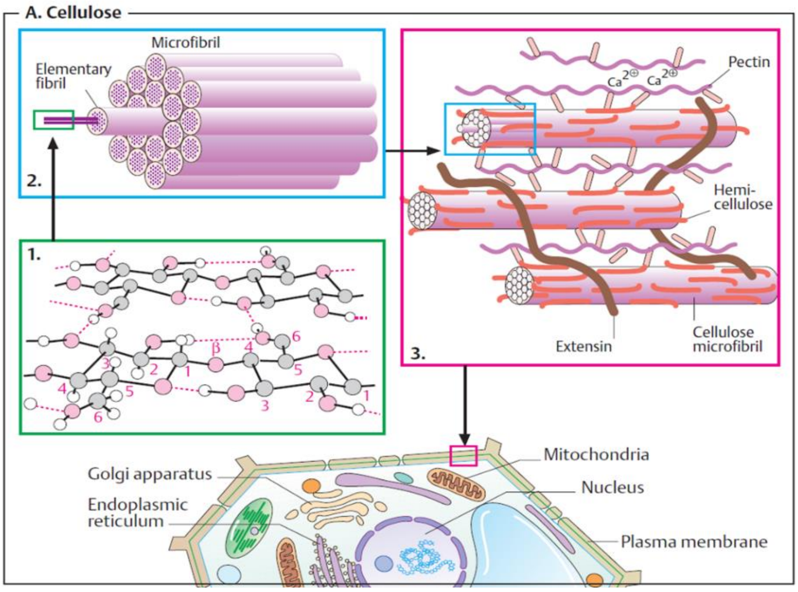
ការបញ្ចូលគ្នានៃគ្លុយកូស បង្កើតបានសែលុយឡូសដែលមានម៉ាស់ម៉ូលេគុល ប្រហែល ២០០០០០ទៅ៤០០០០០។ ប្រហែលជា៤០–៥០% នៃភ្នាសកោសិការុក្ខជាតិកើតឡើងពីកើតឡើងសែលុយឡូស។

- សាច់ឈើមានសែលុយឡូសប្រមាណ៤០-៥០ភាគរយ ។
- ក្នុងសរសៃកប្បាសមានសែលុយឡូសរហូតដល់៩០ភាគរយ ។
- ស្មៅមាន៣០ភាគរយ ។
- សែលុយឡូសដែលយកចេញពីធម្មជាតិជាសារធាតុរឹង មិនរលាយក្នុងទឹក ។
- អំបោះ នឹងក្រណាត់សុទ្ធតែជាផលិតផលចេញពីសែលុយឡូស។
- សែលុយឡូសក៏មានសារៈសំខាន់ណាស់ក្នុងរោងចក្រធ្វើក្រដាស។
- ដោយសែលុយឡូសជាប៉ូលីសាក់ការីតដែលផ្សំឡើងពីប៉េតាគ្លុយកូស (β-Glucose) ជាច្រើនតភ្ជាប់គ្នា

ដោយសម្ព័ន្ធβ(1-4)។ មនុស្សយើងគ្មានអង់ស៊ីមដើម្បីកាត់ផ្តាច់សម្ព័ន្ធនេះទេ ។ ថនិកសត្វខ្លះមិនមានអង់ស៊ីម cellulases ហើយដូច្នេះវាមិនអាចរំលាយសរសៃឈើនិងបន្លែបានទេ។ចំពោះពពួកសត្វស៊ីស្មៅ និងរុក្ខជាតិជាអាហារមាននៅក្នុងប្រដាប់រំលាយអាហារនូវពពួក មីក្រូសាពាង្គកាយសហប្រាណ (symbiosis microorganism) ដែលមានអង់ស៊ីម cellulase ដែលអាចកាត់ផ្តាច់សែលុយឡូសបាន។ សត្វពពែសម្បូរអង់ស៊ីម cellulases ដូច្នេះវាអាចរំលាយសរសៃឈើ និងបន្លែបានយ៉ាងល្អ។



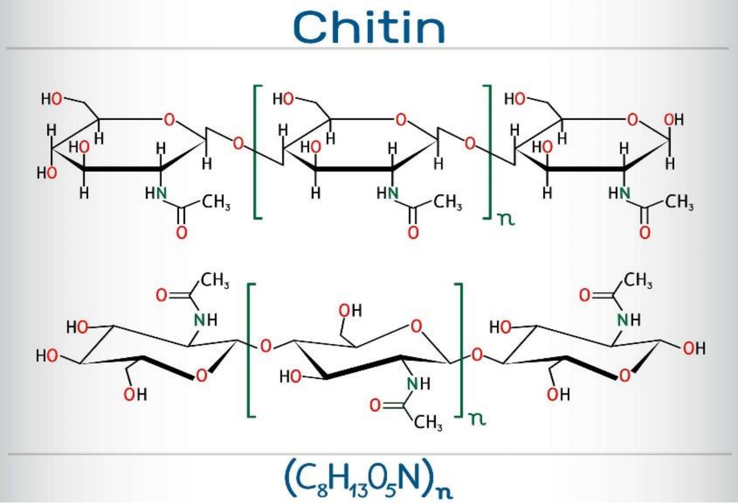
Cellulose ធ្វើឲ្យរុក្ខជាតិរឹងមាំនិងមានភាពយឺតវាមានតួនាទីជាគ្រោងឆ្អឹងរបស់រុក្ខជាតិជាងជាសារធាតុចិញ្ចឹម។



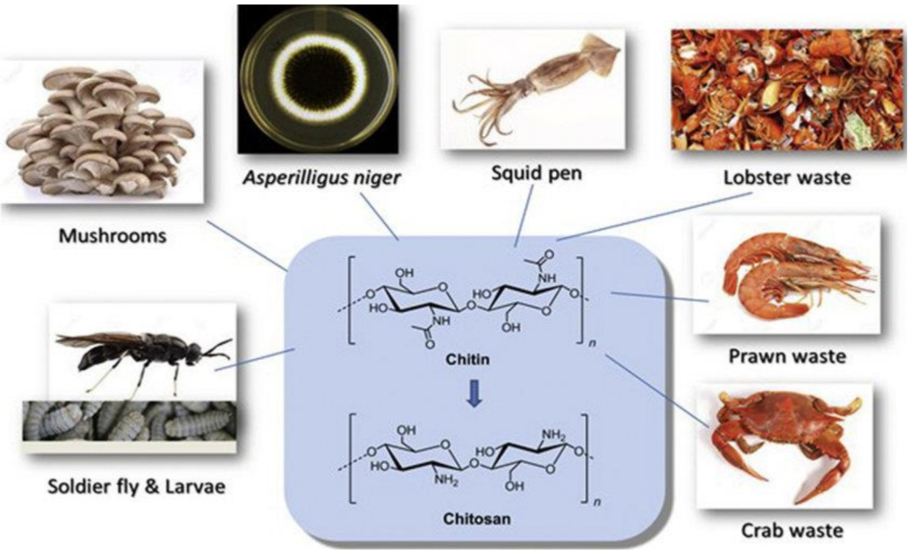
រូបភាព សែលុយឡូសនៅក្នុងកោសិការុក្ខជាតិ

ខ. ឈីទីន (Chitin)

ឈីនទីន(Chitin)បានផ្ទុកអាសូតវាត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយវត្ថុធាតុ polymer នៃសាធាតុ N-acetyl-D-glucosamine monomers ($C_8H_{13}O_5N$)n ។ វាប្រហាក់ប្រហែលនឹងសែលុយឡូសដែរ cellulose monomers ត្រូវបានភ្ជាប់គ្នាដោយ (1 → 4) ភ្ជាប់ glycosidic ។



ឈីនទីន(Chitin)គឺជាប៉ូលីសាការីតដែលកើតឡើងដោយធម្មជាតិដែលមាននៅក្នុងសំបកខាងក្រៅរបស់សត្វក្នុងទឹកដូចជា ក្តាម បង្កង (crustaceans) សត្វល្អិត និងភ្នាសកោសិកាផ្សិត។ វាគឺជាសមាសធាតុធម្មជាតិដែលមានច្រើនបំផុតទីពីរបន្ទាប់ពី cellulose ។ ដោយសារតែរចនាសម្ព័ន្ធគ្រីស្តាល់របស់វាខ្ពស់ ដូចនេះ chitin មិនរលាយនៅក្នុងសារធាតុរំលាយទូទៅទេ។



រូបភាព៖ ប្រភពនៃសមាសធាតុ Chitin

TABLE 7–2 Structures and Roles of Some Polysaccharides

Polymer	*Type**	*Repeating unit†*	*Size (number of monosaccharide units)*	*Roles/significance*
Starch				Energy storage: in plants
Amylose	Homo-	(α1→4)Glc, linear	50–5,000	
Amylopectin	Homo-	(α1→4)Glc, with (α1→6)Glc branches every 24–30 residues	Up to 10^6	
Glycogen	Homo-	(α1→4)Glc, with (α1→6)Glc branches every 8–12 residues	Up to 50,000	Energy storage: in bacteria and animal cells
Cellulose	Homo-	(β1→4)Glc	Up to 15,000	Structural: in plants, gives rigidity and strength to cell walls
Chitin	Homo-	(β1→4)GlcNAc	Very large	Structural: in insects, spiders, crustaceans, gives rigidity and strength to exoskeletons
Dextran	Homo-	(α1→6)Glc, with (α1→3) branches	Wide range	Structural: in bacteria, extracellular adhesive
Peptidoglycan	Hetero-; peptides attached	4)Mur2Ac(β1→4) GlcNAc(β1	Very large	Structural: in bacteria, gives rigidity and strength to cell envelope
Agarose	Hetero-	3)D-Gal(β1→4)3,6-anhydro-L-Gal(α1	1,000	Structural: in algae, cell wall material
Hyaluronate (a glycosaminoglycan)	Hetero-; acidic	4)GlcA(β1→3) GlcNAc(β1	Up to 100,000	Structural: in vertebrates, extracellular matrix of skin and connective tissue; viscosity and lubrication in joints

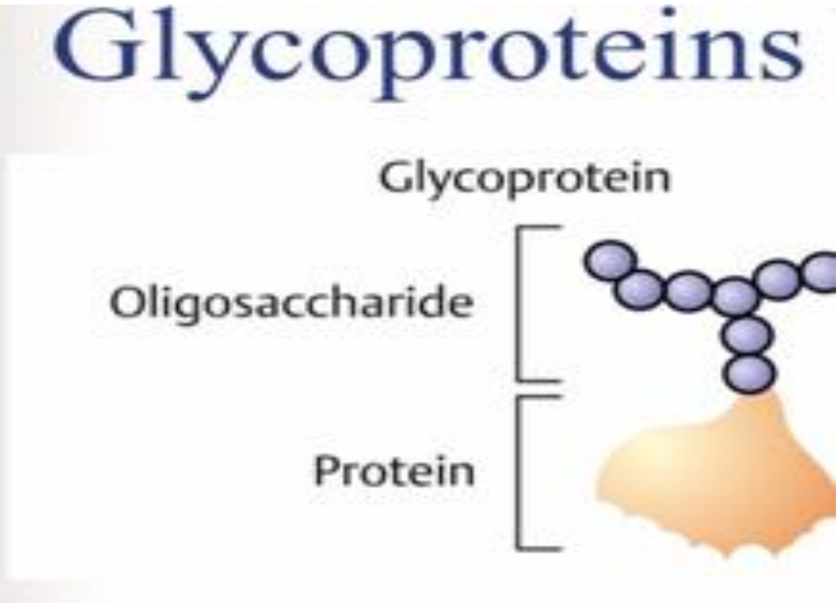
*Each polymer is classified as a homopolysaccharide (homo-) or heteropolysaccharide (hetero-).

†The abbreviated names for the peptidoglycan, agarose, and hyaluronate repeating units indicate that the polymer contains repeats of this disaccharide unit. For example, in peptidoglycan, the GlcNAc of one disaccharide unit is (β1→4)-linked to the first residue of the next disaccharide unit.

៤.៧ កាបូអ៊ីដ្រាតសុំញ្ញាំ

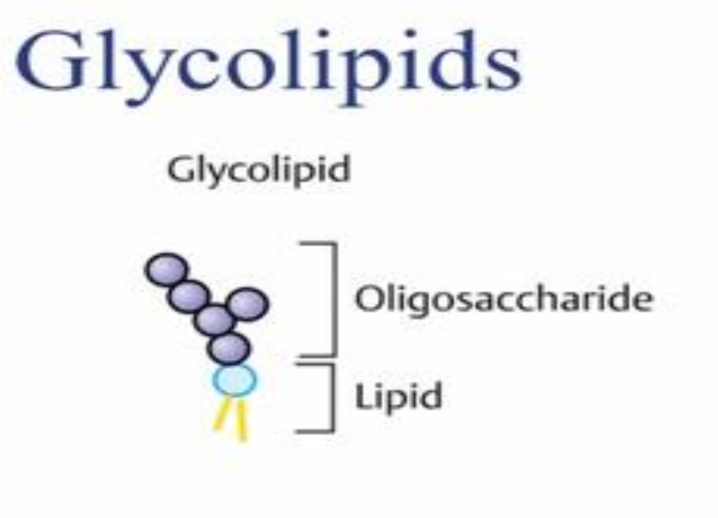
៤.៧.១ ពពួក Glycoproteins

Glycoproteins គឺជាកាបូអ៊ីដ្រាតនៃម៉ូលេគុលស្ករអូលីហ្គោសាក់ការីតត្រូវបានភ្ជាប់ទៅនឹងប្រូតេអ៊ីននៅលើផ្ទៃភ្នាសកោសិកា។



៤.៧.២ ពពួក Glycolipids

Glycolipids គឺជាកាបូអ៊ីដ្រាតនៃម៉ូលេគុលស្ករអូលីហ្គោសាក់ការីតត្រូវបានភ្ជាប់ទៅនឹងខ្លាញ់ (Lipid) នៅលើផ្ទៃភ្នាសកោសិកា។



៤.៨ ប្រតិកម្មបណ្តូររូបធាតុកាបូអ៊ីដ្រាត (Carbohydrate Metabolism)

- បណ្តូររូបធាតុ គឺជាផលបូកសរុបនៃគ្រប់ប្រតិកម្មកាតាលីករអង់ស៊ីម ដែលកើតមាននៅក្នុងការរស់។
- ភាគច្រើននៃប្រតិកម្មទាំងនោះ ត្រូវបានរៀបចំនៅក្នុង pathways។
- បណ្តូររូបធាតុមាន ២ប្រភេទសំខាន់ៗនៃ pathway គីមីជីវៈគឺ Anabolic pathways ឬ Catabolic pathways។

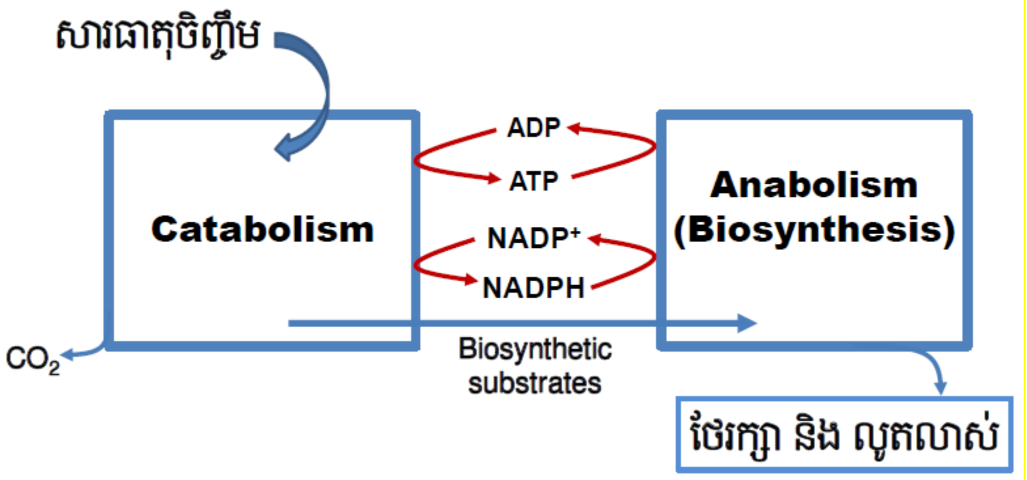
៤.៨.១ ប្រតិកម្មសំយោគ (Anabolic pathways)

- Anabolic pathways ឬ Biosynthestic pathways គឺជាប្រតិកម្មសមានកម្ម។
- នៅក្នុង Anabolic pathways៖
    - ម៉ូលេគុលធំត្រូវសំយោគពី precursor តូចៗ
    - ប្រតិកម្ម Anabolism ត្រូវការថាមពលសេរី
    - ជាលទ្ធផល Biosynthesis បង្កើនភាពស៊ាំញ៉ាំជាលំដាប់

<u>ឧទាហរណ៍</u>៖ ដំណើរការ Anabolism នៃ polysaccharides ពី sugars

៤.៨.១ ប្រតិកម្មបំបែក (Catabolic pathways)

- Catabolic pathways គឺជាប្រតិកម្មអសមានកម្ម។
- នៅក្នុង Catabolic pathways៖
  - ម៉ូលេគុលធំត្រូវបំបែកទៅជាម៉ូលេគុលតូចៗ
  - ប្រតិកម្ម Catabolism ខ្លះ ត្រូវអមដំណើរដោយការបញ្ចេញនូវថាមពលសេរី
  - ចំពោះកោសិកាត្រូវការខ្យល់ Catabolism មាន ៣ ដំណាក់កាលគឺ៖
    1) **ដំណាក់កាលទី១៖** សារធាតុចិញ្ចឹមសំខាន់ៗត្រូវបំលែងទៅជាម៉ូលេគុលសាងសង់ នៅក្នុងដំណើរការមួយ ហៅថា Digestion។
    2) **ដំណាក់កាលទី២៖** ម៉ូលេគុលសាងសង់ ត្រូវបំលែងទៅជា ចំនួនតូចៗនៃម៉ូលេគុលដ៏សាមញ្ញ។ ភាគច្រើននៃផលិតផលចុងក្រោយ ដែលមានសារៈសំខាន់ក្នុងដំណាក់កាលទី២ គឺ Acetyl-CoA។
    3) **ដំណាក់កាលទី៣៖** ក្រុម Acetyl នៃ Acetyl-CoA ចូលក្នុង Citric acid cycle ដែលក្នុងនោះ វាសម្រេចបាននូវអុកស៊ីតកម្ម។

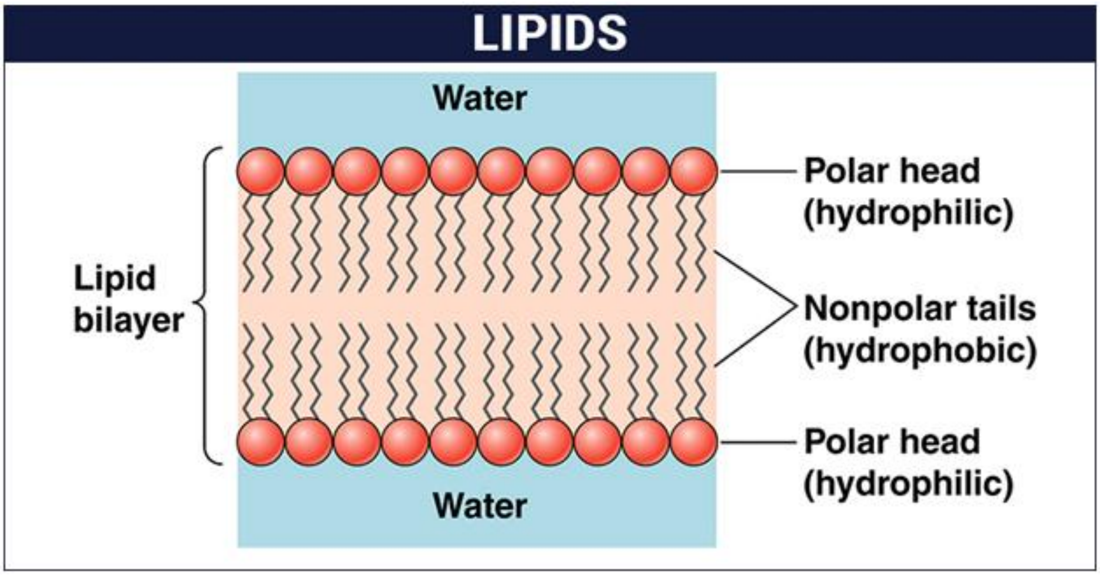


ទំនាក់ទំនងរវាង Anabolism និង Catabolism

ជំពូកទី ៥
លីពីត

៥.១ សេចក្តីផ្តើម

លីពីតជាសារធាតុដែលរលាយនៅក្នុងអង្គធាតុរំលាយសរីរាង្គផ្សេងៗ តែវាមិនអាចរលាយក្នុងទឹកបានទេ។ ដោយវាបង្កើតជាគ្រាប់ខ្លាញ់ល្អិតៗនៅក្នុងទឹក ដូចជាពពួក អាសេតូន អាល់កុល បេនស៊ីន (Benzene) Chloroform($CHCL_3$) និងពពួកអេស្ទែរ។ ទោះបីជាពាក្យថា "លីពីត "ពេលខ្លះត្រូវបានគេប្រើជាន័យសម្រាប់ខ្លាញ់ក៏ពិតមែន។ ប៉ុន្តែខ្លាញ់គឺជាក្រុមតូចៗនៃខ្លាញ់ដែលហៅថាទ្រីគ្លីសេរីត។ Lipids ក៏រួមបញ្ចូលម៉ូលេគុលដូចជាអាស៊ីតខ្លាញ់ និងវត្ថុរបស់វា រួមមាន tri- di- monoglycerides និង phospholipidsក៏ដូចជាសមាសធាតុរំលាយអាហារដែលមានផ្ទុកស្តេរ៉ូអ៊ីតដូចជាកូលេស្តេរ៉ុល។ ទោះបីជាមនុស្សនិងថនិកសត្វដទៃទៀតប្រើមាគ៌ាជីវសាស្ត្រផ្សេងៗគ្នាដើម្បីបំបែកនិងសំយោគជាតិខ្លាញ់ក៏ដោយក៏មានជាតិខ្លាញ់សំខាន់ៗមួយចំនួនមិនអាចបង្កើតបានតាមវិធីនេះនិងត្រូវតែទទួលបានពីរបបអាហារ។ គីមីជីវវិទ្យា lipid គឺជាជីវម៉ាសម៉ាក្រូដែលរលាយក្នុងសារធាតុរំលាយមិនមែនប៉ូលែរ។ សារធាតុរំលាយដែលមិនមែនជាប៉ូលែរគឺជាឧស្ម័នអ៊ីដ្រូកាបូនដែលត្រូវបានប្រើដើម្បីរំលាយម៉ូលេគុល lipid ដែលកើតឡើងពីធម្មជាតិដែលមិនរលាយក្នុងទឹករួមមាន អាស៊ីតខ្លាញ់ ក្រមួន អេស្យូម វីតាមីន រលាយក្នុងខ្លាញ់ ដូចជាវីតាមីនA, D, E និង K, monoglycerides, diglycerides, ទ្រីគ្លីសេរីដនិងផូស្វ័រ។



៥.២ ចំណាត់ថ្នាក់លីពីត

លីពីតជាសារធាតុចិញ្ចឹមដែលមានលក្ខណៈស្មុគស្មាញ។ ព្រោះលីពីតមានច្រើនប្រភេទព្រមទាំងផ្តល់សារធាតុចិញ្ចឹមច្រើនប្រភេទផងដែរ៖

ក. លីពីតសាមញ្ញ (Simple Lipids)

- ពពួកអេស្ទែរនៃអាស៊ីតខ្លាញ់ ជាមួយនឹង glycerol និង monohydric alcohols.
- នៅក្នុងស្រាដែលមានជាតិអាល់កុលពួកគេត្រូវបានបែងចែកទៅជា ខ្លាញ់ ឬប្រេងនិងក្រមួន។

ខ្លាញ់ដែលត្រូវបានគេហៅថា triacylglycerols គឺជាអាស៊ីតខ្លាញ់ដែលមានគ្លីសេរីន។ ឧទាហរណ៍៖ រុក្ខជាតិ ប្រេងបន្លែ ។ អាស៊ីតខ្លាញ់និងអាល់កុលក្រៅពីគ្លីសេរីន។ ឧទាហរណ៍៖ រុក្ខជាតិ ក្រមួន សត្វល្អិត wax-beeswax សត្វ wax-lanolin ។

ខ. លីពីតសមាស (Compound Lipids)

- ពពួកអេស្ទែរដែលមានក្រុមសារធាតុគីមីបន្ថែមទៅលើ alcohol និង fatty acids.
- អាស្រ័យលើក្រុមគីមីពួកគេត្រូវបានបែងចែកបន្តទៅជា phospholipids, glycolipids, sulpholipids and lipoproteins.
- ផូស្វ័រលីពីត រួមទាំងក្រុមផូស្វ័ត។ Phopholipids ត្រូវបានគេដាក់ជាក្រុមបន្ថែមទៀតដូចជា

គ្លីសេរីនផូស្វ័រលីពីតប្រសិនបើអាល់កុលបង្កើតជាគ្លីសេរីន។(ឧហរណ៍: Lecithin) រឺ sphingophospholipids ប្រសិនបើអាល់កុលបង្កើតជា sphingosine (ឧទាហរណ៍ Sphingomyelin) ។

- Glycolipids ផ្សំឡើងដោយ hexose ដែលមានជាតិអាស៊ីតខ្លាញ់ល្អ ហ្គាឡាតូស និងអាល់កុល។ ឧទាហរណ៍៖ cerebrosides ។
- រុក្ខជាតិ sulpholipids ផ្សំដោយ sulfated hexose ជាមួយអាស៊ីតខ្លាញ់និងអាល់កុល។
- Lipoproteins ផ្សំដោយសមាសធាតុប្រូតេអ៊ីនរួមជាមួយជាតិខ្លាញ់។ ដោយផ្អែកលើដង់ស៊ីតេនិងសមាសធាតុផ្សំនៃជាតិខ្លាញ់ ពួកគេត្រូវបានចាត់ថ្នាក់បន្ថែមទៀតជា VLDL. LDL និង HDL.

គ. លីពីតកម្លាយ (Derived Lipids)

សមាសធាតុ ដែលក្លាយមកពីលីពីតធម្មតា និងលីពីតសមាស ដោយប្រតិកម្មនៃ alcohols, fatty acids, aldehydes, ketones, sterols and hydrocarbons។

៥.៣ តួនាទីលីពីត

លីពីតមានក្នុងរុក្ខជាតិ និងសត្វ។ តួនាទីរបស់លីពីតដែលសំខាន់សម្រាប់ភាវរស់គឺជាប្រភទអាហារបម្រុងដែលផ្តល់ថាមពលខ្ពស់ និងផ្តល់ជាសារធាតុសាងសង់ដ៏សំខាន់សម្រាប់កោសិកា។ លីពីត

អនុវត្តមុខងារទាំងក្នុងខ្លួននិងក្នុងអាហារ។ នៅក្នុងខ្លួនប្រាណ លីពីតមានមុខងារជាថាមពលបម្រុងនិង គ្រប់គ្រងអរម៉ូនបញ្ជូនរំញោចសរសៃប្រសាទបញ្ជូនសរីរាង្គសំខាន់ៗនិងដឹកជញ្ជូនសារជាតុចិញ្ចឹរំលាយ ជាតិខ្លាញ់។ខ្លាញ់ដើរតួនាទីសំខាន់មួយទៀតនៅក្នុងអាហារូបត្ថម្ភ។ ខ្លាញ់ចំណាយពេល យូរដើម្បី រំលាយច្រើនជាងកាបូអ៊ីដ្រាតឬប្រូតេអ៊ីនពីព្រោះខ្លាញ់ផ្លាស់ទីយឺត ៗ តាមរយៈបំពង់រំលាយ អាហារ

៥.៣.១ ពពួកលីពីតស្តុកទុកថាមពល

នៅក្នុងខ្លួនប្រាណលីពីតមានមុខងារជាថាមពលបម្រុង រក្សាសីតុណ្ហភាពរាងកាយ និង គ្រប់គ្រងអរម៉ូនបញ្ជូន រំញោចសរសៃប្រសាទបញ្ជូនសរីរាង្គសំខាន់ៗ និងដឹកជញ្ជូនសារជាតុចិញ្ចឹម។ ថាមពលដែលលើសពីអាហារដែលយើងញ៉ាំត្រូវបានរំលាយនិងបញ្ចូលទៅក្នុងជាលិកា adipose ឬ ជាលិកាខ្លាញ់។ ភាគច្រើននៃថាមពលដែលត្រូវការដោយរាងកាយមនុស្សត្រូវបានផ្តល់ដោយ កាបូអ៊ីដ្រាតនិងខ្លាញ់។ តាមពិតប្រហែល ៣០-៧០ %នៃថាមពលដែលប្រើក្នុងពេលសម្រាកគឺបានមក ពីខ្លាញ់។ នៅក្នុងខ្លួនប្រាណមានខ្លាញ់ពីរប្រភេទ Visceral និង Subcutaneous ។ ខ្លាញ់ Visceral ព័ទ្ធ ជុំវិញសរីរាង្គសំខាន់ៗដូចជាបេះដូងតម្រងនោមនិងថ្លើម។ ជាតិខ្លាញ់ Subcutaneous ឬជាតិខ្លាញ់ ក្រោមស្បែកធ្វើឱ្យរាងកាយចុះខ្សោយពីសីតុណ្ហភាពខ្លាំង និងជួយរក្សាបរិយាកាសផ្ទៃក្នុងឱ្យនៅ ស្ថិតស្ថេរ។ សារជាតុចិញ្ចឹមសំខាន់ៗផ្សេងទៀតដូចជាអាស៊ីតខ្លាញ់សំខាន់ៗគឺជាធាតុផ្សំនៃខ្លាញ់ខ្លួនឯង និងបម្រើជាការសាងសង់កោសិកា។ ឧទាហរណ៍៖ទារកនិងកុមារដែលកំពុងលូតលាស់ត្រូវការបរិមាណ ជាតិខ្លាញ់ខ្ពស់ដើម្បីគាំទ្រដល់ការលូតលាស់និងការអភិវឌ្ឍធម្មតា។ ប្រសិនបើទារកឬកុមារត្រូវបាន ផ្តល់របបអាហារមានជាតិខ្លាញ់ទាបក្នុងរយៈពេលយូរនោះការលូតលាស់និងការអភិវឌ្ឍនឹងមិនរីចម្រើន ជាធម្មតា។

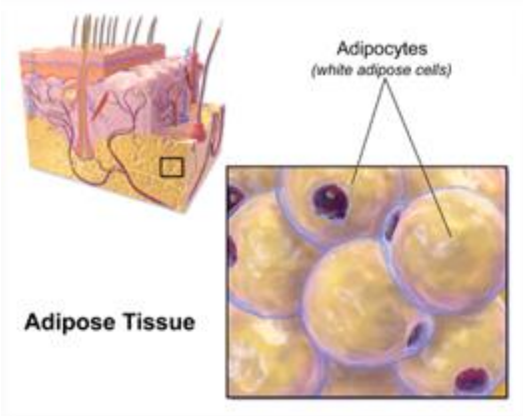
៥.៣.២ ពពួកលីពីតសាងសង់

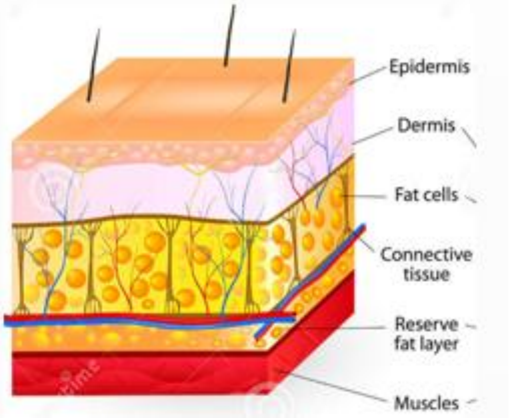
លីពីតសាងសង់ (Structural lipids)មាន៖

✓ក្នុងសត្វកកើតមានក្នុងសាច់

✓ក្នុងរុក្ខជាតិកកើតមានក្នុងបន្លែ

នៅសីតុណ្ហភាពធម្មតា (room temperature) ខ្លាញ់គឺកក ចំណែកឯប្រេងគឺរាវ។ ជាតិខ្លាញ់ក៏បន្ថែម វាយនភាពទៅក្នុងអាហារនិងជួយរក្សាអាហារដែលមានសំណើមផងដែរ។ ខ្លាញ់រួមចំណែកដល់ ការ ចម្អិនអាហារធ្វើឱ្យមានរសជាតិឈ្ងុយឆ្ងាញ់និងបន្ថយពេលវេលាចម្អិនអាហារ។ ខ្លាញ់នៅក្នុងអាហារ ផ្តល់នូវប្រភពថាមពលដែលមានជាតិខាប់ជួយបង្កើនលក្ខណៈនិងរសជាតិនៃអាហារនិងបង្កើនការ ឆ្អែត។ខ្លាញ់ផ្ទុកមាននៅក្នុងទឹកដោះគោនិងជាលិកា adipose របស់សត្វ និងនៅក្នុងប្រេងគ្រាប់។





- ប្រេង និងខ្លាញ់របស់ពពួករុក្ខជាតិអាចចែកចេញជា ៣ប្រភេទគឺ៖

  ១) ប្រេងពីគ្រាប់ធញ្ញជាតិ (Seed oils): មានដូចជាប្រេងសណ្តែក (soybean oil) ប្រេង canola

  ២) ខ្លាញ់ពីសំបកផ្លែឈើ (fruit coat fats): មានដូចជាប្រេងដូងប្រេង ប្រេង Olive

  ៣) ប្រេងពីសាច់គ្រាប់ (kernel oils): មានដូចជាប្រេងដូង

៥.៤ អាស៊ីតខ្លាញ់

អាស៊ីតខ្លាញ់មានទម្រង់យ៉ាងសាមញ្ញគឺមានតែពីរផ្នែកប៉ុណ្ណោះគឺរួមមាន៖ បណ្តុំកាបុកស៊ីល និង ខ្សែកាបូន ។

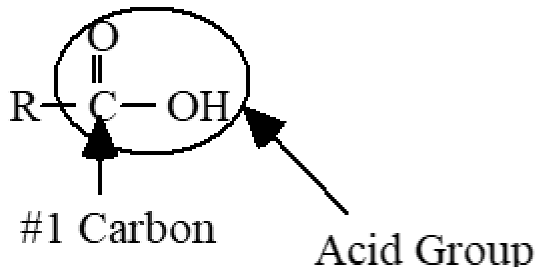
- ដូចក្នុងអាស៊ីតអាមីនេដែរ បណ្តុំកាបុកស៊ីលគឺផ្នែកដែលមានរូបមន្តគីមី COOH ។
- ហើយខ្សែកាបូននិងអាស៊ីតខ្លាញ់អាចជាខ្សែកាបូនដែលរួមមានអាតូមកាបូនតិច ឬអាចជាខ្សែកាបូនដែលមានអាតូមកាបូនចំនួនច្រើននិងបែកខ្នែង ។

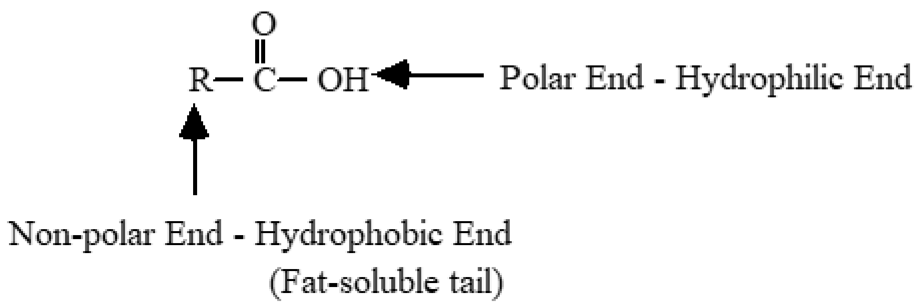
ចំពោះអាតូមកាបូននៅក្នុងម៉ូលេគុលគីមីភាគច្រើនគេតំណាងអាតូមកាបូនដោយជ្រុងឬចំណុចប្រសព្វនៅក្នុងរូបមន្តគីមីនៃម៉ូលេគុល ។ អាស៊ីតខ្លាញ់នីមួយៗខុសគ្នាត្រង់ចំណុចសំខាន់ៗ នោះគឺចំនួនកាបូននៅត្រង់ខ្សែកាបូននិងសម្ព័នគីមីដែលភ្ជាប់អាតូមកាបូននៅក្នុងម៉ូលេគុល (សម្ព័នមួយជាន់)។ អាស៊ីតខ្លាញ់ដែលមានសម្ព័នពីរជាន់ គឺជាផ្នែកដែលមានសម្ព័នពីរជាន់ផ្នែកនោះធ្វើអោយខ្សែកាបូនប្តូរនិងលែងស្ថិតនៅជាខ្សែ បន្ទាត់ត្រង់ទៀតហើយ ។

- សមាសធាតុផ្សំនៃអាស៊ីតខ្លាញ់អាចពណ៌នាបានដោយលេខពីរដែលញែកពីគ្នាដោយសញ្ញាចុចពីរ (:)
- លេខទី១មានន័យថាជាចំនួនអាតូមកាបូននៅក្នុងខ្សែចង្វាក់អាស៊ីតខ្លាញ់ រីឯលេខទី២បញ្ជាក់ពីចំនួននៃសម្ព័ន្ធ២ជាន់

ឧទាហរណ៍៖

- 4:0 គឺជា Butyric acid ដែលលេខទី១ជាលេខ 4 មានន័យថា Butyric acid មានអាតូមកាបូនចំនួន៤ រីឯលេខទី២ ជាលេខ 0 បញ្ជាក់ថា Butyric acid អត់មានសម្ព័ន្ធ២ជាន់
- 18:1 គឺជា Oleic acid ដែលលេខទី១ជាលេខ 18 មានន័យថា Oleic acid មានអាតូមកាបូនចំនួន ១៨ រីឯលេខទី២ ជាលេខ 1 បញ្ជាក់ថា Oleic acid មានសម្ព័ន្ធ២ជាន់ចំនួន១
- ជាធម្មតា ការរាប់ចំនួនអាតូមកាបូនរបស់អាស៊ីត ខ្លាញ់ចាប់ផ្តើមពី Carboxyl carbon





Structures of the major fatty acids

Abbreviated designation	Structure[a]	Common name
14:0		Myristic acid
16:0		Palmitic acid
18:0		Stearic acid
18:1(9)		Oleic acid
18:2(9,12)		Linoleic acid
18:3(9, 12, 15)		Linolenic acid

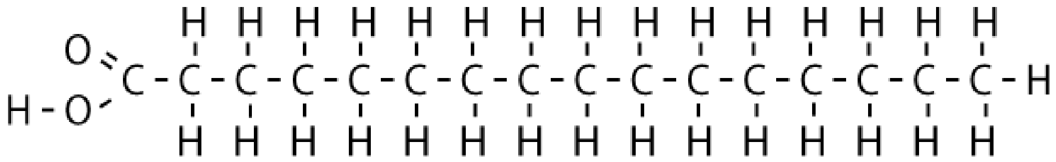
[a] Numbering of carbon atoms starts with carboxyl group-C as number 1.

៥.៤.១ អាស៊ីតខ្លាញ់ឆ្អែត

អាស៊ីតខ្លាញ់ដែលមានផ្ទុកសម្ព័ន្ធគីមីតែមួយ គឺត្រង់ចំណុចទាំងអស់រវាងអាតូមកាបូន ហៅថា អាស៊ីតខ្លាញ់ឆ្អែត (saturated fatty acid) គឺម៉ូលេគុលគ្រប់គ្រាន់មិនងាយនិងធ្វើប្រតិកម្មគីមីជាមួយនិងសារធាតុគីមីផ្សេងទៀតឡើយ។

- ភាគច្រើននៃអាស៊ីតខ្លាញ់ឆ្អែតមានទំរង់ជាខ្សែចង្វាក់ត្រង់ដែលតំរៀបដោយអាតូមកាបូន
- អាស៊ីតខ្លាញ់ដែលមានខ្សែចង្វាក់ខ្លី និងមានទំងន់ម៉ូលេគុលតិច (<14:0)គឺមានជាតុផ្សំ triglyceride នៅក្នុង fat & oil នៃ milk, coconut & palm seed

saturated fatty acid



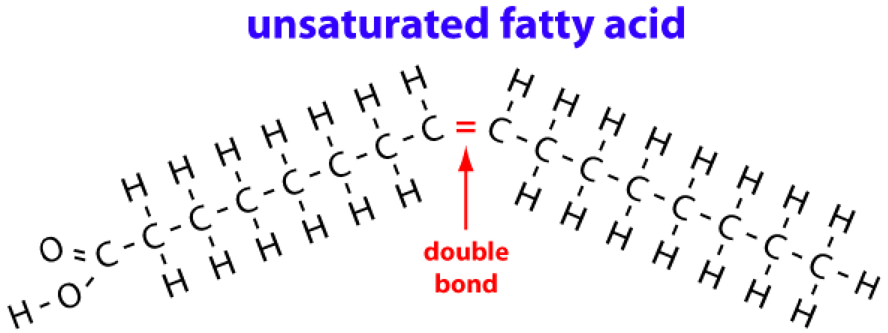
ខ្សែសង្វាក់អាស៊ីតខ្លាញ់ឆ្អែតខ្លះកើតឡើងនៅក្នុងធម្មជាតិ

No. of carbon atoms	Systematic name	Common name	Melting point (°C)	Occurrence
2	*n*-Ethanoic	Acetic	16.7	As alcohol acetates in many plants, and in some plant triacylglycerols. At low levels widespread as salt or thiolester. At higher levels in the ruminant as salt.
3	*n*-Propanoic	Propionic	−22.0	At high levels in the rumen.
4	*n*-Butanoic	Butyric	−7.9	At high levels in the rumen, also in milk fat of ruminants.
6	*n*-Hexanoic	Caproic	−8.0	Milk fat.
8	*n*-Octanoic	Caprylic	12.7	Very minor component of most animal and plant fats. Major component of many milk and some seed triacylglycerols.
10	*n*-Decanoic	Capric	29.6	Widespread as a minor component. Major component of many milk and some seed triacylglycerols.
12	*n*-Dodecanoic	Lauric	42.2	Widely distributed, a major component of some seed fats (e.g. palm kernel or coconut oil).

14	*n*-Tetradecanoic	Myristic	52.1	Widespread; occasionally found as a major component.
16	*n*-Hexadecanoic	Palmitic	60.7	The most common saturated fatty acid in animals, plants and micro-organisms.
18	*n*-Octadecanoic	Stearic	69.6	Major component in animals and some fungi, minor constituent in plants (but major in a few, e.g. cocoa butter).
20	*n*-Eicosanoic	Arachidic	75.4	Widespread minor component, occasionally a major component.
22	*n*-Docosanoic	Behenic	80.0	Fairly widespread as minor component in seed triacylglycerols and plant waxes.

៥.៤.២ អាស៊ីតខ្លាញ់មិនទាន់ឆ្អែត (Unsaturated fatty acids)

អាស៊ីតខ្លាញ់ដែលមានផ្ទុកសម្ព័នគីមី ២ឬ ៣ នៅចំណុចខ្លះវិញខ្សែកាបូនហៅថាអាស៊ីតខ្លាញ់មិនឆ្អែត (Unsaturated fatty acid) ពាក្យថាមិនឆ្អែតមានន័យថាអាតូមកាបូនមានលក្ខណៈមិនសូវមានលំនិងទេដោយវាមានប្រតិកម្មផ្សេងៗជាមួយសារជាតុគីមីផ្សេងៗទៀតអាតូមប្រែក្លាយជាសម្ព័ន១ជាន់ ។



ក. Monoenoic (monounsaturated) fatty acids

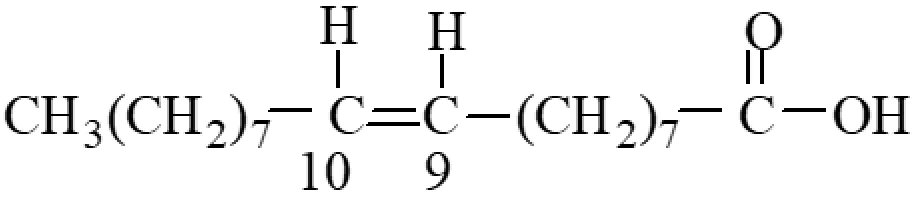
- ក្នុងធម្មជាតិ monoenoic acids មានជាង ១០០ ប្រភេទ ប៉ុន្តែភាគច្រើនជាប្រភេទដ៏កម្របំផុត
- ជាទូទៅ វាមានចំនួនអាតូមកាបូនពី១៦និងមានសម្ព័ន្ធ២ជាន់ចំនួនមួយដែលជា ២២- cis ដែលមានទីតាំង Δ9

អាស៊ីតខ្លាញ់ monoenoic ខ្លះកើតឡើងដោយធម្មជាតិ

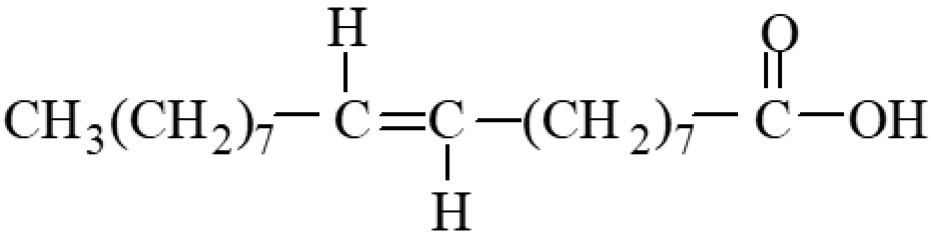
No. of carbon atoms	Systematic name	Common name	Melting point (°C)	Occurrence
16	*trans*-3-hexadecenoic		53	Plant leaves; eukaryotic algae; specifically as component of phosphatidylglycerol in chloroplasts.
16	*cis*-5-hexadecenoic			Ice plant, Bacilli.
16	*cis*-7-hexadecenoic			Algae; higher plants, bacteria.
16	*cis*-9-hexadecenoic	Palmitoleic	1	Widespread: animals, plants, micro-organisms. Major component in some seed oils.
18	*cis*-6-octadecenoic	Petroselenic	33	Found in umbelliferous seed oils.
18	*cis*-9-octadecenoic	Oleic	16	Most common monoenoic fatty acid in plants and animals. Also found in most micro-organisms.
18	*trans*-9-octadecenoic	Elaidic	44	Ruminant fats, hydrogenated margarines.
18	*trans*-11-octadecenoic	*trans*-Vaccenic	44	Found in rumen fats via biohydrogenation of polyunsaturated fatty acids.
18	*cis*-11-octadecenoic	Vaccenic	15	*E. coli* and other bacteria.
20	*cis*-11-eicosenoic	Gondoic	24	Seed oil of rape; fish oils.
22	*cis*-13-docosenoic	Erucic	24	Seed oil of *Cruciferae* (rape, mustard, etc.).

ខ. ***Cis* And *Trans* Fatty Acids**

ពពួកសម្ព័ន្ធពីរជាន់នៅក្នុងអាស៊ីតខ្លាញ់ដែលអាមានលទ្ធភាព Cis និង Trans បាន។ ប៉ុន្តែទម្រង់ Trans ពុំសូវមាននោះទេ។



Cis 9 - Octadecenoic Acid (oleic)

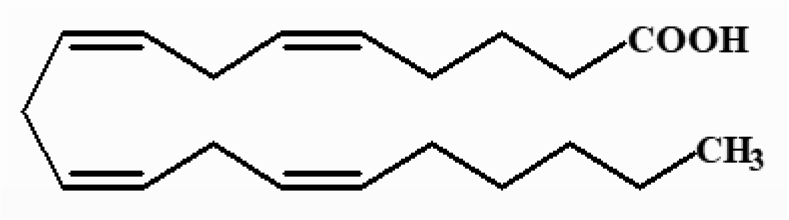


Trans 9 - Octadecenoic Acid (elaidic acid)

រូបភាព *Cis* និង *Trans* នៃអាស៊ីតខ្លាញ់

គ. **Polyenoic (polyunsaturated) fatty acids**

- គ្រប់ Dienoic acid ទាំងអស់ដែលជាកម្លាយ ពី Monoenoic acids ទីតាំងនៃសម្ព័ន្ធ២ជាន់របស់វា បញ្ជាក់ពីតួនាទីរបស់ប្រព័ន្ធគីមីជីវៈ
- សម្ព័ន្ធ២ជាន់របស់ polyenoic acid ញែកពីគ្នាដោយក្រុម methylene



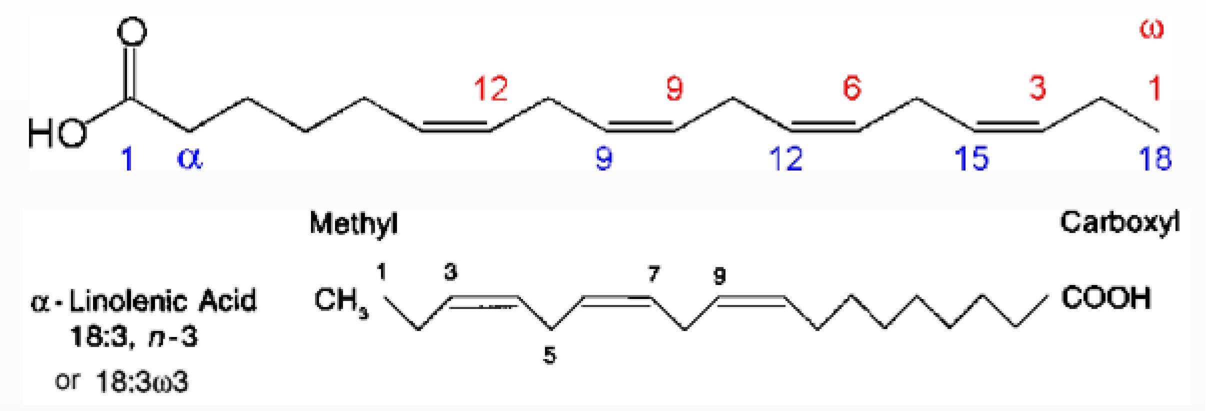
អាស៊ីតខ្លាញ់ **polyunsaturated** ខ្លះកើតឡើងដោយធម្មជាតិ

No. of carbon atoms	Systemic name	Common name	Melting point (°C)	Occurrence
Dienoic acids				
18	*cis,cis*-6,9-octadecadienoic		−11	Minor component in animals.
	cis,cis-9,12-octadecadienoic	Linoleic	−5	Major component in plant lipids. In mammals it is derived only from dietary vegetables, and plant and marine oils.
Trienoic acids (methylene interrupted)				
16	All-*cis*-7,10,13-hexadecatrienoic			Higher plants and algae.
18	All-*cis*-6,9,12-octadecatrienoic	γ-Linolenic		Minor component in animals and some algae. Important constituent of some plants.
	All-*cis*-9,12,15-octadecatrienoic	α-Linolenic	−11	Higher plants and algae, especially as component of galactosyl diacylglycerols.
Trienoic acids (conjugated)				
18	*cis*-9,*trans*-11,*trans*-13-octadecatrienoic	Eleostearic	49	Some seed oils, especially Tung oil.
Tetraenoic acids				
16	All-*cis*-4,7,10,13-hexadecatetraenoic			*Euglena gracilis*
20	All-*cis*-5,8,11,14-eicosatetraenoic	Arachidonic	−49.5	A major component of animal phospholipids. Major component of marine algae and some terrestrial species, such as mosses.
Pentaenoic acids				
20	All-*cis*-5,8,11,14,17-eicosapentaenoic			Major component of marine algae, fish oils.
22	All-*cis*-7,10,13,16,19-docosapentaenoic	Clupanodonic		Animals, especially as phospholipid component. Abundant in fish.
Hexaenoic acids				
22	All-*cis*-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic			Animals, especially as phospholipid component. Abundant in fish.

❖ ការដាក់លេខរៀងអាតូមកាបូន

- ជាទូទៅ ការដាក់លេខអាតូមកាបូនរបស់អាស៊ីតខ្លាញ់ គឺចាប់ផ្តើមពីកាបូនកាបូស៊ីល
- ប៉ុន្តែបើមាន n ឬ ω នោះ ការដាក់លេខអាតូមកាបូន គឺចាប់ផ្តើមពីក្រុមមេទីល។ ឧទាហរណ៍

18:3, n-3 ឬ 18:3ω3



Unsaturated Fatty Acids

Systematic Name	Common Name	Formula	Shorthand Description
Dec-9-enoic		$CH_2{=}CH{\cdot}(CH_2)_7{\cdot}COOH$	10:1
Dodec-9-enoic		$CH_3{\cdot}CH_2{\cdot}CH{=}CH{\cdot}(CH_2)_7{\cdot}COOH$	12:1
Tetradec-9-enoic	Myristoleic	$CH_3{\cdot}(CH_2)_3{\cdot}CH{=}CH{\cdot}(CH_2)_7{\cdot}COOH$	14:1
Hexadec-9-enoic	Palmitoleic	$CH_3{\cdot}(CH_2)_5{\cdot}CH{=}CH{\cdot}(CH_2)_7{\cdot}COOH$	16:1
Octadec-6-enoic	Petroselinic	$CH_3{\cdot}(CH_2)_{10}{\cdot}CH{=}CH{\cdot}(CH_2)_4{\cdot}COOH$	18:1
Octadec-9-enoic	Oleic	$CH_3{\cdot}(CH_2)_7{\cdot}CH{=}CH{\cdot}(CH_2)_7{\cdot}COOH$	18:1
Octadec-11-enoic	Vaccenic	$CH_3{\cdot}(CH_2)_5{\cdot}CH{=}CH{\cdot}(CH_2)_9{\cdot}COOH$	18:1
Octadeca-9:12-dienoic	Linoleic	$CH_3{\cdot}(CH_2)_4{\cdot}(CH{=}CH{\cdot}CH_2)_2{\cdot}(CH_2)_6{\cdot}COOH$	18:2ω6
Octadeca-9:12:15-trienoic	Linolenic	$CH_3{\cdot}CH_2{\cdot}(CH{=}CH{\cdot}CH_2)_3{\cdot}(CH_2)_6{\cdot}COOH$	18:3ω3
Octadeca-6:9:12-trienoic	γ-Linolenic	$CH_3{\cdot}(CH_2)_4{\cdot}(CH{=}CH{\cdot}CH_2)_3{\cdot}(CH_2)_3{\cdot}COOH$	18:3ω6
Octadeca-9:11:13-trienoic	Elaeostearic	$CH_3{\cdot}(CH_2)_3{\cdot}(CH{=}CH)_3{\cdot}(CH_2)_7{\cdot}COOH$	20:3
Eicos-9-enoic	Gadoleic	$CH_3{\cdot}(CH_2)_9{\cdot}CH{=}CH{\cdot}(CH_2)_7{\cdot}COOH$	20:1
Eicosa-5:8:11:14-tetraenoic	Arachidonic	$CH_3{\cdot}(CH_2)_4{\cdot}(CH{=}CH{\cdot}CH_2)_4{\cdot}(CH_2)_2{\cdot}COOH$	20:4ω6
Eicosa-5:8:11:14:17-pentaenoic acid	EPA	$CH_3{\cdot}CH_2{\cdot}(CH{=}CH{\cdot}CH_2)_5{\cdot}(CH_2)_2{\cdot}COOH$	20:5ω3
Docos-13-enoic	Erucic	$CH_3{\cdot}(CH_2)_7{\cdot}CH{=}CH{\cdot}(CH_2)_{11}{\cdot}COOH$	22:1
Docosa-4:7:10:13:16:19-hexaenoic acid	DHA	$CH_3{\cdot}CH_2(CH{=}CH{\cdot}CH_2)_6{\cdot}(CH_2){\cdot}COOH$	22:6ω3

ឃ. សមាសធាតុអាស៊ីតខ្លាញ់

- ច្រវ៉ាក់ខ្លី FA: 4-10 carbon atoms
- ច្រវ៉ាក់មធ្យម FA: 12-14 carbon atoms
- ច្រវ៉ាក់វែង FA: 16 or more carbon atoms

សមាសធាតុអាស៊ីតខ្លាញ់រួមមាន៖

❖ Fruit coat fats

- មានសារជាតុសំខាន់ៗ ដូចជា អាស៊ីតប៉ាល់មីទិច palmitic acid អាស៊ីតអូលេអ៊ិច oleic acid
- ជួនកាល ក៏មានអាស៊ីតលីណូលេអ៊ិច linoleic acid ដែរ

❖ Seed fats

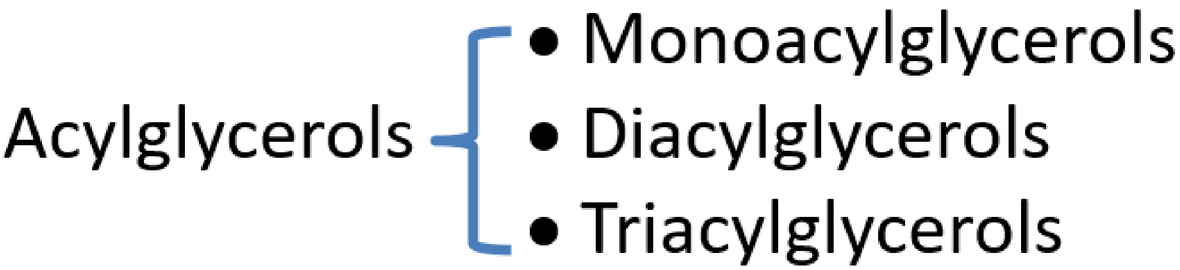
- មានបរិមាណតិចតួចនៃអាស៊ីតខ្លាញ់ឆ្អែត (saturated fatty acids)
- មានដូចជា palmitic acid, oleic acid, linoleic acid, និង linolenic acid
- មានដូចជា palmitic, oleic, linoleic, and linolenic acids
- ប្រេងកាណូឡា (Rapeseed oil) ដែលមាន erucic acid តែវាជំនួសដោយ oleic acid
- ប្រេងសណ្តែក មាន linolenic acid បរិមាណតិចតួច
- ប្រេងផ្កាឈូករ័ត្ន ក៏មាន linolenic acid បរិមាណតិចតួចដែរ

Saturated Even- and Odd-Carbon Numbered Fatty Acids

Systematic Name	*Common Name*	*Formula*	*Shorthand Description*
n-Butanoic	Butyric	$CH_3\cdot(CH_2)_2\cdot COOH$	4:0
n-Hexanoic	Caproic	$CH_3\cdot(CH_2)_4\cdot COOH$	6:0
n-Octanoic	Caprylic	$CH_3\cdot(CH_2)_6\cdot COOH$	8:0
n-Decanoic	Capric	$CH_3\cdot(CH_2)_8\cdot COOH$	10:0
n-Dodecanoic	Lauric	$CH_3\cdot(CH_2)_{10}\cdot COOH$	12:0
n-Tetradecanoic	Myristic	$CH_3\cdot(CH_2)_{12}\cdot COOH$	14:0
n-Hexadecanoic	Palmitic	$CH_3\cdot(CH_2)_{14}\cdot COOH$	16:0
n-Octadecanoic	Stearic	$CH_3\cdot(CH_2)_{16}\cdot COOH$	18:0
n-Eicosanoic	Arachidic	$CH_3\cdot(CH_2)_{18}\cdot COOH$	20:0
n-Docosanoic	Behenic	$CH_3\cdot(CH_2)_{20}\cdot COOH$	22:0
n-Pentanoic	Valeric	$CH_3\cdot(CH_2)_3\cdot COOH$	5:0
n-Heptanoic	Enanthic	$CH_3\cdot(CH_2)_5\cdot COOH$	7:0
n-Nonanoic	Pelargonic	$CH_3\cdot(CH_2)_7\cdot COOH$	9:0
n-Undecanoic	—	$CH_3\cdot(CH_2)_9\cdot COOH$	11:0
n-Tridecanoic	—	$CH_3\cdot(CH_2)_{11}\cdot COOH$	13:0
n-Pentadecanoic	—	$CH_3\cdot(CH_2)_{13}\cdot COOH$	15:0
n-Heptadecanoic	Margaric	$CH_3\cdot(CH_2)_{15}\cdot COOH$	17:0

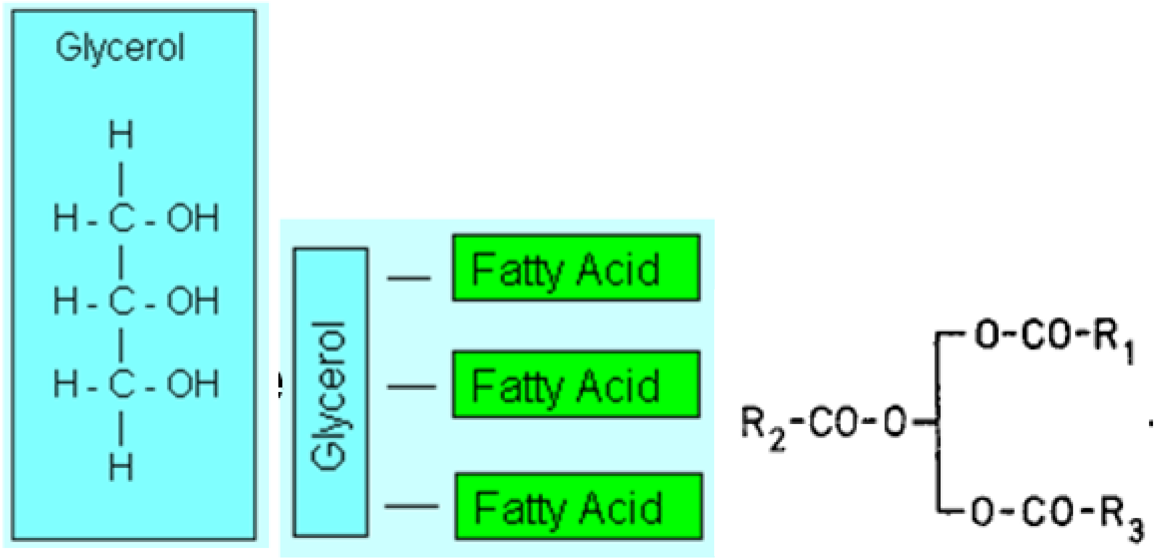
ង. អេស៊ីលគ្លីសេរ៉ុល (Acylglycerols)

ខ្លាញ់ ឬប្រេងដែលអាចបរិភោគបានមាន Triacylglycerols ស្ទើរតែទាំងអស់។



ច. ទ្រីយ៉ាស៊ីលគ្លីសេរ៉ុល (Triacylglycerols)

- ទ្រីយ៉ាស៊ីលគ្លីសេរ៉ុលផ្សំឡើងពីគ្លីសេរ៉ុល និង អាស៊ីតខ្លាញ់។
- ខ្លាញ់និងប្រេងកើតឡើងពីទ្រីយ៉ាស៊ីលគ្លីសេរ៉ុល



❖ **មុខងាររបស់យ៉ាស៊ីលគ្លីសេរ៉ុល**

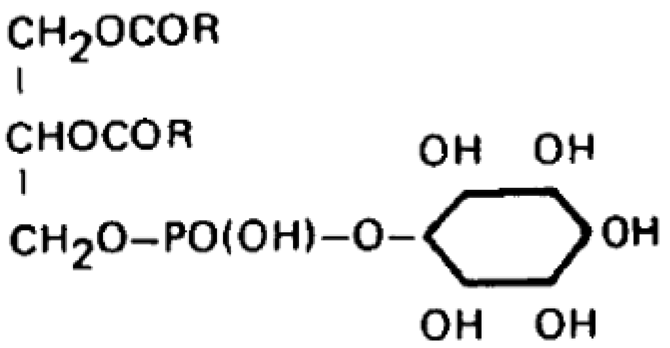
- ប្រភពថាមពល៖ 9 kcals ក្នុងមួយក្រាម
- ទម្រង់នៃថាមពលដែលបានរក្សាទុកនៅក្នុងជាលិកា adipose ។
- តំបន់អ៊ីសូឡង់និងការការពារ
- កន្លែងផ្ទុកវីតាមីនរលាយជាតិខ្លាញ់
- លក្ខណៈពិសេសនៃរសជាតិនៅក្នុងអាហារ។

ឆ. Mono- and Diacylglycerols

- កើតមានក្នុងខ្លាញ់ ឬប្រេងដែលអាចបរិភោគបាន ឬក្នុងអាហារឆៅ
- មានបរិមាណតិចតួច
- បរិមាណរបស់វាអាចកើនឡើងដោយសារ ប្រតិកម្ម Hydrolases ក្នុងពេល food storage or processing.

ជ. ផូស្វ័រលីពីត (Phospholipids)

ផូស្វ័រលីពីត គឺជាបណ្សំនៃអាស៊ីតខ្លាញ់ចំនួន ២ ភ្ជាប់ទៅនិងគ្លីសេរីនព្រមទាំងភ្ជាប់ទៅនឹងបណ្តុំអាស៊ីតផូស្វ័រិច ចំនួនមួយ (Phosphoric acid) ។



Phosphoinositides

ផូស្វ័រលីពីតចែកចេញជា២ ផ្នែកគឺះ

- ផ្នែកដែលអាស៊ីតខ្លាញ់ងាយរលាយក្នុងខ្លាញ់ ។
- ចំណែកបណ្តុំអាស៊ីតផូស្វ័រិច ជាផ្នែកដែលងាយរលាយនៅក្នុងទឹក។

❖ **មុខងាររបស់ផូស្វ័រលីពីត**

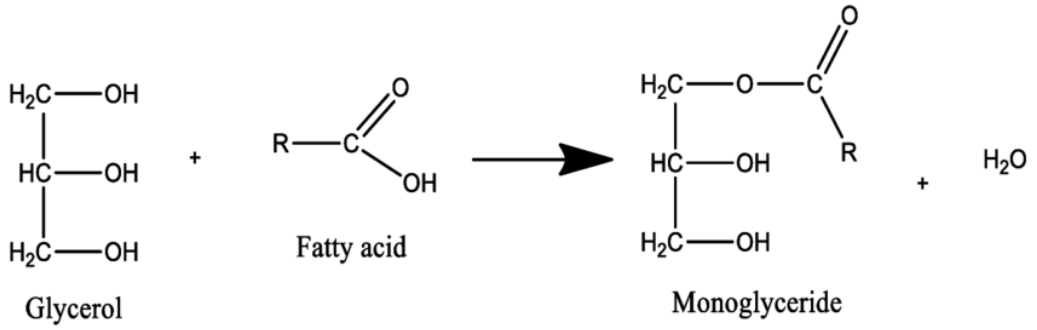
- សមាសធាតុនៃភ្នាសកោសិកា
- ផ្តល់ការដឹកជញ្ជូន lipid
- Emulsifier

❖ **ប្រភពនៃផូស្វ័រលីពីត**

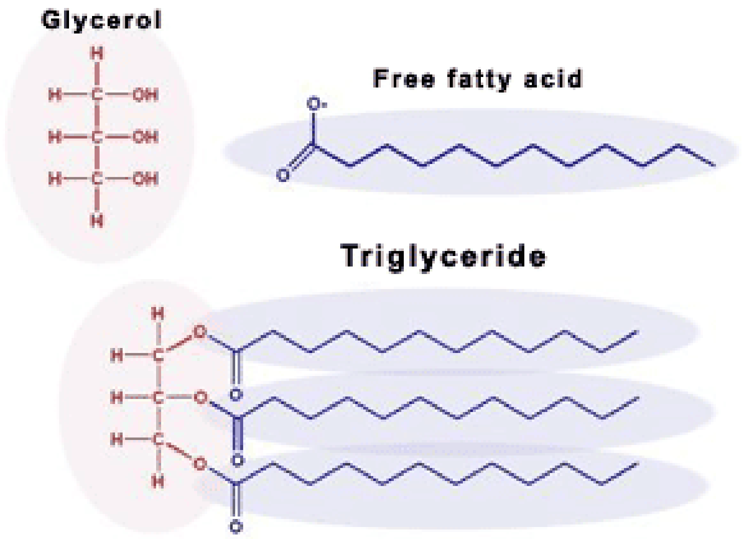
សម្បូរនៅក្នុង ស៊ុតលឿង ថ្លើមសណ្តែកសៀង និងសណ្តែកដី។

ឈ. ម៉ូណូគ្លីសេរីត

ម៉ូណូគ្លីសេរីត គឺអាស៊ីតខ្លាញ់ចំនួនមួយភ្ជាប់និងសារធាតុមួយផ្សេងទៀតហៅថាគ្លីសេរីនឬគ្លីសេរុល (Glycerin and Glycerol)។ ការតភ្ជាប់គ្នាអាស៊ីតខ្លាញ់គ្លីសេរីន គឺជាការកកើតសម្ព័នគីមីរវាងផ្នែក បណ្តុំកាបុកស៊ីល(COOH)នៃអាស៊ីតខ្លាញ់ជាមួយបណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីត (OH) គ្លីសេរីន បង្កើតបានជាម៉ូលេគុល ម៉ូណូគ្លីសេរីត។ ហើយអ៊ីយ៉ុងនិងមានប្រតិកម្មជាមួយ OH ដែលបានពីគ្លីសេរីនបង្កើតបានជាម៉ូលេគុល H_2O ។



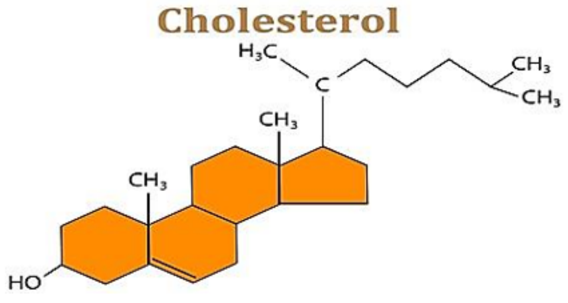
❖ គ្លីសេរីនជាម៉ូលេគុលដែលមានទំហំតូចដោយបានមានឆ្អឹងគោលនៃម៉ូលេគុលជាខ្សែរកាបូនហើយខ្សែរកាបូននោះរួមមាន ៖ អាតូមកាបូនចំនួន៣ ភ្ជាប់គ្នាដោយខ្សែ១ជាន់ហើយក៏មានបណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលចំនួន៣ ភ្ជាប់ទៅនិងឆ្អឹងគោលដែលជាខ្សែកាបូននោះ ។ ផ្នែកនៃគ្លីសេរីនដែលនឹងចូលរួមសកម្មក្នុងប្រតិកម្មផ្សេងៗនោះគឺ បណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីល ។ អាស៊ីតខ្លាញ់ចំនួន៣ មានប្រតិកម្មជាមួយគ្លីសេរីន បង្កើតបានជាទ្រីគ្លីសេរីន ។

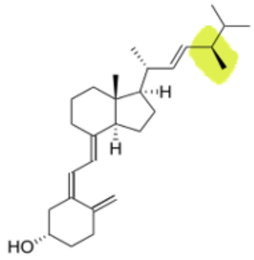


ទ្រីគ្លីសេរីនមិនអាចស្រូបទៅក្នុងភ្នាស់ពោះវៀន បានទេគឺវាត្រូវបំបែកទៅជា ម៉ូណូគ្លីសេរីន ជាមុនសិនដោយវាត្រូវឆ្លងកាត់ប្រតិកម្មកាត់ផ្តាច់សម្ព័នគីមីដោយអង់ស៊ីមម្យ៉ាងឈ្មោះថាលីប៉ាស (Lipase)។

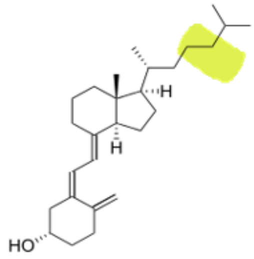
ញ. កូឡេស្តេរ៉ុល(Cholesterols)

កូឡេស្តេរ៉ុល គឺជាស្តេរ៉ូអ៊ីត។ នៅក្នុងថនិសត្វ កូឡេស្តេរ៉ុលជាសារធាតុនៃពពួក steroid hormone ។





Ergocalciferol (Vitamin D2)



Cholecalciferol (Vitamin D3)

❖ **តួនាទីរបស់**

- សមាសធាតុនៃភ្នាសកោសិកា
- ភ្នាក់ងារនៃសារធាតុផ្សេងៗ
  - ✓ អរម៉ូនភេទ
  - ✓ អរម៉ូន Adrenal
  - ✓ វីតាមីនD
  - ✓ អាស៊ីតទឹកប្រមាត់

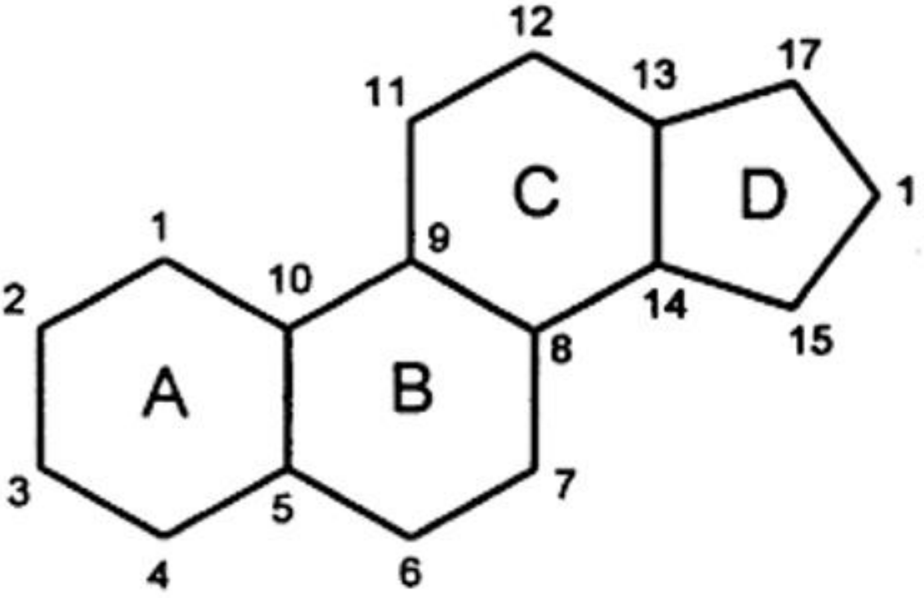
❖ សំយោគ

ការផលិតជាចម្បងនៅក្នុងថ្លើម។

❖ ប្រភពរបស់វាមាននៅក្នុង សាច់សរីរាង្គល្អបំផុតដូចជា ក្រលៀន សាច់គោ ថ្លើមគោ និងខួរក្បាលសាច់គោ ស៊ុត មាន់ និងទឹកដោះម្តាយ។

ដ. ស្តេរ៉ូអ៊ីត (steroids)

ស្តេរ៉ូអ៊ីត រលាយក្នុងអង្គធាតុរំលាយលីពីត ដោយលក្ខណនៃភាពរលាយរបស់វាដូចទៅនឹងលីពីត។ វាមានរាងជារង្វង់ Cyclo-pentano phenanthrene ដែលអាតូមកាបូន១៧ ជាមូលដ្ឋានគ្រឹះ។

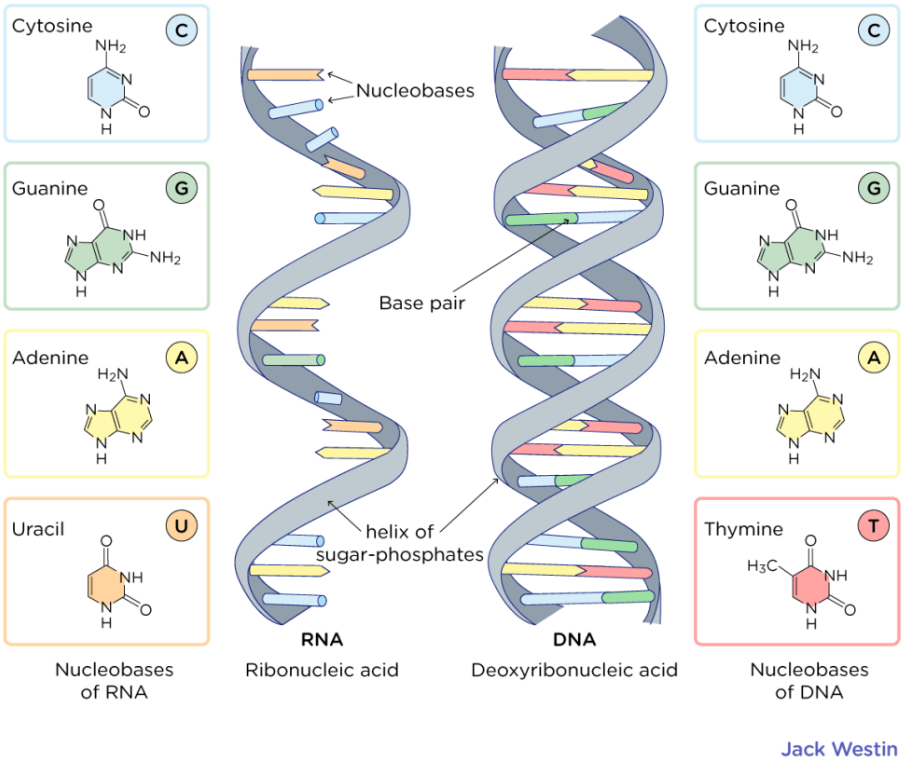

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
17
1
A
B
C
D

ជំពូកទី ៦
អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច

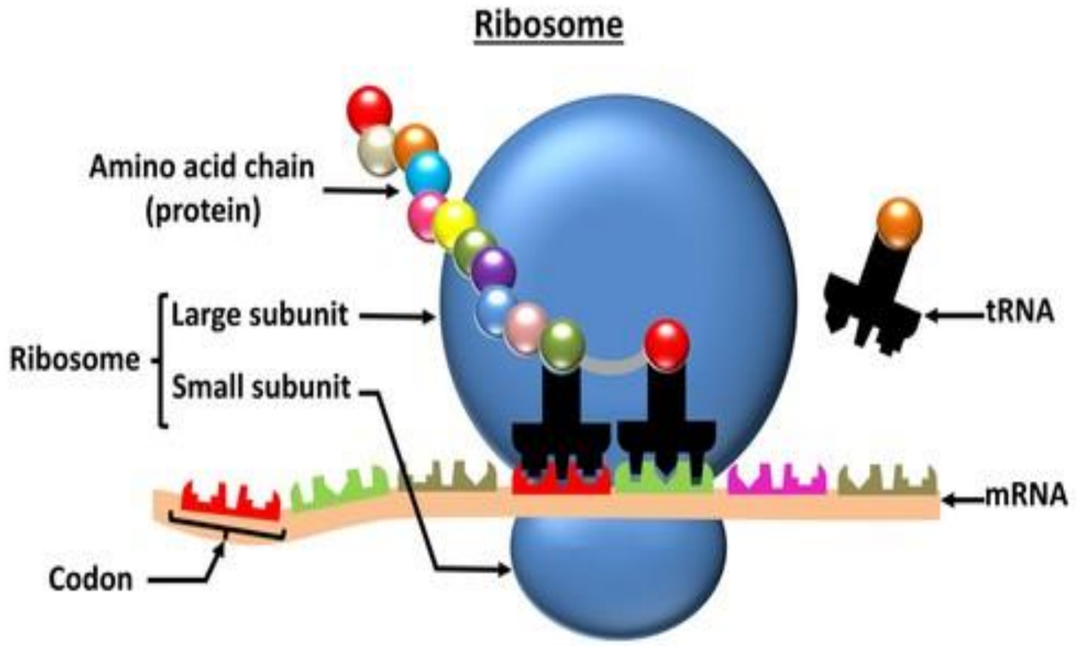
៦.១ នុយក្លេអូទីត និងអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច

៦.១.១ នុយក្លេអូទីត (Nucleotides) Nucleosides និង Bases

- អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច (Nucleic acids) មាន ២ ប្រភេទគឺ
  - ➢ អាស៊ីតដេអុកស៊ីរីបូនុយក្លេអ៊ិច [Deoxyribonucleic acid (DNA)]
  - ➢ អាស៊ីតរីបូនុយក្លេអ៊ិច [Ribonucleic acid (RNA)]



- DNA ផ្តល់នូវទិសដៅសម្រាប់ការចម្លងព័ត៌មាន
- DNA សំយោគដោយផ្ទាល់ នៃ messenger RNA (mRNA)
- DNA ត្រួតពិនិត្យការសំយោគប្រូតេអ៊ីន
- ការសំយោគប្រូតេអ៊ីន (Protein synthesis) កកើតឡើងនៅលើរីបូសូម (Ribosomes)



❖ អាស៊ីតរីបូនុយក្លេអ៊ិច [Ribonucleic acid (RNA)] មាន ៣ គឺ៖ ARNm, ARNt និងARNr ។

ADN ជាប៉ូលីមែនៃនុយក្លេអូទីត។ ចំណែក ARN ជាអាស៊ីតរីបូនុយក្លេអូទីតដែលមានជាតុបង្គស្រដៀង ADN តែមានលក្ខណៈខុសគ្នាមួយចំនួន។ ADN និង ARNm មានលក្ខណៈខុសគ្នា និងដូចគ្នាដូចជា៖

➢ មានលក្ខណៈដូចគ្នាត្រង់៖

- បង្កឡើងពី អាស៊ីតផូស្វ័រិច ស្កដេរអុកស៊ីរីបូស និងបាសអាសូត ។

➢ លក្ខណៈខុសគ្នា៖

✓ DNA

- កើតពីច្រវ៉ាក់នុយក្លេអូទីត២ខ្សែ
- ស្កដេរអុកស៊ីរីបូស
- ផ្ទុកកព័ត៏មានសេនេទិចសម្រាប់សំយោគចេញជា ARNm
- ម៉ាសម៉ូលេគុលធំ
- មានបាសអាសូត T
- ប្រវែងវែងជាង
- អង្កត់មួយរបស់ ADN កំណត់សំយោគដោយ ARNm មួយប្រភេទ
- មាននុយក្លេអូទីតច្រើន (រាប់ម៉ឺន រាប់លាន)។

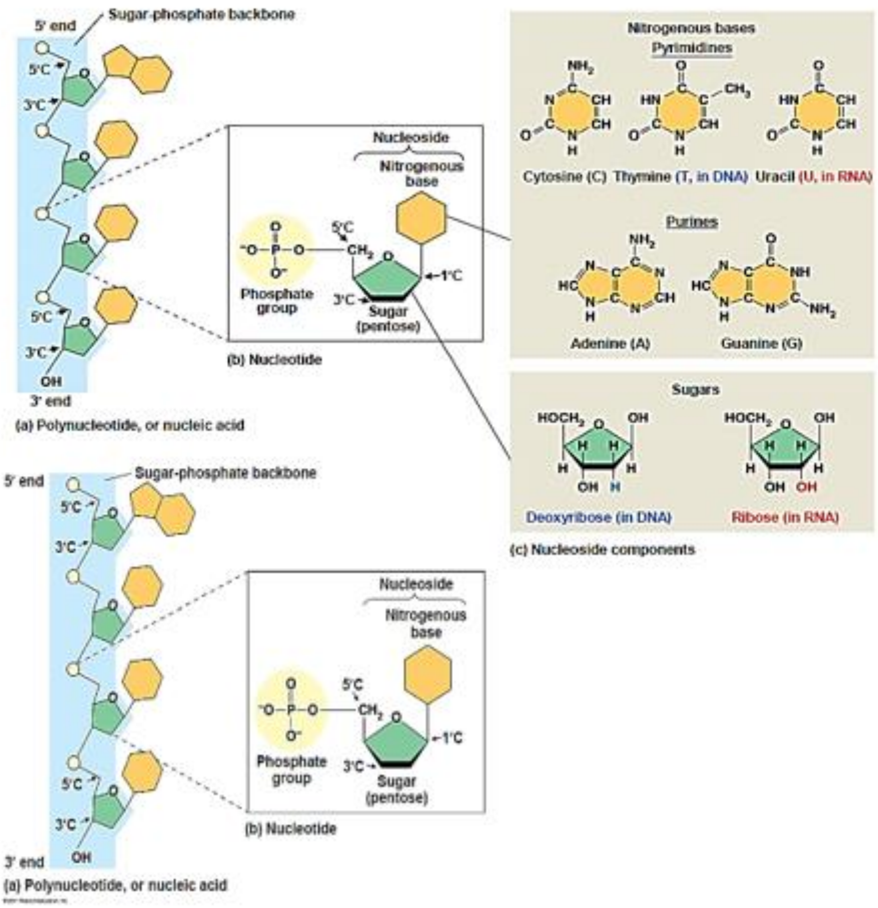
✓ ARNm

- កើតពីច្រវ៉ាក់នុយក្លេអូទីត១ខ្សែរ
- ស្កររីបូស

- ARNm ចម្លងផ្ទុកព័ត៌មានសេនេទិចសម្រាប់សំយោគចេញពី AND
- ម៉ាសម៉ូលេគុលតូច
- មានបាសអាសូត U
- ប្រវែងខ្លីជាង
- ARNm កំណត់សំយោគដោយ ADN មួយប្រភេទ
- មាននុយក្លេអូទីតតិចជាង (រាប់រយ-រាប់ពាន់)

សមាសធាតុផ្សំនៃ Nucleic Acids

- Nucleic acids មានប៉ូលីម៉ែរ (polymers) ហៅថា **ប៉ូលីនុយក្លេអូទីត (polynucleotides)**
- Polynucleotide នីមួយៗ គឺបង្កើតឡើងដោយម៉ូណូម៉ែរ (monomers) ហៅថា **នុយក្លេអូទីត (nucleotides)**
- Nucleotide នីមួយៗ ផ្សំឡើងដោយ បាសអាសូតមួយ(nitrogenous base), ស្ករបិនតូសមួយ (pentose sugar), និង ក្រុមផូស្វាត (phosphate groups) មួយ ឬពីរ
- ផ្នែកនៃ nucleotide មួយ ដែលគ្មានក្រុមផូស្វាត គឺហៅថា នុយក្លេអូស៊ីត (nucleoside)



❖ បាសនៃនុយក្លេអូទីតត្រូវបានបែងចែកជាពីរ គឺ Purines និង Pyrimidines ដោយផ្អែកលើរចនាសម្ព័ន្ធនៃ អាសូត។

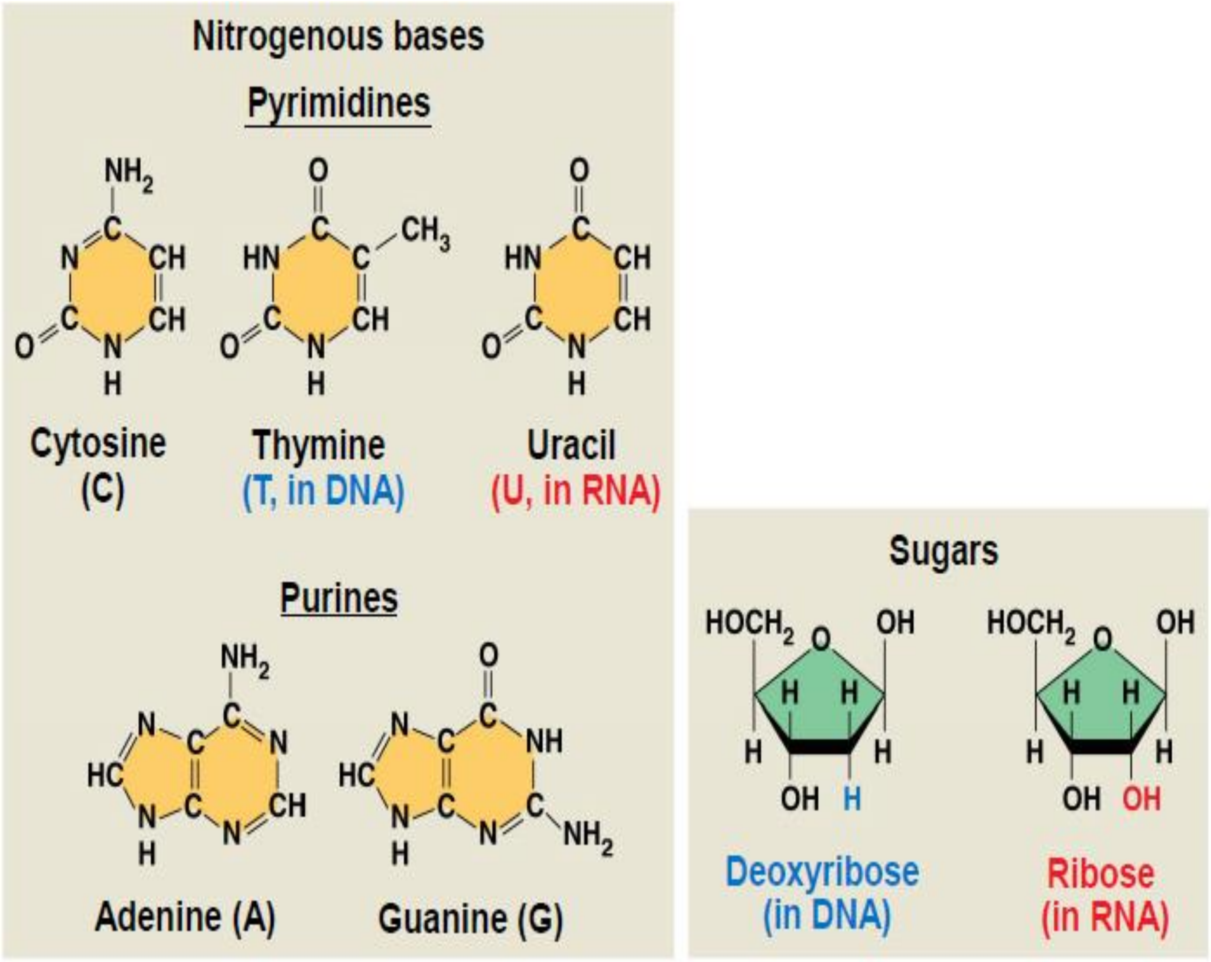
➢ Purines រួមមាន៖

- អាឌីនីន(Adenine)
- ហ្គីនីន(Guanine)

➢ Pyrimidines រួមមាន៖

- ទីនីន(Thymine)
- ស៊ីតូស៊ីន(Cytosine)
- អ៊ុយរ៉ាស៊ីន(Uracil)

នៅក្នុង RNA អ៊ុយរ៉ាស៊ីន(Uracil) ត្រូវបានជំនួសដោយ ទីនីន(Thymine)។



(c) Nucleoside components

© 2011 Pearson Education, Inc.

• នៅក្នុង DNA, គឺមានម៉ូលេគុលស្ករ deoxyribose; នៅក្នុង RNA, មានម៉ូលេគុលស្ករ ribose
Nucleotide = nucleoside + phosphate group

❖ ប្រភេទនៃនុយក្លេអូទីតដែលមានក្រុមផូស្វ័ត(Phosphate)តែមួយ៖

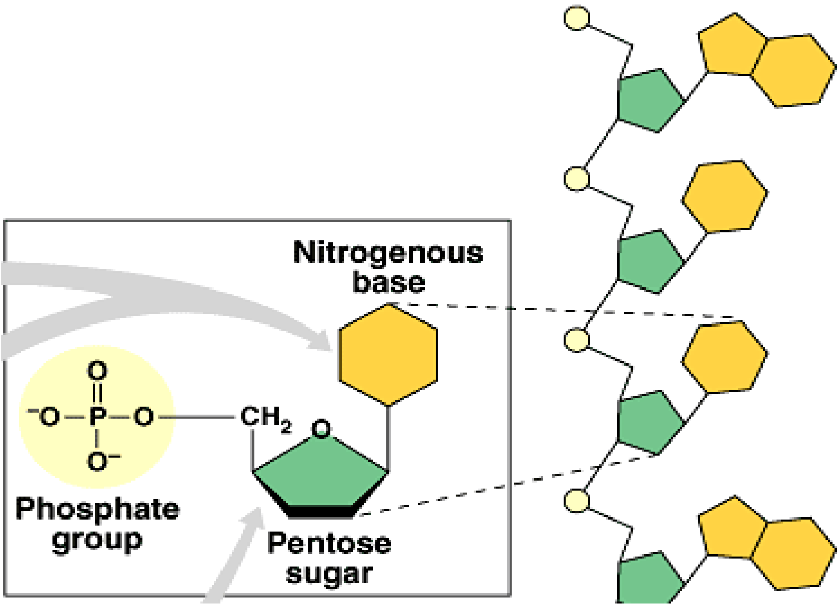
- adenosine monophosphate (AMP)
- guanosine monophosphate (GMP)
- cytidine monophosphate (CMP)
- uridine monophosphate (UMP)
- cyclic adenosine monophosphate (cAMP)
- cyclic guanosine monophosphate (cGMP)
- cyclic cytidine monophosphate (cCMP)
- cyclic uridine monophosphate (cUMP)
- deoxyadenosine monophosphate (dAMP)
- deoxy guanosine monophosphate (dGMP)
- deoxtcytidine monophosphate (dCMP)
- (deoxy)thymidine monophosphate (dTMP)

❖ ប្រភេទនៃនុយក្លេអូទីតដែលមានក្រុមផូស្វ័ត(Phosphate)ពីរ៖

- adenosine diphosphate (ADP)
- guanosine diphosphate (GDP)
- cytidine diphosphate (CDP)
- uridine diphosphate (UDP)
- deoxyadenosine diphosphate (dADP)
- deoxyguanosine diphosphate (dGDP)
- deoxycytidine diphosphate (dCDP)
- (deoxy)thymidine diphosphate (dTDP)

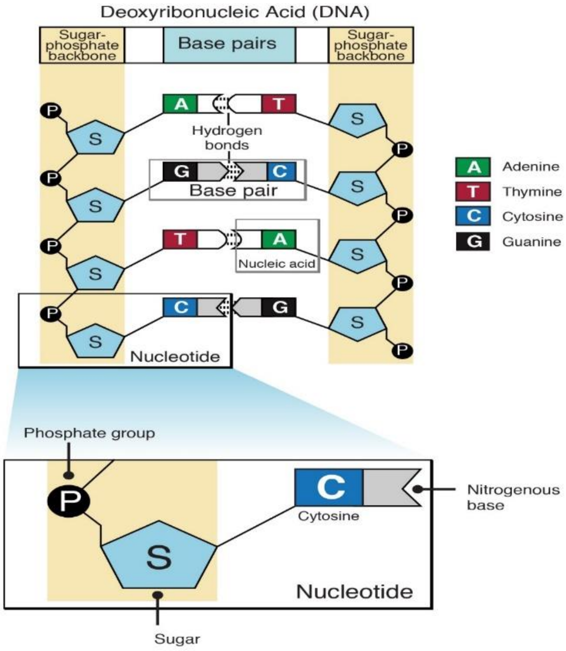
❖ ប្រភេទនៃនុយក្លេអូទីតដែលមានក្រុមផូស្វ័ត(Phosphate)បី៖

- adenosine triphosphate (ATP)
- guanosine triphosphate (GTP)
- cytidine triphosphate (CTP)
- uridine triphosphate (UTP)
- deoxyadenosine triphosphate (dATP)
- deoxyguanosine triphosphate (dGTP)
- deoxycytidine triphosphate (dCTP)
- (deoxy)thymidine triphosphate (dTTP)



៦.២ ទម្រង់គីមីនៃអាស៊ីតដេអុកស៊ីរីបូនុយក្លេអ៊ិច និងអាស៊ីតរីបូនុយក្លេអ៊ិច

អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច(Nucleic acid) គឺជាប៉ូលីមែរបស់នុយក្លេអូទីតដែលភ្ជាប់គ្នាជាមួយសម្ព័ន្ធ ផូស្វូឌីអេស្ទែ ដោយក្រុមនៃផូស្វាតដែលជាសមាសធាតុនៃសម្ព័ន្ធ នឹងភ្ជាប់គ្នារវាងក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលនៅតំណែងទី៥ នៃនុយក្លេអូទីតម៉ូលេ២គុលជាមួយនឹងក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលនៅតំណែងទី៣ នៃម៉ូលេគុលបន្ទាប់ ធ្វើឱ្យនុយក្លេអូទីតមានសមាសធាតុនៃគ្រោងជាផូស្វាតនិងស្ករ ដែលមានខ្នែងចំហៀងជាបាសអាចបែងចែកបានជា DNA និង RNA។



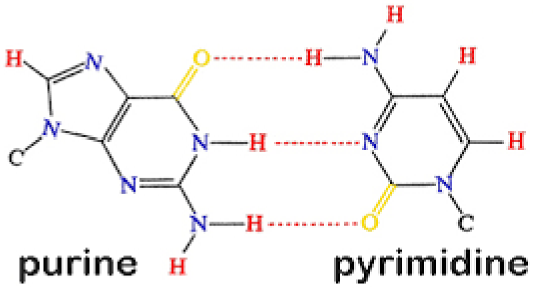
Nucleic polymer

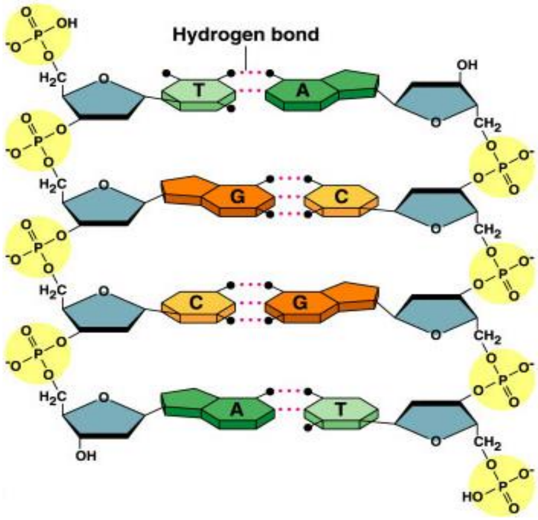
- Backbone
  - sugar to PO_4 bond
  - phosphodiester bond
    - new base added to sugar of previous base
    - polymer grows in one direction
  - Nbaseshangoffthe

    sugar-phosphate backbone

Pairing of nucleotides

- Nucleotides bond between DNA strands: **H bonds**
  - purine :: pyrimidine
  - A :: T
    - 2 H bonds
  - G :: C
    - 3 H bonds





តារាងក្រមសេនេទិច

អក្សរទីមួយ		អក្សរទីពីរ U	អក្សរទីពីរ C	អក្សរទីពីរ A	អក្សរទីពីរ G	អក្សរទីបី
	U	UUU, UUC } ផេនីល អាឡានីន; UUA, UUG } លឺស៊ីន	UCU, UCC, UCA, UCG } សេរីន	UAU, UAC ទីរ៉ូស៊ីន; UAA, UAG } កូដុងឈប់	UGU, UGC } ស៊ីស្តេអ៊ីន; UGA កូដុងឈប់; UGG ទ្រីបតូផាន	U C A G
	C	CUU, CUC, CUA, CUG } លឺស៊ីន	CCU, CCC, CCA, CCG } ប្រូលីន	CAU, CAC } ហ៊ីស្ទីឌីន; CAA, CAG } គ្លុយតាមីន	CGU, CGC, CGA, CGG } អាស៊ីនីន	U C A G
	A	AUU, AUC, AUA } អ៊ីសូលឺស៊ីន; AUG មេត្យូនីន	ACU, ACC, ACA, ACG } ត្រេអូនីន	AAU, AAC } អាស្ប៉ារ៉ាស៊ីន; AAA, AAG } លីស៊ីន	AGU, AGC } សេរីន; AGA, AGG } អាស៊ីនីន	U C A G
	G	GUU, GUC, GUA, GUG } វ៉ាលីន	GCU, GCC, GCA, GCG } អាឡានីន	GAU, GAC } អាស៊ីត អាស្ប៉ាទិច; GAA, GAG } អាស៊ីត គ្លុយតាមិច	GGU, GGC, GGA, GGG } គ្លីស៊ីន	U C A G

តារាងនេះផ្តល់លទ្ធភាពបន្សំនុយក្លេអូទីត 3 ៗក្នុងចំណោមនុយក្លេអូទីត 4 បែបរបស់ ARN_m

Coat protein initiation codon

– AGC – AUG–

GCU – UCU – AAC – UUU – ACU – CAG – UUC – GUU – CUC – GUC – GAC – AAU – GGC – GGA – ACU – GGC – GAC – GUG – ACU – GUC – GCC – CCA – AGC – AAC – UUC –
Ala Ser Asn Phe Thr Gln Phe Val Leu Val Asp Asn Gly Gly Thr Gly Asp Val Thr Val Ala Pro Ser Asn Phe
1 5 10 15 20 25

GCU – AAC – GGG – GUC – GCU – GAA – UGG – AUC – AGC – UCU – AAC – UCG – CGU – UCA – CAG – GCU – UAC – AAA – GUA – ACC – UGU – AGC – GUU – CGU – CAG –
Ala Asn Gly Val Ala Glu Trp Ile Ser Ser Asn Ser Arg Ser Gln Ala Tyr Lys Val Thr Cys Ser Val Arg Gln
30 35 40 45 50

AGC – UCU – GCG – CAG – AAU – CGC – AAA – UAC – ACC – AUC – AAA – GUC – GAG – GUG – CCU – AAA – GUG – GCA – ACC – CAG – ACU – GUU – GGU – GGU – GUA –
Ser Ser Ala Gln Asn Arg Lys Try Thr Ile Lys Val Glu Val Pro Lys Val Ala Thr Gln Thr Val Gly Gly Val
55 60 65 70 75

GAG – CUU – CCU – GUA – GCC – GCA – UGG – CGU – UCG – UAC – UUA – AAU – AUG – GAA – CUA – ACC – AUU – CCA – AUU – UUC – GCU – ACG – AAU – UCC – GAC –
Glu Leu Pro Val Ala Ala Trp Arg Ser Tyr Leu Asn Met Glu Leu Thr Ile Pro Ile Phe Ala Thr Asn Ser Asp
80 85 90 95 100

UGC – GAG – CUU – AUU – GUU – AAG – GCA – AUG – CAA – GGU – CUC – CUA – AAA – GUA – GGA – AAC – CCG – AUU – CCC – UCA – GCA – AUC – GCA – GCA – AAC –
Cys Glu Leu Ile Val Lys Ala Met Gln Gly Leu Leu Lys Asp Gly Asn Pro Ile Pro Ser Ala Ile Ala Ala Asn
105 110 115 120 125

UCC – GGC – AUC – UAC – UAA – UAG – ACG – CCG – GCC – AUU – CAA – ACA – UGA – GGA –
Ser Gly Ile Tyr
129

Tandem *ochre* and *amber* termination codons (UAA – UAG)

Opal termination codon (UGA)

៦.៣ តួនាទីនៃអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច

៦.៣.១ ការស្តុកទុកនូវព័ត៌មាន (Stores information)

– blueprint សម្រាប់ new cells

– blueprint សម្រាប់ next generation

៦.៣.១ ការបញ្ជូននូវព័ត៌មាន (transfers information)

– សែន (Genes)

– ប្លង់ (blueprint) សម្រាប់សាងសង់ប្រូតេអ៊ីន

» DNA → RNA → proteins

បណ្ណាល័យសាស្ត្រ

វិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ (២០១២) សៀវភៅណែនាំស្ដីពីឧបករណ៍ពិសោធន៍៖ មន្ទីរពិសោធន៍វិទ្យាសាស្ត្រ

David L. Nelson and Michael M. Cox (2004) Lehninger principles of biochemistry. 4th edition.

Hiram F. Gilbert (2000) Basic concepts in biochemistry. 2nd edition.

J. L. Jain; Sunjay Jain and Nitin Jain (2005) Fundamentals of Biochemistry. S. Chand & Company Ltd. New Delhi.

Rodney Boyer (2012) Biochemistry laboratory: modern theory and techniques. 2nd edition.

William L. Masterton and Cecile N. Hurley (2009) Chemistry: Principles and Reactions. 6th edition.