প্যারালাল TEXT

(For HSC & Pre-Admission)

উদ্ভিদবিজ্ঞান

অধ্যায়-০৩ : কোষ রসায়ন

সার্বিক ব্যবস্থাপনায়
উদ্ভাস বায়োলজি টিম

প্রচ্ছদ
মোঃ রাকিব হোসেন

অক্ষর বিন্যাস
ইলিয়াস ও রেজাউল

অনুপ্রেরণা ও সহযোগিতায়
মাহমুদুল হাসান সোহাগ
মুহাম্মদ আবুল হাসান লিটন

কৃতজ্ঞতা
উদ্ভাস-উন্মেষ-উত্তরণ
শিক্ষা পরিবারের সকল সদস্য

প্রকাশনায়
উদ্ভাস একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

প্রকাশকাল
প্রথম প্রকাশ: জানুয়ারি, ২০২৩ ইং
সর্বশেষ সংস্করণ: অক্টোবর, ২০২৩ ইং

অনলাইন পরিবেশক
rokomari.com

Fixed Price
১৪০/-
(একশত চল্লিশ টাকা মাত্র)

কপিরাইট © উদ্ভাস

সমস্ত অধিকার সংরক্ষিত। এই বইয়ের কোনো অংশই প্রতিষ্ঠানের লিখিত অনুমতি ব্যতীত ফটোকপি, রেকর্ডিং, বৈদ্যুতিক বা যান্ত্রিক পদ্ধতিসহ কোনো উপায়ে পুনরুৎপাদন বা প্রতিলিপি, বিতরণ বা প্রেরণ করা যাবে না। এই শর্ত লঙ্ঘিত হলে উপযুক্ত আইনি ব্যবস্থা গ্রহণ করা হবে।

প্রিয় শিক্ষার্থী বন্ধুরা,

তোমরা শিক্ষা জীবনের একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপে পদার্পণ করেছো। মাধ্যমিকের পড়াশুনা থেকে উচ্চ মাধ্যমিকের পড়াশুনার ধাঁচ ভিন্ন এবং ব্যাপক। মাধ্যমিক পর্যন্ত যেখানে 'বোর্ড বই'-ই ছিল সব, সেখানে উচ্চ-মাধ্যমিকে বিষয়ভিত্তিক নির্দিষ্ট কোন বই নেই। কিন্তু বাজারে বোর্ড অনুমোদিত বিভিন্ন লেখকের অনেক বই পাওয়া যায়। একারণেই শিক্ষার্থীরা পাঠ্যবই বাছাইয়ের ক্ষেত্রে দ্বিধায় ভোগে। এছাড়া, মাধ্যমিকের তুলনায় উচ্চ-মাধ্যমিকে সিলেবাস বিশাল হওয়া সত্ত্বেও প্রস্তুতির জন্য খুবই কম সময় পাওয়া যায়। জীবনের অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ এই ধাপের শুরুতেই দ্বিধা-দ্বন্দ্ব থেকে মুক্তি দিতে আমাদের এই Parallel Text। উচ্চ মাধ্যমিক পর্যায়ে শিক্ষার্থীদের হতাশার একটি মুখ্য কারণ থাকে পাঠ্যবইয়ের তাত্ত্বিক আলোচনা বুঝতে না পারা। এজন্য শিক্ষার্থীদের মাঝে বুঝে বুঝে পড়ার প্রতি অনীহা তৈরি হয়। তারই ফলস্বরূপ শিক্ষার্থীরা HSC ও বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তি পরীক্ষায় ভালো ফলাফল করতে ব্যর্থ হয়।

তোমাদের লেখাপড়াকে আরও সহজ ও প্রাণবন্ত করে তোলার বিষয়টি মাথায় রেখে আমাদের Parallel Text বইগুলো সাজানো হয়েছে সহজ-সাবলীল ভাষায়, অসংখ্য বাস্তব উদাহরণ, গল্প, কার্টুন, চিত্র ও Flowchart দিয়ে; যা টপিকের বাস্তব প্রয়োগ সম্পর্কে ধারণা দেয়ার পাশাপাশি পরবর্তী টপিকগুলোও বুঝতে সাহায্য করবে। তোমাদের বোঝার সুবিধার জন্য গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা, বৈশিষ্ট্য, পার্থক্য ইত্যাদি নির্দেশকের মাধ্যমে আলাদা করা হয়েছে। এছাড়াও যেসব বিষয়ে সাধারণত ভুল হয়, সেসব বিষয় 'সতর্কতা'র মাধ্যমে দেখানো হয়েছে।

তবে শুধু বুঝতে পারাটাই কিন্তু যথেষ্ট নয়, তার পাশাপাশি দরকার পর্যাপ্ত অনুশীলন। আর এই বিষয়টি আরও সহজ করতে প্রতিটি অধ্যায়ের কয়েকটি টপিক শেষে যুক্ত করা হয়েছে 'টপিকভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান'। যার মধ্যে বিগত বোর্ড পরীক্ষার পাশাপাশি রয়েছে মেডিকেল, ডেন্টাল ও ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়সহ বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়ের ভর্তি পরীক্ষার প্রশ্ন ও সমাধান। এভাবে ধাপে ধাপে অনুশীলন করার ফলে তোমরা বোর্ড পরীক্ষার শতভাগ প্রস্তুতির পাশাপাশি ভর্তি পরীক্ষার প্রস্তুতিও নিতে পারবে এখন থেকেই। এছাড়াও অধ্যায় শেষে রয়েছে 'গুরুত্বপূর্ণ প্র্যাক্টিস প্রবলেম' যা অনুশীলনের মাধ্যমে তোমাদের প্রস্তুতি পূর্ণাঙ্গ হবে।

আশা করছি, আমাদের এই Parallel Text একই সাথে উচ্চ মাধ্যমিকে তোমাদের বেসিক গঠনে সহায়তা করে HSC পরীক্ষায় A+ নিশ্চিত করবে এবং ভবিষ্যতে মেডিকেল ও বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তিযুদ্ধের জন্য প্রস্তুত রাখবে।

তোমাদের সার্বিক সাফল্য ও উজ্জ্বল ভবিষ্যত কামনায়-

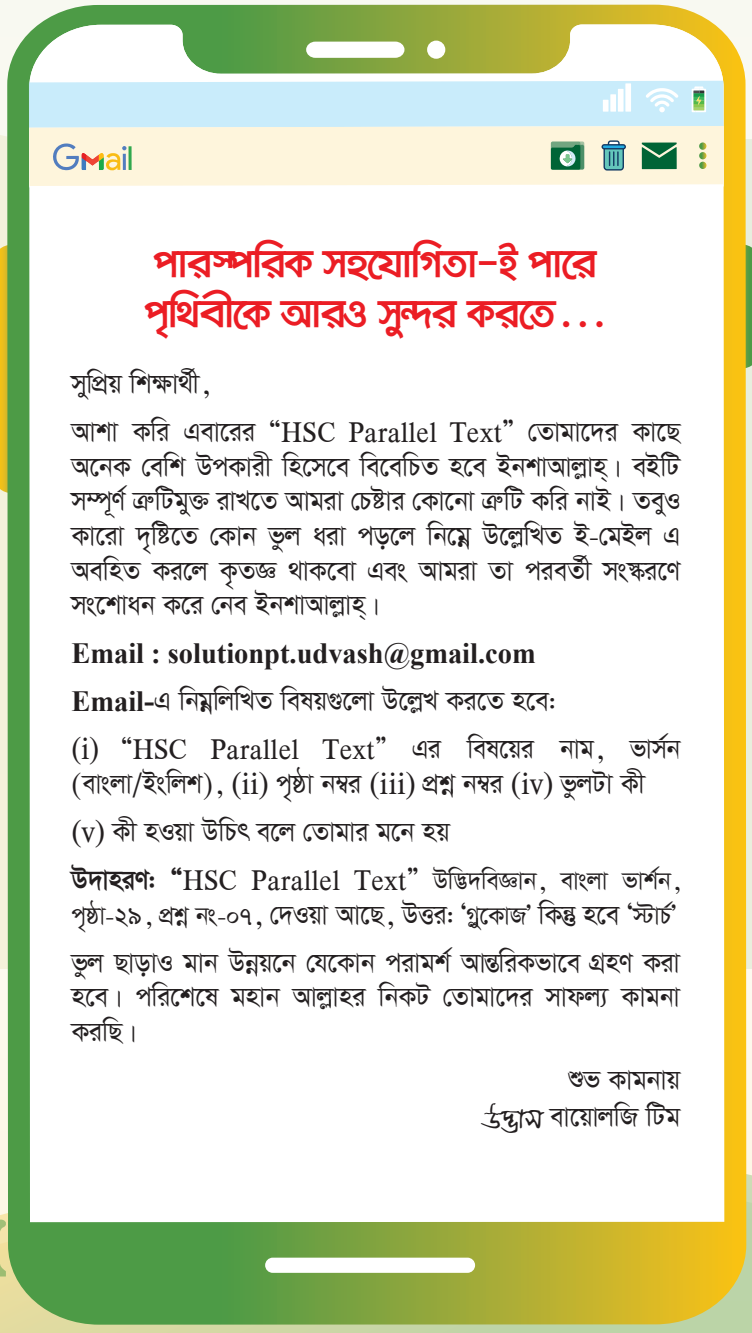
উদ্ভাস বায়োলজি টিম

সূচিপত্র

উদ্ভিদবিজ্ঞান

অধ্যায়-০৩ : কোষ রসায়ন

ক্র.নং	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
০১	কার্বোহাইড্রেট বা শর্করা	০২
০২	কার্বোহাইড্রেট (শর্করার) প্রকারভেদ	০৬
০৩	টপিকভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান	২৯
০৪	অ্যামিনো এসিড	৩২
০৫	প্রোটিন	৩৭
০৬	টপিকভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান	৪৬
০৭	লিপিড	৪৮
০৮	লিপিড এর প্রকারভেদ	৫২
০৯	টপিকভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান	৬১
১০	এনজাইম বা উৎসেচক	৬৩
১১	টপিকভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান	৭৪
১২	গুরুত্বপূর্ণ প্র্যাক্টিস প্রবলেম (MCQ & CQ)	৭৫



পারস্পরিক সহযোগিতা-ই পারে পৃথিবীকে আরও সুন্দর করতে...

সুপ্রিয় শিক্ষার্থী,

আশা করি এবারের "HSC Parallel Text" তোমাদের কাছে অনেক বেশি উপকারী হিসেবে বিবেচিত হবে ইনশাআল্লাহ্। বইটি সম্পূর্ণ ত্রুটিমুক্ত রাখতে আমরা চেষ্টার কোনো ত্রুটি করি নাই। তবুও কারো দৃষ্টিতে কোন ভুল ধরা পড়লে নিম্নে উল্লেখিত ই-মেইল এ অবহিত করলে কৃতজ্ঞ থাকবো এবং আমরা তা পরবর্তী সংস্করণে সংশোধন করে নেব ইনশাআল্লাহ্।

Email : solutionpt.udvash@gmail.com

Email-এ নিম্নলিখিত বিষয়গুলো উল্লেখ করতে হবে:

(i) "HSC Parallel Text" এর বিষয়ের নাম, ভার্সন (বাংলা/ইংলিশ), (ii) পৃষ্ঠা নম্বর (iii) প্রশ্ন নম্বর (iv) ভুলটা কী

(v) কী হওয়া উচিৎ বলে তোমার মনে হয়

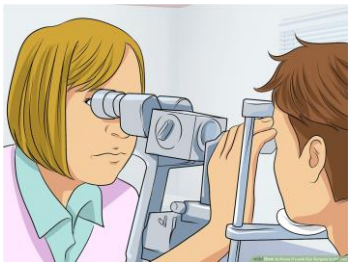
উদাহরণ: "HSC Parallel Text" উদ্ভিদবিজ্ঞান, বাংলা ভার্শন, পৃষ্ঠা-২৯, প্রশ্ন নং-০৭, দেওয়া আছে, উত্তর: 'গ্লুকোজ' কিন্তু হবে 'স্টার্চ'

ভুল ছাড়াও মান উন্নয়নে যেকোন পরামর্শ আন্তরিকভাবে গ্রহণ করা হবে। পরিশেষে মহান আল্লাহর নিকট তোমাদের সাফল্য কামনা করছি।

শুভ কামনায়
উদ্ভাস বায়োলজি টিম

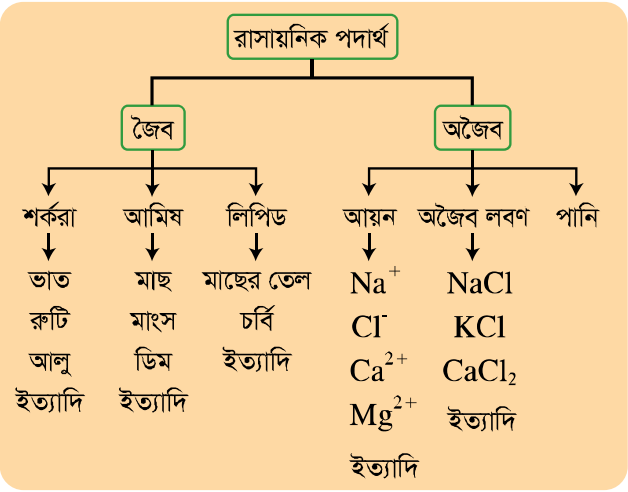
অধ্যায় ০৩

কোষ রসায়ন



কালাম সাহেব ইদানিং চোখে খুব কম দেখছেন, দূরের সব জিনিসই তার কাছে ঝাপসা লাগছে। ডাক্তারের কাছে গেলে ডাক্তার পরীক্ষা করে বললেন তার চোখে ছানি হয়েছে এবং এজন্য অস্ত্রোপচার করতে হবে। কালাম সাহেবের কলেজ পড়ুয়া ছেলে সায়েমের চিকিৎসাবিজ্ঞান নিয়ে অনেক কৌতূহল। অস্ত্রোপচারের পর সে ডাক্তারকে জিজ্ঞেস করল, "চোখের ছানিতে তো চোখের লেন্স ঝাপসা হয়ে যায়, তাহলে কি আপনি বাবার চোখের লেন্স পরিবর্তন করে দিয়েছেন?" ডাক্তার যা উত্তর দিল তা ছিল সায়েমের চিন্তারও বাহিরে। আমরা যে মাছ- মাংস খাই যাতে কিনা প্রোটিন থাকে, এমনই এক প্রোটিন জাতীয় পদার্থের সাহায্যে নাকি এই অস্ত্রোপচার করা হয়েছে। চলো তাহলে সায়েমের এই কৌতূহল নিবারণ করতে কোষ রসায়নের বর্ণিল এই অধ্যায়ে প্রবেশ করি।

আমাদের দেহে বিভিন্ন ধরনের রাসায়নিক পদার্থ আছে। এ সকল রাসায়নিক পদার্থ আবার ২ ধরনের। যেমন: জৈব এবং অজৈব। জৈব পদার্থের মধ্যে রয়েছে শর্করা, আমিষ, স্নেহ ইত্যাদি। অজৈব পদার্থের মধ্যে বিভিন্ন আয়ন, অজৈব লবণ, পানি ইত্যাদি অন্যতম। এর মধ্যে কোষের প্রোটোপ্লাজমের ৬০-৯০ ভাগই আবার পানি।



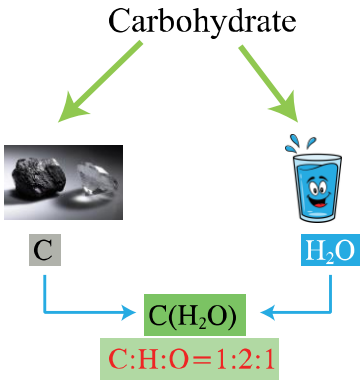
জীবনে অত্যাবশ্যকীয় এলিমেন্ট (উপাদান) ৯২ টি। ৯২ টি এলিমেন্টের মধ্যে জীবের ৯৬% বস্তুই O_2, C, H_2 ও N_2 দ্বারা গঠিত। অন্যান্য এলিমেন্ট Ca, P, K, S, Na, Cl, Mg অল্প পরিমাণে থাকে।

কার্বোহাইড্রেট বা শর্করা

গ্রীষ্মের এক তপ্ত দুপুরে মাহিন ও সায়েম ফুটবল খেলে সায়েমের বাসায় ফিরলো। তাদের শরীর খুব ক্লান্ত ছিল বলে তারা ঠান্ডা পানিতে চিনি গুলে এক গ্লাস করে খেয়ে নিল। এর কিছুক্ষণ পরেই সায়েমের মা তাদের ভাত খেতে বসিয়ে দিলেন আর মাহিন দেখল টেবিলের অপর দিকে সায়েমের দাদী খাচ্ছে চিড়া। তো খাওয়া শেষ করে যখন ওরা সায়েমের রুমে ফিরে আসল তখন সায়েম মাহিনের দিকে একটি অন্যরকম প্রশ্ন ছুড়ে দিল। সে বলল,
"তুমি কি জান, এই যে চিনি, চিড়া কিংবা ভাত সবগুলো আসলে একই মৌল দিয়ে গঠিত?'
এটি শুনে মাহিন খুব অবাক হলো।
চলো তাহলে সায়েমের এই কথা বিশ্লেষণ করা যাক।
ঐ চিনি, চিড়া কিংবা ভাত সবই আসলে কার্বোহাইড্রেট। কার্বোহাইড্রেট আসলে কী? আচ্ছা নাম দেখে একটু একটু ধারণা করা যাচ্ছে না? কার্বোহাইড্রেট এর 'কার্বো' এসেছে কার্বন থেকে আর হাইড্রেট এসেছে পানি (H_2O) থেকে। তাহলে, আমরা ধারণা করতে পারছি যে কার্বোহাইড্রেটে কার্বন (C), হাইড্রোজেন (H), অক্সিজেন (O) থাকবে। এই তিনটি মৌল কী যেকোনো অনুপাতেই থাকতে পারবে? নাকি শর্করা হতে হলে এদের কোনো বিশেষ অনুপাত প্রয়োজন?
চলো আমরা আমাদের পরিচিত কতগুলো শর্করার রাসায়নিক সংকেত দেখে নেই।

শর্করা	রাসায়নিক সংকেত	C:H:O অনুপাত
গ্লুকোজ	$C_6H_{12}O_6$	6:12:6 = 1:2:1
ফ্রুক্টোজ	$C_6H_{12}O_6$	6:12:6 = 1:2:1
রাইবোজ	$C_5H_{10}O_5$	5:10:5 = 1:2:1

তুমি কি খেয়াল করেছো এইমাত্র যাদেরকে আমরা শর্করা বললাম সেই গ্লুকোজ, ফ্রুক্টোজ ও রাইবোজে কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের অনুপাত C:H:O = 1:2:1? এই বিষয়টি অনেক বছর আগে মানুষ খেয়াল করেছিল এবং এরপর থেকে তারা শর্করা বলতে এমন রাসায়নিক যৌগগুলোকে বুঝাতো যারা এই C:H:O = 1:2:1 অনুপাত মেনে চলে। অর্থাৎ সেই যৌগগুলোকে শর্করা বলা হত যাদের স্থূল সংকেত $(CH_2O)_n$, তখন শর্করার মূলভিত্তি ধরা হতো $(CH_2O)_n$ কে।
যেমন: $n = 6$ হলে $(CH_2O) \times 6 = C_6H_{12}O_6$ যা গ্লুকোজ বা ফ্রুক্টোজকে বোঝাত।
এখন তুমি $(CH_2O)_n$ এর দিকে ভালো করে তাকালে দেখতে পাবে 1 টি C পরমাণুর সাথে 1 অণু পানি (H_2O) যোগ করে CH_2O তৈরি করা যায় যা শর্করাজাতীয় যৌগসমূহের মূল ভিত্তি। কোন অণু বা পরমাণুর সাথে পানি (H_2O) যোগ করাকে বলা হয় হাইড্রেশন (hydration) এবং উৎপন্ন নতুন যৌগকে বলা হয় হাইড্রেট (hydrate)। তাহলে বলা যায় C ও H_2O মিলে CH_2O তৈরি হওয়ার সময় কার্বনের হাইড্রেশন হয়েছে এবং CH_2O কে বলা যায় কার্বনের হাইড্রেট বা hydrates of carbon. আবার CH_2O শর্করার গাঠনিক ভিত্তি তাই শর্করাকেই hydrates of carbon বলা যায়। Hydrates of carbon কেই সংক্ষেপে বলা হয় Carbohydrate. একারণেই শর্করাকে বলা হয় কার্বোহাইড্রেট।



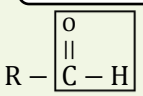
কিন্তু ঝামেলা বাঁধল সুক্রোজ, ফরমালডিহাইড, অ্যাসিটিক অ্যাসিডসহ আরও কিছু যৌগ নিয়ে। চলো এদের সংকেতও দেখে আসি।

যৌগ	যৌগের প্রকৃতি	রাসায়নিক সংকেত	C:H:O অনুপাত
সুক্রোজ	শর্করা	$C_{12}H_{22}O_{11}$	12:22:11
ফরমালডিহাইড	অ্যালডিহাইড	HCHO	1:2:1
অ্যাসিটিক অ্যাসিড	জৈব অ্যাসিড	CH_3COOH	2:4:2 = 1:2:1

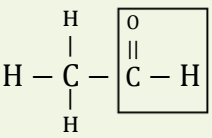
উপরের ছক থেকে দেখা যাচ্ছে সুক্রোজ এক ধরনের শর্করা হওয়া সত্ত্বেও এটা C:H:O=1:2:1 নিয়ম মানে না। আবার ফরমালডিহাইড, অ্যাসিটিক অ্যাসিড C:H:O=1:2:1 নিয়ম মানা সত্ত্বেও এরা শর্করা নয়। ফরমালডিহাইড এক ধরনের অ্যালডিহাইড, অ্যাসিটিক অ্যাসিড এক ধরনের জৈব অ্যাসিড।

তাহলে নিশ্চয় এতক্ষণে বুঝে গেছো, $C:H:O = 1:2:1$ অনুপাত মানলেই কোন যৌগ শর্করা হয়ে যাবে অথবা এই অনুপাত না মানলে কোন যৌগ শর্করা হতে পারবে না এই নিয়মটি পুরোপুরি সঠিক নয়। তাহলে শর্করার আসল সংজ্ঞা কী? শর্করার আসল সংজ্ঞা জানার আগে আমাদেরকে অ্যালডিহাইড $(-CHO)$, কিটোন $(-CO-)$ ও হাইড্রোক্সিল $(-OH)$ মূলক সম্পর্কে জানা লাগবে। চলো এদের গঠন দেখে নেই।

জেনে রাখো

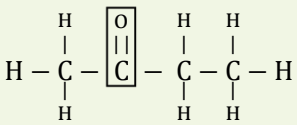


অ্যালডিহাইড গ্রুপ



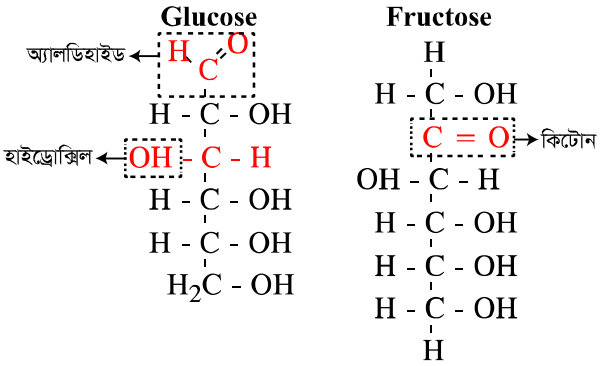
CH_3CHO
ইথান্যাল (অ্যালডিহাইড)

কিটোন গ্রুপ



$CH_3COOCH_2CH_3$
বিউটানোন (কিটোন)

এতক্ষণ আমরা গ্লুকোজ, ফ্রুক্টোজ ও রাইবোজ এর আণবিক সংকেত দেখছিলাম। এখন চলো আমরা এদের গাঠনিক সংকেত দেখি।



গ্লুকোজ, রাইবোজের সংকেতের দিকে তাকালে তুমি একদম ওপরে একটি অ্যালডিহাইড $(-CHO)$ মূলক দেখতে পাবে। আর নিচে অনেকগুলো হাইড্রোক্সিল $(-OH)$ মূলক দেখতে পাবে। 'অনেক' শব্দটিকে গ্রীক ভাষায় Poly (পলি) বলা হয়। তাই অনেকগুলো হাইড্রোক্সিল গ্রুপকে পলিহাইড্রোক্সি বলা যেতে পারে। যেহেতু গ্লুকোজ ও রাইবোজে একটি করে অ্যালডিহাইড মূলক ও অনেকগুলো হাইড্রোক্সিল মূলক আছে তাই গ্লুকোজ ও রাইবোজকে পলিহাইড্রোক্সি অ্যালডিহাইড বলা যেতে পারে।

এখন ফ্রুক্টোজের দিকে তাকাও। দেখতে পাবে দুই নাম্বার কার্বনে একটি কিটোন মূলক আছে। আর নিচে গ্লুকোজ এর মতই অনেকগুলো হাইড্রোক্সিল মূলক আছে। যেহেতু ফ্রুক্টোজ এর একটি কিটোন মূলক ও অনেকগুলো হাইড্রোক্সিল মূলক আছে তাই ফ্রুক্টোজকে পলিহাইড্রোক্সি কিটোন বলা যেতে পারে।

শর্করা হিসেবে আমরা এতক্ষণ গ্লুকোজ, রাইবোজ, ফ্রুক্টোজের গঠন দেখছিলাম। গঠন পর্যবেক্ষণ করে দেখলাম গ্লুকোজ ও রাইবোজ পলিহাইড্রোক্সি অ্যালডিহাইড এবং ফ্রুক্টোজ পলিহাইড্রোক্সি কিটোন। তাই শর্করার আধুনিক সংজ্ঞা হিসেবে আমরা বলতে পারি –

পলিহাইড্রোক্সি অ্যালডিহাইড বা পলিহাইড্রোক্সি কিটোন অথবা এদের থেকে উদ্ভূত যৌগকে শর্করা বা কার্বোহাইড্রেট বলে।

কখনো কখনো দেখা যায় শর্করার সাথে শর্করা নয় এমন ছোট যৌগ মূলক বা পরমাণু যুক্ত হয়ে নতুন একটি শর্করা জাতীয় যৌগ তৈরি করে। যেহেতু নতুন এই যৌগগুলো শর্করা বা কার্বোহাইড্রেট থেকে তৈরি হয় তাই এদেরকে কার্বোহাইড্রেট ডেরিভেটিভ (carbohydrate derivative) বলা হয় (derivative মানে উদ্ভূত বা কোন কিছু থেকে তৈরি হয়েছে এমন)। কার্বোহাইড্রেট ডেরিভেটিভও এক ধরনের কার্বোহাইড্রেট। তাই সবশেষে বলা যায় যে কার্বোহাইড্রেট হল পলিহাইড্রোক্সি অ্যালডিহাইড বা পলিহাইড্রোক্সি কিটোন বা এদের ডেরিভেটিভ (derivative)।

গ্লুকোজ	+	অ্যামিনো গ্রুপ	⟶	গ্লুকোসামিন
কার্বোহাইড্রেট		নন কার্বোহাইড্রেট		কার্বোহাইড্রেট ডেরিভেটিভ

কার্বোহাইড্রেটের উৎস

(i) প্রধান উৎস হলো উদ্ভিদ। উদ্ভিদে সেলুলোজ ও স্টার্চরূপে কার্বোহাইড্রেট থাকে। অধিকাংশ উদ্ভিদের শুকনো ওজনের ৫০-৮০ ভাগ কার্বোহাইড্রেট থাকে।

(ii) প্রাণিদেহের যকৃত, পেশি ও দুধে যথাক্রমে গ্লাইকোজেন, ল্যাকটিক অ্যাসিড ও ল্যাকটোজেনরূপে কার্বোহাইড্রেট সঞ্চিত থাকে।

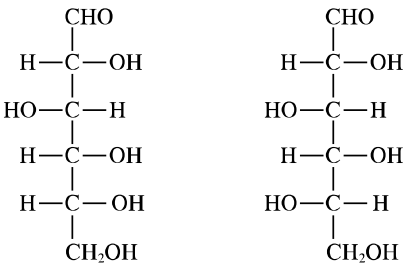
কার্বোহাইড্রেটের বৈশিষ্ট্য

- সায়েম চিনি খেতে খুব ভালোবাসে আর এজন্য সে মাঝেমাঝেই পানিতে চিনি গুলে খায়। কেন ভালোবাসে জিজ্ঞেস করা হলে সে বললো চিনি খেতে মিষ্টি। কিন্তু ভাত (স্টার্চ) খেতে কী মিষ্টি লাগে? অবশ্যই না। এ ঘটনা থেকে আমরা বুঝতে পারলাম কিছু কার্বোহাইড্রেট স্বাদে মিষ্টি আবার কিছু স্বাদহীন।
- আবার চিনি যেমন দানাদার, স্টার্চ কী দানাদার? স্টার্চ, সেলুলোজ এসব তো তন্তুময়। অর্থাৎ, আমরা আরেকটা বৈশিষ্ট্য পেলাম কিছু কার্বোহাইড্রেট দানাদার আবার কিছু তন্তুময়।
- আবার দেখো চিনির শরবতে চিনি গলে যাবে কিন্তু ভাত কি পানিতে একদম গুলিয়ে ফেলা সম্ভব? তাহলে বলা যায়, চিনি পানিতে দ্রবণীয়, অপরদিকে স্টার্চের শরবত বানাতে দেখেছো কখনো? স্টার্চ পানিতে অদ্রবণীয়। সুতরাং, কিছু কার্বোহাইড্রেট পানিতে দ্রবণীয় আবার কিছু অদ্রবণীয়।
- পূর্বেই আমরা জেনে এসেছি কার্বোহাইড্রেট হলো পলিহাইড্রোক্সি অ্যালডিহাইড। পলিহাইড্রোক্সি তাই কার্বোহাইড্রেটে $-OH$ গ্রুপ বিদ্যমান। রসায়ন ২য় পত্রের জৈব রসায়নে আমরা জেনে এসেছি অ্যালকোহলের সাথে জৈব এসিডের বিক্রিয়ায় এস্টার উৎপন্ন হয়।

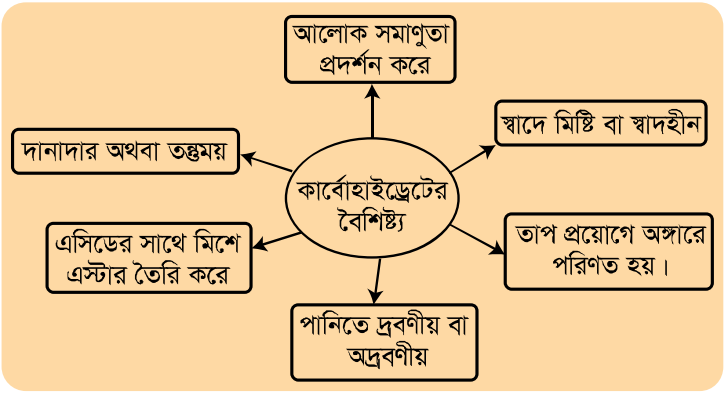
$$R-OH+R-COOH \rightarrow R-COO-R+H_2O$$

কার্বোহাইড্রেট এসিডের সাথে মিলে এস্টার গঠন করে।

- আলোক সমাণুতা কী তোমাদের জানা আছে? যে সকল যৌগ এক-সমতলীয় আলোকে ভিন্ন দিকে ঘুরায় তাদেরকে পরস্পরের আলোক সমাণু বলে। কার্বোহাইড্রেট সমূহ মূলত আলোক সমাণুতা প্রদর্শন করে। (এই আলোক সমাণুতা নিয়ে তোমরা একটু পরেই বিস্তারিত জানতে পারবে)।
- কাঠ যখন আগুনে পোড়ানো তখন অবশ্যই দেখেছো কাঠ পুড়ে কালো কয়লায় পরিণত হচ্ছে। এভাবেই অধিক তাপে কার্বোহাইড্রেট অঙ্গারে বা কার্বনে (এক্ষেত্রে কয়লায়) পরিনত হয়।



D-গ্লুকোজ L-গ্লুকোজ



কার্বোহাইড্রেটের কাজ

(i) কার্বোহাইড্রেট শক্তির প্রধান উৎস হিসেবে কাজ করে। যেমন: আমাদের খাদ্য তালিকায় প্রতিদিন ভাত, আলু সবই থাকে। তা আমাদের শক্তির প্রধান উৎস হিসেবে কাজ করে।

জেনে রাখো

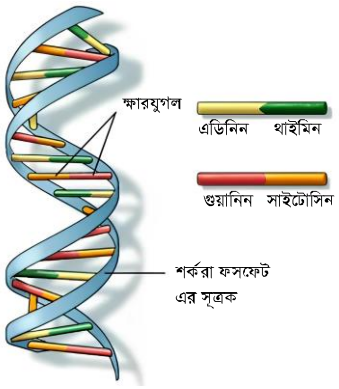
1g carbohydrate 4 cal শক্তি যোগায়।

(ii) উদ্ভিদের দেহ এতো কঠিন হয় কী কারণে বলোতো? এর মধ্যে নিশ্চয়ই কোনো উপাদান থাকে যার কারণে উদ্ভিদ দেহ দৃঢ় হয়। উদ্ভিদের এই দৃঢ়তার কারণ হলো কার্বোহাইড্রেট (সেলুলোজ)।

(iii) উদ্ভিদের নিজেদের দেহের পুষ্টির জন্যও কার্বোহাইড্রেট প্রয়োজন। সঞ্চয়ী পদার্থ হিসেবে উদ্ভিদে থাকে স্টার্চ।

(iv) উদ্ভিদ এর প্রধান দুটি বিপাকীয় প্রক্রিয়া হলো শ্বসন ও সালোকসংশ্লেষণ। সালোকসংশ্লেষণে C_3, C_4 চক্র সম্পর্কে আমরা নবম অধ্যায়ে জানতে পারবো। এই দুটো চক্রে সক্রিয়ভাবে কার্বোহাইড্রেট অংশ নেয়। একইভাবে, শ্বসনে, ক্রেবস চক্রেও কার্বোহাইড্রেটের রয়েছে গুরুত্বপূর্ণ অবদান।

(v) এ অধ্যায়েরই পরবর্তীতে আমরা এনজাইম সম্পর্কে জানবো। এনজাইম কী তা সম্পর্কে তো তোমাদের প্রাথমিক ধারণা আছে তাই না? এনজাইম জীবদেহের ভেতরকার রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতি ত্বরান্বিত করে। এনজাইমের কার্যাবলি সুষ্ঠুভাবে পরিচালনার জন্য কিছু রাসায়নিক যৌগ প্রয়োজন। এর মধ্যে একটি কো-এনজাইম। এই কো-এনজাইমের গাঠনিক অংশ হিসেবে থাকে কার্বোহাইড্রেট। **যেমন**: ATP, NADP, FAD ইত্যাদি।



(vi) কোষ প্রাচীর উদ্ভিদদেহের এক অনন্য বৈশিষ্ট্য। কোষপ্রাচীর কি দ্বারা গঠিত তা তোমরা প্রথম অধ্যায়ে জেনে এসেছ। উদ্ভিদের কোষ প্রাচীর মূলত সেলুলোজ, হেমিসেলুলোজ, পেকটিন দ্বারা গঠিত। আবার ছত্রাকের কোষ প্রাচীর কাইটিন দ্বারা গঠিত। এগুলো সবই মূলত কার্বোহাইড্রেট।

(vii) বংশগতির প্রধান বস্তু DNA তাই না? এর সাথে কিছু পরিমাণ RNA ও থাকে। DNA ও RNA মূলত নিউক্লিক অ্যাসিড। নিউক্লিক অ্যাসিড সমন্ধেও আমরা প্রথম অধ্যায়ে জেনে এসেছি।

নিউক্লিক অ্যাসিড = পেন্টোজ শুগার + ফসফেট + N_2 base (রাইবোজ/ডিঅক্সিরাইবোজ)

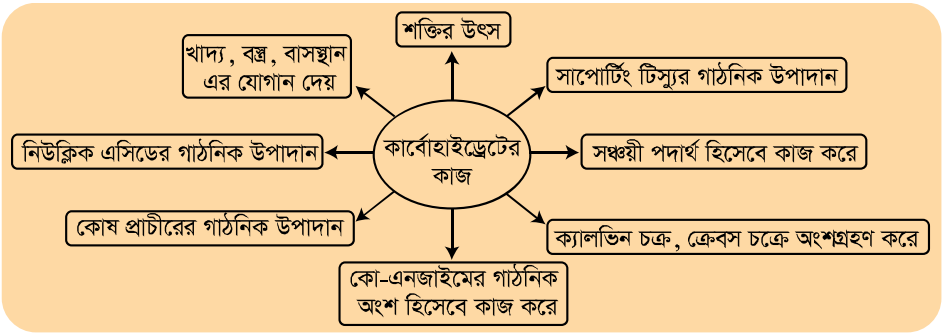
এই রাইবোজ/ডিঅক্সিরাইবোজ শুগার হলো কার্বোহাইড্রেট।

(viii) আমাদের দেহ সঞ্চিত খাদ্য হিসেবে কার্বোহাইড্রেট জমা করে রাখে। ছত্রাক, ব্যাকটেরিয়া এরাও গ্লাইকোজেন সঞ্চয় করে।

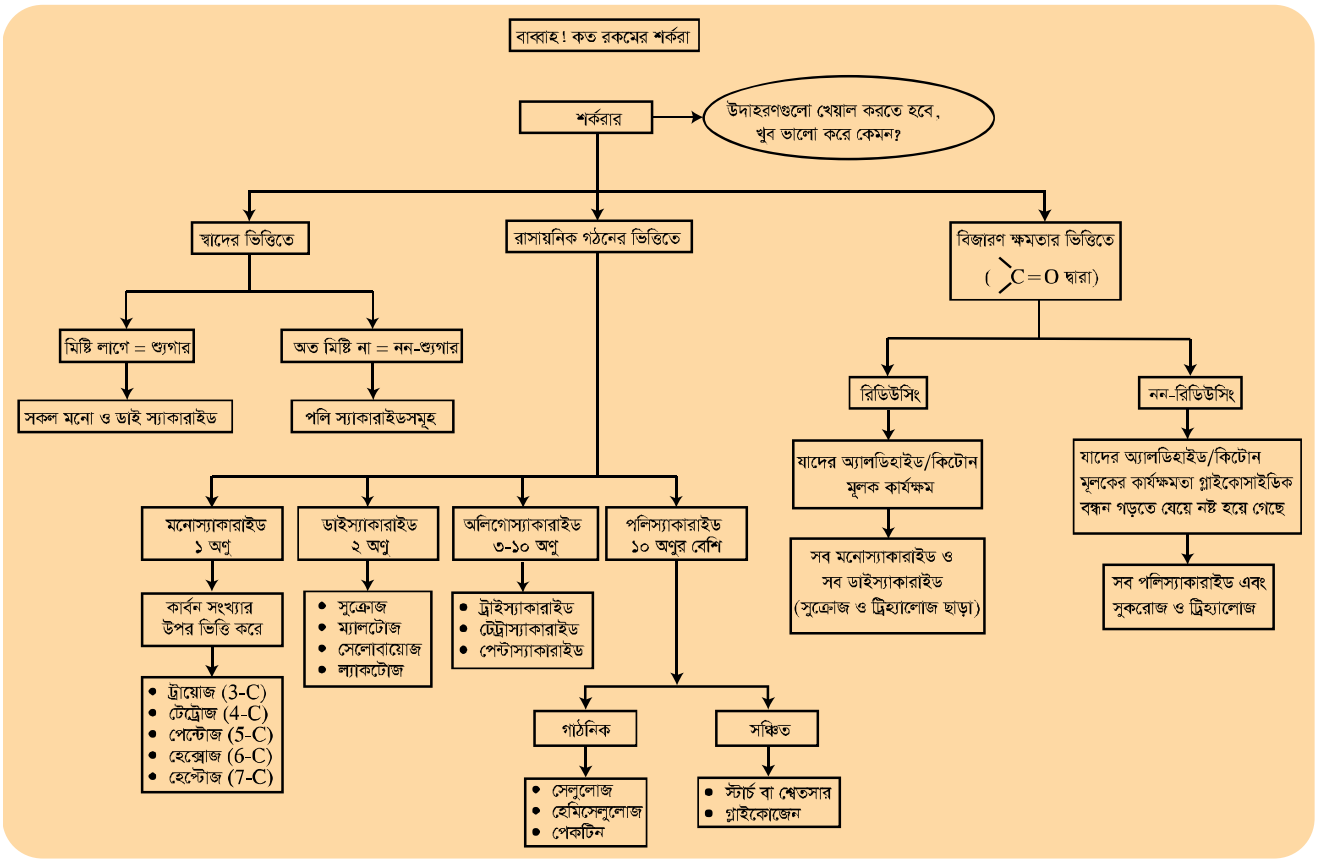
(ix) হাড়ের সন্ধিস্থলে লুব্রিকেন্ট (কিছু গ্লাইকোপ্রোটিন থাকে হাড়ের সন্ধিস্থলের তরলের মধ্যে) হিসেবে কাজ করে যাতে ঘর্ষণ না হয়।

(x) আমাদের খাদ্য, বস্ত্র, আশ্রয় এর অনেক উপাদানই কার্বোহাইড্রেট থেকে আসে।

(xi) ফ্যাটি অ্যাসিড ও অ্যামিনো অ্যাসিড বিপাকে সাহায্য করে।



কার্বোহাইড্রেট (শর্করার) প্রকারভেদ



স্বাদের উপর ভিত্তি করে

শর্করার স্বাদ মিষ্টি কিনা তার ওপর ভিত্তি করে শর্করাকে দুই ভাগে ভাগ করা হয়। কিছু কিছু শর্করা আছে যারা খেতে মিষ্টি। যেমন: গ্লুকোজ, ফ্রুক্টোজ, সুক্রোজ (চিনি) ইত্যাদি। খেয়াল করলে দেখতে পাবে সুক্রোজ বা চিনি দানাদার ও পানিতে দ্রবণীয়। এমন যে সকল শর্করা সাদা, মিষ্টি, দানাদার ও পানিতে দ্রবণীয় তাদেরকে বলা হয় শুগার। আবার কিছু শর্করা আছে যারা স্বাদে মিষ্টি নয় যেমন: স্টার্চ (চাল, গম), সেলুলোজ (কাঠ)। খেয়াল করলে দেখবে স্টার্চ অর্থাৎ চাল-গম, সেলুলোজ বা কাঠ দানাদার নয় এবং এরা পানিতে অদ্রবণীয়। যে সকল শর্করা স্বাদে মিষ্টি নয়, অদানাদার এবং পানিতে অদ্রবণীয় তাদেরকে নন-শুগার বলা হয়।

স্বাদের উপর ভিত্তি করে ২ প্রকার। যথা-

প্রকার	ব্যাখ্যা	উদাহরণ
(i) শুগার	স্বাদে মিষ্টি, দানাদার, পানিতে দ্রবণীয়, নিম্ন আণবিক ভর বিশিষ্ট।	গ্লুকোজ, ফ্রুক্টোজ, সুক্রোজ (সকল মনো ও ডাই-স্যাকারাইড)।
(ii) নন-শুগার	স্বাদে মিষ্টি নয়, অদানাদার, পানিতে অদ্রবণীয়, উচ্চ আণবিক ভর বিশিষ্ট।	স্টার্চ, সেলুলোজ, গ্লাইকোজেন, ডেক্সট্রিন, ইনুলিন (পলিস্যাকারাইড সমূহ)।

বিজারণ ক্ষমতার ভিত্তিতে

বিজারণ ক্ষমতার উপর ভিত্তি করে ২ প্রকার। যথা-

প্রকার	ব্যাখ্যা	উদাহরণ
(i) রিডিউসিং বা বিজারক শর্করা	➢ মুক্ত অ্যালডিহাইড বা কিটোন গ্রুপ থাকে, ➢ বেনেডিক্ট দ্রবণ ও ফেহলিং দ্রবণ দ্বারা জারিত হয়।	গ্লুকোজ, ফ্রুক্টোজ, ম্যানোজ। [মনো ও ডাইস্যাকারাইড (সুক্রোজ ও ট্রিহ্যালোজ ছাড়া]
(ii) নন-রিডিউসিং বা অবিজারক শর্করা	➢ মুক্ত অ্যালডিহাইড বা কিটোন গ্রুপ থাকে না। ➢ বেনেডিক্ট দ্রবণ ও ফেহলিং দ্রবণ দ্বারা জারিত হয় না।	সুক্রোজ, ট্রিহ্যালোজ ও সকল পলিস্যাকারাইড।

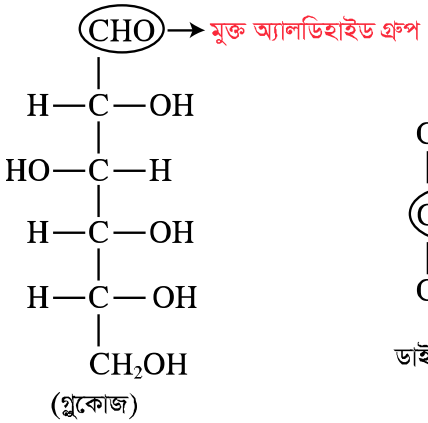
চিন্তা করো

যেসকল শর্করাতে মুক্ত (কোনো বন্ধন তৈরিতে জড়িত নয়) অ্যালডিহাইড বা কিটোন মূলক বিদ্যমান তারা ক্ষারীয় দ্রবণে বিজারক হিসেবে কাজ করে। যেমন: এমন শর্করা ক্ষারীয় বেনেডিক্ট ($Cu(OH)_2$) দ্রবণের Cu^{2+} আয়নকে বিজারিত করে Cu^+ আয়নে পরিণত করে এবং Cu_2O এর অধঃক্ষেপ তৈরি করে।

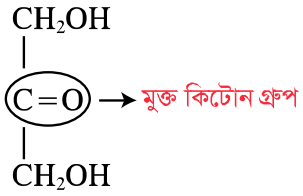
বিক্রিয়া: বিজারক শর্করা + বেনেডিক্ট দ্রবণ (Cu^{2+}) ⟶ $Cu^+(s)$ + শর্করা উদ্ভূত এসিড

বিজারণ

অ্যালডিহাইড (R – CHO) ও কিটোন (R – CO – R) এর বিজারণ ক্ষমতা রয়েছে তাই যেসব শর্করাতে মুক্ত অ্যালডিহাইড ও কিটোন গ্রুপ থাকবে তারা বিজারণ ক্ষমতা যুক্ত শর্করা। অর্থাৎ, অন্য গ্রুপকে (বেনেডিক্ট দ্রবণকে) বিজারিত করতে পারবে।

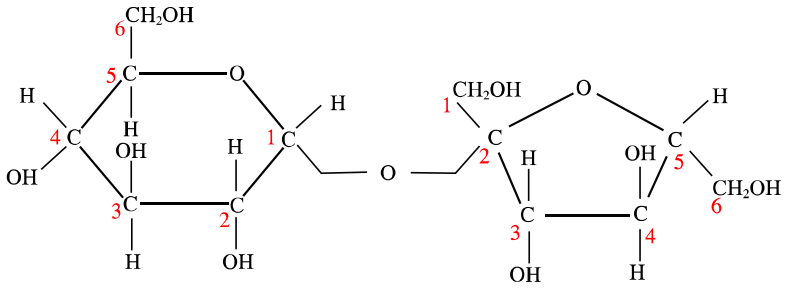


(গ্লুকোজ)



ডাই-হাইড্রক্সি অ্যাসিটোন

গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ উভয়ই রিডিউসিং শর্করা। তবে গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ উভয়ের দ্বারা সৃষ্ট *সুক্রোজ* নন রিডিউসিং শুগার। কারণ *সুক্রোজ* সৃষ্টির সময় গ্লুকোজের ১ নং কার্বন ও ফ্রুক্টোজের ২ নং কার্বন বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে যায়। ফলে মুক্ত অ্যালডিহাইড বা কিটোন মূলকের অস্তিত্ব না থাকায় তাদের বিজারণ ক্ষমতা বিলুপ্ত হয়। এজন্য *সুক্রোজ* নন-রিডিউসিং শর্করা।



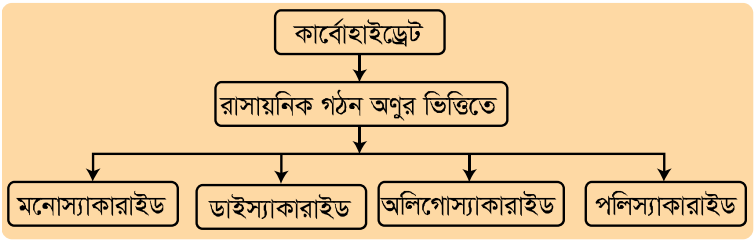
সুক্রোজ

জেনে রাখো

ম্যাল্টোজ আংশিক রিডিউসিং শর্করা।

রাসায়নিক গঠন অণুর ভিত্তিতে

ছোট ছোট অনেকগুলো ইট মিলে একটা বিল্ডিং তৈরি করে তাই না? অর্থাৎ, আমরা বলতে পারি ছোট ছোট ইটগুলো হচ্ছে বিল্ডিং তৈরির একক। ঠিক তেমনি, একটি বড় শর্করাও অনেক ছোট ছোট একক নিয়ে গঠিত। এই একক গুলোকেই বলা হয় মনোস্যাকারাইড। গ্লুকোজ, ফ্রুক্টোজ, গ্যালাক্টোজ এরা সবই মনোস্যাকারাইড। তাহলে দুটো মনোস্যাকারাইড মিলে কী তৈরি হয় বলোতো? ডাইস্যাকারাইড, তাই না? (ইংরেজিতে 'ডাই' মানে কিন্তু দুই)। ব্যাপারটা সহজ না? আবার ৩-১০ টি মনোস্যাকারাইড মিলে তৈরি করে অলিগোস্যাকারাইড। আবার, অনেকগুলো ছোট ছোট মনোমার মিলে পলিমার তৈরি করে তাই না? ঠিক তেমনি অনেকগুলো মনোস্যাকারাইড মিলে তৈরি করে পলিস্যাকারাইড।



প্রকার	ব্যাখ্যা	উদাহরণ
(i) মনোস্যাকারাইড	➢ হাইড্রোলাইসিস (আর্দ্রবিশ্লেষণ) করলে আর কোনো সরল কার্বোহাইড্রেট একক পাওয়া যায় না। ➢ মনোস্যাকারাইডে কার্বন সংখ্যা ৩-১০ টি। ➢ সাধারন সংকেত $C_nH_{2n}O_n$। ➢ মিষ্টি স্বাদযুক্ত পানিতে দ্রবনীয়, স্ফটিকাকার ও রিডিউসিং।	গ্লুকোজ।
(ii) ডাইস্যাকারাইড	➢ হাইড্রোলাইসিস (আর্দ্রবিশ্লেষণ) করলে ২ টি মনোস্যাকারাইড পাওয়া যায়। ➢ দুটি মনোস্যাকারাইডের মাঝে গ্লাইকোসাইডিক বন্ধন বিদ্যমান।	ম্যালটোজ, সুক্রোজ, সেলোবায়োজ, ল্যাক্টোজ।
(iii) অলিগোস্যাকারাইড	➢ হাইড্রোলাইসিস (আর্দ্রবিশ্লেষণ) করলে ৩-১০ টি মনোস্যাকারাইড পাওয়া যায়। ➢ পানিতে অদ্রবণীয়, মিষ্টি নয়, নন রিডিউসিং।	র‍্যাফিনোজ (ট্রাইস্যাকারাইড), স্কার্ডোজ (টেট্রাস্যাকারাইড)।
(iv) পলিস্যাকারাইড	➢ হাইড্রোলাইসিস (আর্দ্রবিশ্লেষণ) করলে অনেকগুলো মনোস্যাকারাইড পাওয়া যায়। (> ১০ মনোস্যাকারাইড)	স্টার্চ, গ্লাইকোজেন, সেলুলোজ, ইনুলিন।

মনোস্যাকারাইড

ছোট বেলায় একটা কবিতা পড়েছিলাম না আমরা.....?

"ছোট ছোট বালুকণা, বিন্দু বিন্দু জল-
গড়ে তোলে মহাদেশ, সাগর অতল"

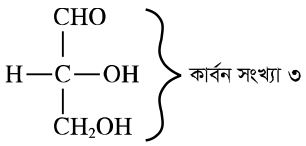
অর্থাৎ, ছোট ছোট জিনিস মিলেই অনেক বড় জিনিস তৈরি হয়। তেমনি বড় বড় শর্করা ও ছোট ছোট একক দিয়েই তৈরি হয়। এই ছোট এককই হলো মনোস্যাকারাইড।

মনো অর্থ এক এবং স্যাকারিন অর্থ চিনি বা শর্করা। অর্থাৎ সহজ ভাষায় বললে দাড়ায় এক শর্করা। মানে হচ্ছে এটি হচ্ছে শর্করার সবচেয়ে সহজ রূপ যাকে আর কোনো ছোট একক পরিণত করা যায় না। অর্থাৎ এরা কার্বোহাইড্রেট গাঠনিক একক হিসেবে কাজ করে থাকে। মনোস্যাকারাইড এ কার্বন সংখ্যা থাকে ৩-১০।

মনোস্যাকারাইড এর কার্বন সংখ্যা এবং অ্যালডিহাইড বা কিটোন মূলক এর উপস্থিতির উপর ভিত্তি করে মনোস্যাকারাইডকে কয়েকটি ভাগে ভাগ করা হয়।

(a) ট্রায়োজ

ল্যাটিন ট্রাই মানে যে ৩ এটা হয়তো আমরা সবাই জানি তাই না? তাই ট্রায়োজে কার্বন সংখ্যা হলো তিন। অ্যালডোজ শ্যুগার হলো গ্লিস্যারালডিহাইড অর্থাৎ এর Functional group-CHO। তাহলে, আমরা খুব সহজেই গ্লিস্যারালডিহাইডের সংকেত বের করে ফেলতে পারি।



গ্লিস্যারালডিহাইড

এবার তাহলে ডাইহাড্রোক্সি অ্যাসিটোন এর গঠন তোমরা নিজেরা বের করে ফেলোতো। (Hints: কিটোজ শর্করার Functional group $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}=O$)।

উদাহরণ: অ্যালডোজ- গ্লিস্যারালডিহাইড
কিটোজ- ডাইহাইড্রক্সি অ্যাসিটোন

কাজ:

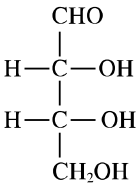
(i) এরা উদ্ভিদে ফসফেট এস্টার হিসেবে থাকে।
(ii) শ্বসন ও সালোকসংশ্লেষণের বিভিন্ন চক্রে এরা জড়িত।

(b) টেট্রোজ

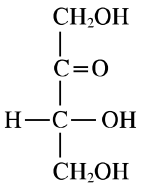
ল্যাটিন টেট্রা মানে তো চার, তাহলে তো বুঝতেই পারছো যে টেট্রোজের কার্বন সংখ্যা হবে চার। অ্যালডোজ টেট্রোজ হলো ইরিথ্রোজ এবং কিটোজ টেট্রোজ হলো ইরিথ্রোলোজ। তোমরা নিজেরাই টেট্রোজের গঠন লিখে ফেলো এবার। তারপর নিচের গঠনের সাথে মিলিয়ে নিয়ে-

উদাহরণ: অ্যালডোজ- ইরিথ্রোজ
কিটোজ- ইরিথ্রোলোজ

কাজ: ক্যালভিন চক্রে বিশেষ ভূমিকা পালন করে। উদ্ভিদে এর ইরিথ্রোজ-4-ফসফেট হিসেবে বিরাজ করে।



D-ইরিথ্রোজ



D-ইরিথ্রোলোজ

জেনে রাখো

তোমাদের অনেকের মনেই হয়তো প্রশ্ন আসতে পারে, যে উপরে কেন D-ইরিথ্রোজ বা D-ইরিথ্রোলোজ লিখলাম। এটার কারণ হচ্ছে সর্বশেষ কার্বনের আগের কার্বনের সাথে যুক্ত $-OH$ গ্রুপ যদি ডানে থাকে তবে তাকে D-শর্করা এবং বামে থাকলে তাকে L-শর্করা বলে।

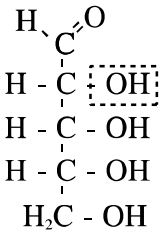
(c) পেন্টোজ

পেন্ট অর্থ হলো পাঁচ, কাজেই এই ধরনের মনোস্যাকারাইডে কার্বন সংখ্যা হলো ৫ টি।

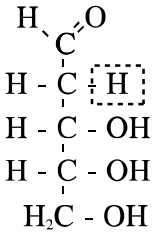
উদাহরণ: অ্যালডোজ- রাইবোজ, ডিঅক্সিরাইবোজ, জাইলোজ, অ্যারাবিনোজ।
কিটোজ- রাইবুলোজ, জাইলুলোজ।

রাইবোজ ও ডিঅক্সিরাইবোজ

- 1891 সালে Emil Fisher রাইবোজ আবিষ্কার করেন।
- এরা অ্যালডোজ শর্করা।
- রাইবোজ শর্করার গলনাঙ্ক 95°C।



রাইবোজ ($C_5H_{10}O_5$)



ডিঅক্সিরাইবোজ ($C_5H_{10}O_4$)

চলো এদের মধ্যে পার্থক্য জেনে নেই –

রাইবোজ	ডিঅক্সিরাইবোজ
(i) RNA এর অপরিহার্য উপাদান। সংকেত- $C_5H_{10}O_5$।	(i) DNA এর অপরিহার্য উপাদান। সংকেত $C_5H_{10}O_4$।
(ii) আণবিক গঠনে ৫টি অক্সিজেন পরমাণু থাকে।	(ii) আণবিক গঠনে ৪টি অক্সিজেন পরমাণু থাকে।
(iii) গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে ফারফিউরাল অ্যাসিড তৈরি করে।	(iii) গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে লেভুলিনিক অ্যাসিড তৈরি করে।
(iv) দ্বিতীয় কার্বন পরমাণুর সাথে OH গ্রুপ যুক্ত থাকে।	(iv) দ্বিতীয় কার্বন পরমাণুর সাথে OH গ্রুপ যুক্ত থাকে না।
(v) নিউক্লিওটাইড তৈরি করে।	(v) ডিঅক্সিনিউক্লিওটাইড তৈরি করে।

মনে রাখবে

খেয়াল করলে দেখতে পাবে রাইবোজের দুই নাম্বার কার্বনে একটি -OH মূলক আছে কিন্তু ডিঅক্সিরাইবোজের দুই নাম্বার কার্বনে OH মূলক এর পরিবর্তে শুধুমাত্র একটি H পরমাণু আছে। অর্থাৎ রাইবোজ থেকে একটি O পরমাণু বাদ দিলেই ডিঅক্সিরাইবোজ তৈরি করা যায়। ডিঅক্সি শব্দটির অর্থ হলো অক্সিজেন বাদ দেয়া। সুতরাং রাইবোজ থেকে একটি অক্সিজেন পরমাণু বাদ দিলে নতুন যে যৌগটি তৈরি হয় তাকেই ডিঅক্সিরাইবোজ বলা হয়।

রাইবুলোজ

- এটি কিটোজ শর্করা।
- সংকেত $C_5H_{10}O_5$।

পেন্টোজ শর্করার কাজ:

(i) **রাইবোজ:** RNA এর পাশাপাশি ATP, NAD+, NADP+, FAD, Co-A ইত্যাদি অণুতে রাইবোজ বিদ্যমান। পাশাপাশি কার্বন বিজারণের মাধ্যমে শর্করা তৈরিতে সাহায্য করে।

(ii) **ডি-অক্সিরাইবোজ:** ডি-অক্সিরাইবোজ থাকে DNA তে গাঠনিক উপাদান হিসেবে।

(iii) **রাইবুলোজ:** রাইবুলোজ হতে প্রাপ্ত রাইবুলোজ-1-5-বিফসফেট সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় CO_2 গ্রহণ করে বা গ্রাহক হিসেবে কাজ করে।

(iv) **অ্যারাবিনোজ:** গ্লাইকোপ্রোটিন তৈরিতে সাহায্য করে।

(d) হেক্সোজ

হেক্সোজের কার্বন সংখ্যা হলো 6। অ্যালডোহেক্সোজ হলো গ্লুকোজ, ম্যানোজ, গ্যালাক্টোজ। এদের আণবিক সংকেত একই ($CoH_{12}O_6$) কিন্তু একটি কার্বনের ত্রিমাত্রিক অবস্থানের ভিন্নতার কারণে এদের গাঠনিক সংকেত আলাদা হয়। তাই এদেরকে একে অপরের এপিমার বলা হয়।