

ভাইরাসতত্ত্ব পরিচয়

আহমেদ মাহীন

ভাইরাসতত্ত্ব পরিচয়

(জীববিজ্ঞান : ভাইরাসের গঠন ও আচরণ সম্পর্কিত বিবরণ)

প্রথম প্রকাশ
জ্যৈষ্ঠ ১৪০৭/জুন ২০০০

বাএ ৩৯৬১
(১৯৯৯-২০০০ : পাঠ্যপুস্তক : জীকৃচি : ১২)

মুদ্রণ সংখ্যা : ১২৫০

পাণ্ডুলিপি প্রণয়ন ও মুদ্রণ তত্ত্বাবধান
জীববিজ্ঞান, কৃষিবিজ্ঞান ও চিকিৎসাবিদ্যা উপবিভাগ
জীকৃচি ২৭৯

প্রকাশক
গোলাম মঈনউদ্দিন
পরিচালক
পাঠ্যপুস্তক বিভাগ
বাংলা একাডেমী ঢাকা ১০০০

মুদ্রক
মুহম্মদ হাবিবুল্লাহ্
ব্যবস্থাপক
বাংলা একাডেমী প্রেস ঢাকা

প্রচ্ছদ
শা. র. শামীম

মূল্য
একশত টাকা

VIRUSTATTAYA PARICHOY (An Introduction to Virology) by Ahmed Matin. Published by Gholam Moyenuddin, Director, Textbook Division, Bangla Academy, Dhaka 1000, Bangladesh. First edition : June 2000. Price : Taka 100.00 only.

ISBN 984-07-3970-0

BANSDOC LIBRARY
Accession No. 17817
Date 18-6-04
Sign

উৎসর্গ

আমার পরম শ্রদ্ধেয় দুলাভাই
জনাব মমতাজউদ্দীন আহাম্মদ
বিদ্যোৎসাহী, শিক্ষানুরাগী এবং বিজ্ঞানমনস্ক
এক বিরল ব্যক্তিত্বরূপে
আমার গড়ে ওঠার পেছনে যিনি ছিলেন
আশৈশব অনুপ্রেরণা ও চালিকাশক্তিস্বরূপ
তাঁর স্মৃতির উদ্দেশে



প্রাককথন

শিক্ষার মাধ্যম হিসেবে মাতৃভাষার কোনো বিকল্প নেই, এ বিষয়টি নিয়ে বহু জ্ঞানগর্ভ আলোচনা হয়েছে। বলা যায়, এটি বহুলাংশে নিষ্পন্ন একটি বিষয়। কিন্তু তবু আমি দেখেছি, আমাদের শিক্ষিত সমাজেই এমন কিছু মানুষ আছেন যাঁরা নিজেদের মাতৃভাষা সম্বন্ধে এক ধরনের তুচ্ছতাবোধে ভোগেন। বাংলায় বৈজ্ঞানিক রচনা, এঁদের মতে নিছক আবেগ ও অজ্ঞতাপ্রসূত একটি অর্থহীন উদ্যোগ। নিজেদের ভাষা সম্বন্ধে প্রায় কিছু না জেনেই এঁদের অনেকে বিজ্ঞ মত প্রকাশ করেন, তৃতীয় বিশ্বের একটি বা দুটি দেশের এ ভাষাটি নিয়ে মাতামাতি করার কিছু নেই। এরা বাঙালির জন্য মাতৃভাষা বাংলা শেখা অত্যাবশ্যক মনে করেন না এবং শিক্ষিত হবার জন্য কেবল ইংরেজি শেখাই আবশ্যক মনে করেন। ভাষা ও সংস্কৃতিই যে বাঙালির গৌরবদীপ্ত পরিচয়, যা হারালে আমরা প্রায় নিঃস্ব ও পরিচয়হীন সে সম্বন্ধে সম্যক আলোচনার অবকাশ এখানে নেই। আমি কেবল দীনতাবোধে ক্লিষ্ট অথচ শিক্ষাভিমানী এসব লোকের জ্ঞাতার্থে ভাষা হিসেবে পৃথিবীতে বাংলার অবস্থান সম্বন্ধে দু'একটি তথ্য এখানে উল্লেখ করতে চাই।

বিশিষ্ট ভাষাবিশেষজ্ঞ শহীদ মোফাজ্জল হায়দার চৌধুরীর মতে, বাংলা পৃথিবীর সমৃদ্ধতম কয়েকটি ভাষার একটি। মানুষের আবেগ, ভাবনা ও মেধার অনুশীলনজাত অর্জনসহ সকল কীর্তিকে ধারণ, প্রকাশ ও সংরক্ষণের ক্ষমতা বিচারেই এ ধরনের মত তিনি প্রকাশ করেছিলেন। কিছু বিশেষ উপাত্তের সাহায্যেও ব্যাপারটি বিচার করে দেখা যেতে পারে। যেমন—ভাষা ব্যবহারকারী জনসংখ্যার বিচারে বাংলার অবস্থান পঞ্চম, ইংরেজির চতুর্থ। বহুসংখ্যক উপভাষাসহ পৃথিবীতে প্রায় চার হাজার ভাষা প্রচলিত থাকলেও দশ কোটির বেশি লোক কথা বলে এমন ভাষার সংখ্যা মাত্র বারটি। বাংলায় কথা বলে প্রায় পঁচিশ কোটি লোক। সাহিত্য ভাষার পরম পরিশীলিত ও উৎকর্ষিত রূপ। উল্লেখযোগ্য সাহিত্য রচিত হয়েছে এমন ভাষার সংখ্যা পঁচিশও নয়। সাহিত্যে নোবেল পুরস্কারপ্রাপ্ত ভাষার সংখ্যা মাত্র সতের, বাংলা তার একটি। তাই ভাষা হিসেবে বাংলার গুরুত্বকে খাটো করে দেখা যেমন যুক্তিযুক্ত নয়, তেমনি এ সম্বন্ধে আমাদের পক্ষে কোনো দৈন্য বোধ পোষণ করাও অর্থহীন। বরং বেশ শ্লাঘার সাথেই বলা যেতে পারে, 'মোদের গরব মোদের আশা, আ–মরি বাংলা ভাষা'।

ঠিক প্রাসঙ্গিক না হলেও এখানে বলা প্রয়োজন বোধ করছি যে, মাতৃভাষা বাংলা শেখা ও বাংলার প্রতি শ্রদ্ধা পোষণ করা মানে ইংরেজি শেখা পরিহার করা কিংবা এর প্রতি বীতশ্রদ্ধ হওয়া নয়। দেখেছি, অনেকে বিষয় দুটোকে সমার্থক মনে করেন। তাদেরই জ্ঞাতার্থে আরো বলতে চাই, সকল উন্নত দেশেই যেমন প্রত্যেক উচ্চ শিক্ষার্থীকে বাধ্যতামূলকভাবে এক বা একাধিক বিদেশি ভাষা শিখতে হয়, তেমনি আমি মনে করি বাংলাদেশেও প্রত্যেক উচ্চ শিক্ষার্থীর জন্য ইংরেজি শেখা বাধ্যতামূলক হওয়া প্রয়োজন।

এস্থলে আরো একটি কথা উল্লেখ করতে চাই। একথা সত্যি যে, স্বাধীনতা–উত্তর বাংলাদেশে অধিকাংশ ব্যবহারিক ক্ষেত্রে এবং শিক্ষার মাধ্যম হিসেবে বাংলা প্রচলনের [illegible] হয়েছে, যদিও তা যথাযথ এবং যথেষ্ট নয়। কিন্তু কিছু সংখ্যক বিশ্ববিদ্যালয় শিক্ষক ও

BANGLA ACADEMY Dhaka

শিক্ষাবিদ সে উদ্যোগগুলোকেই ছাত্র সমাজের ইংরেজি ভাষাজ্ঞানে পশ্চাৎপদতার কারণ বলে প্রচার করে থাকেন। এটি একটি মারাত্মক ভ্রান্তি এবং আত্মঘাতী তৎপরতা বলে আমি মনে করি। কারণ এ প্রচারণার দ্বারা বাঙালিকে আপন মাতৃভাষার প্রতি বিরূপ করে তোলা হচ্ছে। বস্তুনিষ্ঠভাবে বিষয়টি অনুসন্ধান ও অনুধাবনের চেষ্টা করলেই দেখা যাবে শিক্ষার্থীদের নব্বই শতাংশেরও বেশি কেবল যে ইংরেজি জ্ঞানে দুর্বল তাই নয়, বাংলায়ও দুর্বল ; এবং উভয় ক্ষেত্রেই কারণ অভিন্ন। কারণগুলো হচ্ছে—শিক্ষা ব্যবস্থার প্রশাসনিক ও একাডেমিক পর্যায়ে চরম অব্যবস্থা এবং সুপরিকল্পিত ও যুগোপযোগী পাঠ্যসূচির অভাব। দেশের শিক্ষাঙ্গনগুলোকে সন্ত্রাস ও দুষ্ট রাজনীতির বদ্ধ বলয় থেকে মুক্ত করে উপর্যুক্ত অনিয়মগুলো প্রতিবিধানের যথাযথ উদ্যোগ নিলেই শিক্ষা ব্যবস্থার অধিকাংশ সমস্যা অদীর্ঘকালের মধ্যেই আয়ত্তে আনা সম্ভব হবে বলে আমি মনে করি।

বাংলা ভাষায় বৈজ্ঞানিক রচনার সমস্যা ও সম্ভাবনা সম্বন্ধে এ প্রসঙ্গে দু'একটি ব্যক্তিগত মতামত তুলে ধরতে চাই। তবে আগেই জানিয়ে দিতে চাই যে, বাংলা ভাষায় আমার ব্যক্তিগত জানাশোনা উল্লেখযোগ্য নয়, তবে দীর্ঘ দিন ধরে বৈজ্ঞানিক পাঠন ও অনুশীলনের সাথে যুক্ত থেকে যে সামান্য অভিজ্ঞতা আমার হয়েছে, তাতে আমি মনে করি বৈজ্ঞানিক ধারণা, তত্ত্ব ও তথ্যসমূহকে ধারণ ও প্রকাশ করার সহজ ও সাবলীল ক্ষমতা এ ভাষার রয়েছে। আমি আরো মনে করি সে ক্ষমতাকে আরো বহুগুণ বৃদ্ধি করা এবং সে বৃদ্ধি উদ্যোগকে একটি অবারিত সম্ভাবনাময় প্রক্রিয়ায় পরিণত করার জন্য অন্যতম প্রয়োজন বিভিন্ন ও বিচিত্র ভাব ও ব্যঞ্জনাজ্ঞাপক শব্দ সম্পদ। তাও বাংলা ভাষার রয়েছে। বাংলা ভাষার একটি অভিধান একটু মনোযোগ দিয়ে পাঠ করলেই দেখা যাবে, তাতে বিশেষ ভাব ও অর্থ জ্ঞাপক অব্যবহৃত ও অপ্রচলিত বিপুল শব্দ সম্ভার রয়েছে। এসব শব্দ মমির মতো অভিধানে সংরক্ষিত থাকা নিরর্থক। বিজ্ঞান ও অন্যান্য তাত্ত্বিক বিষয়ে এসব শব্দ ব্যবহৃত হলে একদিকে যেমন ভাষা সমৃদ্ধ হবে, অন্যদিকে তেমনি তাত্ত্বিক বিষয়বস্তুকে একটি সহজ ও সুব্যক্ত সম্পূর্ণতা দেয়া সম্ভব হবে। এ পুস্তকে আমার ক্ষুদ্র ক্ষমতায় আমি সে চেষ্টাই করেছি। হতে পারে আমার সাফল্য উল্লেখযোগ্য নয়। কিন্তু মনে করি না, এ উদ্যোগ অর্থহীন।

পরিশেষে, বিনীত স্বীকৃতি এই যে, 'ভাইরাসতত্ত্ব পরিচয়' যথার্থই ভাইরাসতত্ত্বের একটি পরিচিতিমূলক পুস্তক। এ তত্ত্বে আগ্রহী শিক্ষার্থীদের এ বিষয়ে প্রাথমিক ধারণা অর্জনে যদি এ পুস্তক কিছুমাত্র সহায়ক হয় আমি আমার শ্রম সার্থক হয়েছে মনে করবো।

বাংলা ভাষায় ভাইরাস তত্ত্বের প্রথম পুস্তক হিসেবে এবং ব্যক্তিগত সীমাবদ্ধতার কারণেও অনেক ত্রুটি ও ভ্রান্তি সম্ভবত এ রচনায় রয়ে গেছে। বিষয়াভিজ্ঞ পাঠকবর্গের ত্রুটি নির্দেশ ও পুস্তকের মানোন্নয়নের জন্য যে কোনো উপদেশ ও পরামর্শ গুরুত্বসহকারে ও কৃতজ্ঞতার সাথে বিবেচনা করা হবে।

সবশেষে আমার সব স্বজন সুহৃদ এবং বাংলা একাডেমীর সংশ্লিষ্ট কর্মীবর্গ, এ পুস্তক রচনা ও প্রকাশ সূত্রে যাঁদের কাছে আমার অপরিশোধ্য ঋণ, তাঁদের সকলকে জানাচ্ছি সকৃতজ্ঞ সাধুবাদ।

ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়

আহমেদ মাতীন

৫৭২.২
মাতীল
কলি-৬

সূচিপত্র

প্রথম অধ্যায়	:	ভূমিকা	১–২০
দ্বিতীয় অধ্যায়	:	ভাইরাস গবেষণা	২১–৪০
তৃতীয় অধ্যায়	:	ভাইরাস গঠনতত্ত্ব	৪১–৮৫
চতুর্থ অধ্যায়	:	ভাইরাস শ্রেণিবিধি	৮৬–১১৮
পঞ্চম অধ্যায়	:	ভাইরাস অনুলিপন	১১৯–১৪৬
ষষ্ঠ অধ্যায়	:	ভাইরাস রোগতত্ত্ব	১৪৭–১৭৪
		তথ্যপঞ্জি	১৭৫–১৭৬
		পরিশিষ্ট	১৭৭–১৮৮
		ভাইরাস নির্ঘণ্ট : প্রাণিভাইরাস	১৭৭–১৮১
		ভাইরাস নির্ঘণ্ট : উদ্ভিদভাইরাস	১৮২–১৮৬
		ভাইরাস নির্ঘণ্ট : ব্যাকটেরীয়ফাজ, সায়ানোফাজ ও মাইকোপ্লাজমা ভাইরাস	১৮৭–১৮৮
		পরিভাষা	১৮৯–২১৮
		নির্ঘণ্ট	২১৯

প্রথম অধ্যায়

ভূমিকা

ভাইরাস : সংজ্ঞা

Virus একটি ল্যাটিন শব্দ। এর আভিধানিক অর্থ বিষ। বাধ্য পরজীবী (ob
এবং উদ্ভিদ ও প্রাণীর রোগাত্মক (pathogenic) অস্তিত্ব (entity) হি
অবশ্যই যথার্থ। অবশ্য সপ্তদশ শতাব্দীতে জীবাণুজগৎ আবিষ্কারের পূ
একশ বছর ধরে সকল অদৃশ্য রোগাত্মককেই (pathogen) ভাইরাস না
হতো। কিন্তু আলোক অণুবীক্ষণ উদ্ভাবনের পর ব্যাকটেরিয়া, ছত্রাক, প্রে
যখন বিভিন্ন নির্দিষ্ট পরিচয় নিয়ে মানুষের দৃষ্টি সীমার মধ্যে প্রবেশ ক
ভাইরাস নামেই অধিকতর ঘনীভূত রহস্যের আড়ালে রয়ে গেল। ব্যাকটে
এর ছাঁকন যোগ্যতা এবং এর কেলাসন (crystallisation), নিলম্বন
অধঃক্ষেপণ (precipitation) ও ব্যাপন (diffusion) ইত্যাদি জড়সুলভ
একটি জীবিত ধাঁধায় পরিণত করেছিল। জীবিত বস্তু সম্বন্ধে আমাদের যে
ভিত্তি উদ্ভিদ ও প্রাণী সম্পর্কিত জ্ঞান, তা দিয়ে ভাইরাসকে বি
তাই ভাইরাসের সংজ্ঞা রচনায় সর্বদাই প্রচলিত ধারণার সাথে বিরে
সংগৃহীত নতুন নতুন তথ্য ও উপাত্তের সাথে সমন্বিত করে এর সংজ্ঞাকে
হয়েছে বারবার।

"ভাইরাস ক্ষুদ্রতম জীবিত অস্তিত্ব, কেবল জীবিত পোষক কোষের ম
লক্ষণ প্রকাশ পায় এবং সংখ্যা বৃদ্ধি ঘটে।" বর্তমান প্রেক্ষাপটে এটি অ
সরলীকৃত সংজ্ঞা। ১৯৫৩ সালে মার্কিন বিজ্ঞানী সালভেদর ই. লুরিয়া (Sal
সংজ্ঞা দেন, "ভাইরাস এমন একটি উপাণুবীক্ষণিক (sub-microscopic)
সুনির্দিষ্ট জীবিত কোষে প্রবেশ করতে পারে এবং কেবল অনুরূপ কোষের
সম্পাদন করতে পারে।"[১] ১৯৫৭ সালে আন্দ্রে লোফ প্রদত্ত সংজ্ঞা, ভাই
সংক্রমণসক্ষম জীবন পর্যায় বিশিষ্ট ও একান্তভাবে অন্তঃকোষী, এমন
(pathogenic) অস্তিত্ব, (২) যা কেবল এক ধরনের নিউক্লিক এসিড প
নিয়ন্ত্রণ জনিতন্ত্র আছে, ও বিভাজনে পূর্ণ জেনোম যা বিভাজিত হয় না, (৩)
সংবৃদ্ধির (multiplication) মাধ্যমেই এর বৃদ্ধি ঘটে, এবং (৪) এর

১. Viruses are submicroscopic entities capable of bei
specific living cells and of reproducing inside such cel
(1953).

২. Lipmann system is an enzyme system for energy prod

নাই।"[৩] লুরিয়া ও ডারনেল (Darnell) একই বছর একটি বিস্তৃততর সংজ্ঞা দেন, "ভাইরাস এমন এক অস্তিত্ব যার জিনোম নিউক্লিক এসিড দ্বারা গঠিত ; এ নিউক্লিক এসিড জীবিত কোষের মধ্যে কোষেরই সংশ্লেষণ যন্ত্র ব্যবহার করে অনুলিপিত হয় এবং এমন কিছু বিশেষ দ্রব্য উৎপাদন করে যার সাহায্যে ভাইরাস জিনোম কোষান্তরে সঞ্চালিত হতে পারে।"[৪]

শেষোক্ত সংজ্ঞার্থটিতে ভাইরাসের দুটি অনন্য বৈশিষ্ট্য স্বীকৃত হয়েছে—প্রথমত, এর রয়েছে একটি বিশেষ অন্তঃকোষী জিনীয় উপাদান, যা পোষক কোষের জৈব রাসায়নিক প্রস্তুতি যন্ত্র ব্যবহার করতে সক্ষম। দ্বিতীয়ত, এর রয়েছে একটি বহিঃকোষী (extra-cellular) অস্তিত্ব, যা পূর্বোক্ত অন্তঃকোষী জিনীয় উপাদানের নিয়ন্ত্রণে তৈরি হয় এবং তা উক্ত ভাইরাস জিনোমকে নতুন পোষক কোষে সঞ্চালনের জন্য বাহন হিসেবে ব্যবহৃত হয়। বিশিষ্ট মার্কিন ভাইরাসবিদ ফ্রিংকেল কনরাট (Fraenkel-Conrat) ১৯৬৯ সালে একটি দীর্ঘ ও জটিল সংজ্ঞা দেন, এতে বলা হয়েছে "ভাইরাস এক বা একাধিক DNA অথবা RNA অণুবিশিষ্ট এমন একটি কণাকার বস্তু, যা সাধারণত প্রোটিন বহিরাবরণ দিয়ে আবৃত থাকে ; এসব ভাইরাস নিউক্লিক এসিড এক পোষক কোষ থেকে অন্য পোষককোষে সঞ্চারিত হতে পারে এবং পোষক কোষের জিনীয় সংকেতের উপর নিজেদের জিনীয় সংকেত অধিস্থাপন (superimpose) পূর্বক পোষক কোষেরই এনজাইম যন্ত্র (enzymatic machinery) ব্যবহার করে নিজেদের অন্তঃকোষীভাবে (intracellularly) অনুলিপিত করতে পারে।"

সম্ভবত, এযাবত প্রাপ্ত সংজ্ঞাসমূহের মধ্যে বিজ্ঞানী হ্যাহোন (Hahon) প্রদত্ত সংজ্ঞাটিই আকারে সবচেয়ে ছোট, তবে বক্তব্যে গভীর অর্থবহ। এতে বলা হয়েছে "ভাইরাস ক্রোমোজোম অনুসন্ধানরত একটি খণ্ডাকার বংশগতি (heridity)।"[৫]

কোষী পরজীবী ও ভাইরাস

সামগ্রিক বিবেচনায় ভাইরাস একটি অনন্য (unique), অকোষী (acellular) জীবিত সত্তা। অন্যান্য উচ্চতর জীবতো বটেই, ব্যাকটেরিয়া, রিকেটসি, মাইকোপ্লাজমা, ক্ল্যামাইডি ছত্রাক ইত্যাদি কোষী পরজীবীর (cellular parasite) সাথেও গঠন ও জৈবিক (biological) কার্য পদ্ধতিতে এর মৌলিক পার্থক্য রয়েছে, (সারণি ১.২)।

---

৩. ... defined viruses as "strictly intracellular and potentially pathogenic entities with an infectious phase and (1) possessing only one type of nucleic acid, (2) multiplying in the form of their genetic material, (3) unable to grow and to undergo binary fission and (4) devoid of a Lipmann system" (A. Lwoff, 1957)

৪. Viruses are entities whose gnome's are elements of nucleic acid that replicate inside living cells using the cellular synthetic machinery and causing the synthesis of specialised elements that can transfer the viral gnome to other cells (Luria and Darnell, 1957).

৫. A virus is a particle of heredity in search of chromosome, (Hahon, 1964)

সারণি ১.১ : কোষী পরজীবী ও অকোষী পরজীবী ভাইরাসের তুলনা

	কোষী পরজীবী		ভাইরাস
১.	কোষী অথবা আদিকোষী।	১.	অকোষী।
২.	বাধ্য অথবা সুবিধাবাদী (facultative) পরজীবী।	২.	বাধ্য (obligate) পরজীবী।
৩.	আকারে প্রায় সবই আলোক আণুবীক্ষণিক।	৩.	আকারে প্রায় সবই ইলেকট্রন আণুবীক্ষণিক।
৪.	জীবন্ত পোষক কোষ ছাড়াও সংবৃদ্ধি ঘটাতে পারে (ব্যাতিক্রম রিকেটসিয়া)।	৪.	কেবল জীবন্ত পোষক কোষে সংবৃদ্ধি (multiplication) ঘটাতে পারে।
৫.	একটি নতুন পূর্ণাঙ্গ কোষ উৎপাদনের জন্য প্রয়োজনীয় সব এনজাইম ধারণ করে।	৫.	কেবল সংক্রমণ সূচনকারী একটি বা কয়েকটি এনজাইম ধারণ করে, সম্পূর্ণ উৎপাদনের জন্য প্রয়োজনীয় সব এনজাইম কখনও থাকে না।
৬.	দ্রবীভূত, অধঃক্ষিপ্ত বা কেলাসিত করা যায় না।	৬.	ভড় রাসায়নিক দ্রব্যের মতো দ্রবীভূত, অধঃক্ষিপ্ত ও কেলাসিত করা যায়।
৭.	রাসায়নিক গঠন জটিল।	৭.	রাসায়নিক গঠন সরল।
৮.	অন্তঃকোষী ও বহিঃকোষী পর্যায় অভিন্ন।	৮.	অন্তঃকোষী পর্যায় বহিঃকোষী পর্যায়ের একাংশ মাত্র।
৮.১.	উভয় পর্যায় একটি লিপোপ্রোটিন ঝিল্লী (কোষঝিল্লী) দিয়ে আবৃত। এর মধ্যে DNA, RNA এবং আরো কিছু উপাদান ও অঙ্গাণু থাকতে পারে।	৮.১.	বহিঃকোষী পর্যায় একটি প্রোটিন ক্যাপসিড দিয়ে আবৃত, এর মধ্যে DNA অথবা RNA থাকে। অন্য কোনো রাসায়নিক উপাদান বা অঙ্গাণু থাকে না।
৮.২.	শর্করা, প্রোটিন, লিপিড, কাইটিন ইত্যাদি এক বা একাধিক বস্তুর সমন্বয়ে গঠিত বহিরাবরণ (কোষপ্রাচীর) থাকতে পারে।	৮.২.	অনেক প্রাণিভাইরাসের এবং কিছুসংখ্যক উদ্ভিদভাইরাসের লিপোপ্রোটিন বহিরাবরণ আছে। তবে তা কোষ প্রাচীরের অনুরূপ নয়।
৮.৩.	অন্তঃকোষী পর্যায় সব কোষরেখ (cell content) বিশিষ্ট এবং কোষ ঝিল্লি দ্বারা আবৃত পূর্ণাঙ্গ কোষ বা আদিকোষ।	৮.৩.	অন্তঃকোষী (intracellular) পর্যায় কেবল একটি বা একাধিক নগ্ন নিউক্লিক এসিড। ক্যাপসিড ও প্রাবরণ থাকে না।
৯.	নতুন কোষের সৃষ্টি অবশ্যই পূর্বতন কোষ থেকে হয়।	৯	নতুন ভাইরাসের সৃষ্টি পূর্বতন ভাইরাস থেকে হয় না।

	কোষী পরজীবী		ভাইরাস
৯.১.	জননকালে পোষক কোষের মধ্যে সম্পূর্ণ নিজস্ব উদ্যোগে নতুন অপত্য (daughter) কোষ উৎপাদন করে।	৯.১.	এর জনন সর্বাংশে পোষক কোষের উৎপাদন যন্ত্রের সাহায্যে ভাইরাসের জিনীয় নিয়ন্ত্রনে সংঘটিত হয়।
৯.২	এর সংবৃদ্ধি একটি দ্বিভাজন (binary fission) বা বিভাজন (division) প্রক্রিয়া।	৯.২.	এর সংবৃদ্ধি পোষক কোষের ভেতর ভিন্ন ভিন্নভাবে তৈরি সহাংশ (components) সমূহের সংযোজনের (assembly) ফল।

সারণি ১.২–এ আরো কয়েকটি বিশেষ বিষয়ে নাম উল্লেখ পূর্বক কয়েকটি কোষী পরজীবীর সাথে ভাইরাসের সুস্পষ্ট পার্থক্য দেখান হয়েছে।

সারণি ১.২ : ভাইরাস ও অন্য কয়েকটি বিশেষ পরজীবীর তুলনা

	তুলনীয় বিষয়	ব্যাকটেরিয়া	মাইকো-প্লাজমা	রিকেটসি	ক্ল্যামাইডি	ভাইরাস
১.	কৃত্রিম মাধ্যমে উৎপাদনযোগ্যতা	+	+	-	-	-
২.	দ্বিভাজন	+	+	+	+	-
৩.	ছাঁকনযোগ্যতা (ব্যাকটেরিয়ারোধী ছাঁকান কাগজে)	+	+	+	+	-
৪.	DNA ও RNA–র যুগপৎ উপস্থিতি	+	+	+	+	-
৫.	রাইবোজোম বিশিষ্টতা	+	+	+	+	-
৬.	এন্টিবায়োটিক সুবেদিতা	+	+	+	+	-
৭.	ইন্টারফেরন সুবেদিতা	-	-	-	+	+

দ্রষ্টব্য : + = আছে, – = নাই। [F. J. Fenner এবং D. O. White অবলম্বনে]

ভাইরাসের প্রকৃতি

ভাইরাসের প্রকৃতি বিশ্লেষণ করলে দেখা যায় জড় ও জীবের মাঝামাঝি এর অবস্থান। এর প্রকৃতিতে কিছু রয়েছে জড় পদার্থের অণুসুলভ বৈশিষ্ট্য এবং কিছু রয়েছে জীবিত কোষসুলভ বৈশিষ্ট্য। সেজন্যই এর প্রকৃতি সম্বন্ধে প্রচলিত রয়েছে দুটি মতবাদ—

(ক) অণু মতবাদ (molecule theory) এবং
(খ) জীব মতবাদ (organism theory)।

দেখা গেছে, সাধারণত প্রাণরসায়ন বিশেষজ্ঞগণ অণু মতবাদের এবং জীবাণুতাত্ত্বিকগণ জীব মতবাদের সমর্থক।

(ক) অণু মতবাদ—প্রকৃতিগতভাবে ভাইরাস এক বিশেষ ধরনের জড় রাসায়নিক অণু। এ মতবাদের অনুকূলে উল্লেখ্য কয়েকটি যুক্তি—

১. কিছু সংখ্যক ভাইরাস কণা আকারে প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিড অণুর মতোই ছোট[৬]।

২. একটি বিশেষ প্রজাতির সব ভাইরাস কণাই আকার ও আকৃতিতে সম্পূর্ণ এক প্রকার। ভৌত ও রসায়নিক গুণাবলী বিচারেও এদের মধ্যে যে নিখুঁত সমতা দেখা যায় তা কেবল একই ধরনের প্রোটিন অণুসমূহের মধ্যে দৃষ্ট সমতার সাথেই তুলনীয়। জীবজগতে একই প্রজাতির কোনো দুটি জীবের মধ্যে এ ধরনের নিখুঁত সমতা দেখা যায় না।

৩. ভাইরাসের প্রোটিন প্রোটোমার তৈরি ও সেগুলোর বিশেষ সমাবেশের মাধ্যমে ক্যাপসিড গঠন সাধারণ রসায়নিক রীতি অনুসারেই হয়ে থাকে।

৪. কেলাসন (crystalysation) নামক ভৌত প্রক্রিয়ায় জড় পদার্থের মতোই একটি ভাইরাসকেও কেলাসিত করা যায়; জড় পদাথের মতো তরল মাধ্যমে নিলম্বিত (suspended) করা যায় ও অধঃক্ষিপ্ত করা যায়।

৫. অণু মতবাদের প্রবক্তাগণ ভাইরাসের জননকেও একটি অজৈব প্রক্রিয়া বলে প্রমাণ করতে চেষ্টা করেন। জনন সম্পর্কে তাদের ব্যাখ্যা হচ্ছে—পোষক কোষে পূর্ব থেকে উপস্থিত অগ্রবস্তুর (precursor, Northrop. 1938.) সাহায্যে স্বতঃঅনুঘটন (autocatalysis) প্রক্রিয়ায় ভাইরাসের জননক্রিয়া সংঘটিত হয়।

ভাইরাসের জনন সম্বন্ধে ত্রুটিপূর্ণ ব্যাখ্যাই এ মতবাদের সবচেয়ে বড় দুর্বলতা। যে সব কারণে তত্ত্বটি অগ্রহণযোগ্য বিবেচিত হয়েছে, সেগুলো হচ্ছে—

অ. সুস্থ পোষক কোষে কোনো অগ্রবস্তুর সন্ধান এখনও পাওয়া যায়নি।

আ. ভাইরাসের প্রোটিন সংশ্লেষণ ও নিউক্লিক এসিডের অনুলিপন সর্বতোভাবেই উচ্চতর জীবকোষে সংঘটিত উক্ত প্রক্রিয়া-দুটির অনুরূপ।

(খ) জীব মতবাদ—ভাইরাসের প্রকৃতি (nature) বিচার করলে একে জীব বলে বিবেচনা করাই সঙ্গত। প্রধানত নিম্নোক্ত তিনটি বৈশিষ্ট্যের জন্যই জীবাণুবিজ্ঞানীগণ ভাইরাসকে জীব বলে সনাক্ত করেন।

১. প্রতিটি ভাইরাসই নিজের অনুরূপ আর একটি ভাইরাসের জন্মদান করতে পারে।

---

৬. একটি তন্তু প্রোটিনের দুটি পাশাপাশি এমিনো এসিডের দূরত্ব ৩.৫ এংস্ট্রম। একটি DNA তন্তুর পাশাপাশি দুটি বেসের দূরত্ব ৩.৪ এংস্ট্রম। পক্ষান্তরে ক্ষুদ্রতম ভাইরাসের ব্যাস [illegible] মিটারের কাছাকাছি।

BANGLADESH Dhaka

২. ভাইরাসের রয়েছে কৌলিক বা জিনীয় সন্ততি (genetic continuity), অর্থাৎ প্রতিটি ভাইরাস যেমন একটি জিনীয় উৎস থেকে সৃষ্ট, তেমনি প্রতিটি ভাইরাসই আবার নিজস্ব জিনীয় উৎস থেকে পরবর্তী প্রজন্ম উৎপাদন করতে সক্ষম।

৩. দেখা গেছে, ভাইরাস পরিব্যক্ত (mutated) হতে পারে। পরিব্যক্তি (mutation) সংঘটিত হয় এর জিনীয় পর্যায়ে এবং জননের মাধ্যমে তা পরবর্তী প্রজন্মে (generation) সঞ্চালিত (transfered) হয়।

ভাইরাসতত্ত্ব একটি বিজ্ঞান

ফ্রান্সিস বেকন ১৫৪৫ সালে বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধান প্রক্রিয়া হিসেবে একটি গবেষণা পদ্ধতি প্রস্তাব করেছিলেন--পর্যবেক্ষণ (observation), অনুকল্প (hypothesis), পরীক্ষণ (experimentation), তত্ত্ব (theory) এবং প্রাকৃতিক নিয়ম (natural law) বা মহাতত্ত্ব (doctrine)—এ পাঁচটি ব্যবহারিক পর্যায় সমন্বিত পদ্ধতিই বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি[৭] বলে পরিচিত। এটি সহজ, বস্তুনিষ্ঠ, যুক্তিসঙ্গত, বাস্তব ধারণা ও অভিজ্ঞতা সম্মত একটি পদ্ধতি। বিভিন্ন প্রাকৃতিক ঘটনার (phenomenon) বিশ্লেষণ ও অনুধাবনে এটি বিজ্ঞানী সমাজে আদর্শ পদ্ধতি বলে স্বীকৃত। এ পদ্ধতিতে অর্জিত জ্ঞানকেই বৈজ্ঞানিক সত্য বা বিজ্ঞান নামে অভিহিত করা হয়। যে বিষয়ে মহাতত্ত্ব পর্যায়ের এক বা একাধিক উদ্ভাবন রয়েছে, রীতি অনুসারে তাকেই প্রকৃত বিজ্ঞান আখ্যা দেয়া হয়। গত পঞ্চাশ বছরে ভাইরাসতত্ত্বে যে আবিষ্কার হয়েছে তার পরিমাণ যেমন বিপুল, প্রকারেও তা তেমনি বিচিত্র। উক্ত সময়কালে এ বিষয়ে গুরুত্বপূর্ণ অবদান সৃষ্টির জন্য নোবেল পুরস্কারে সম্মানিত হয়েছেন বহু বিজ্ঞানী (সারণি ১.৩)। ভাইরাসের রোগাত্মতা (pathogenicity), জনন, জিনতত্ত্ব (genetics) ইত্যাদি বিষয়ে আবিষ্কারগুলো মানুষের চিন্তার রাজ্যে নতুন দ্বারোদ্ঘাটন করেছে।

জীববিজ্ঞানের বৃহত্তর পরিসরে স্বীকৃত মহাতত্ত্বগুলো—যেমন, বিবর্তনবাদ (theory of evolution), বংশগতি তত্ত্ব (theory of heredity) ইত্যাদি ভাইরাসের ক্ষেত্রেও সত্য বলে প্রমাণিত হয়েছে। তাছাড়া ভাইরাসতত্ত্বেও রয়েছে এমন কিছু আবিষ্কার যেগুলো মহাতত্ত্ব[৮] বলে স্বীকৃত। ভাইরাসতত্ত্ব বর্তমানে একটি বিজ্ঞান মাত্র নয়, বরং জীববিজ্ঞানের একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ এলাকা।

---

৭. বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি : ১. পর্যবেক্ষণ—একটি প্রাকৃতিক ঘটনা পর্যবেক্ষণ। যেমন, নিউটন দেখেছিলেন একটি আপেল গাছ থেকে মাটিতে পড়লো। ২. অনুকল্প—পর্যবেক্ষিত ঘটনার যুক্তিসঙ্গত ব্যাখ্যা। নিউটনের ব্যাখ্যা ছিল, পৃথিবীর আকর্ষণই আপেলটির পতনের কারণ। ৩. পরীক্ষণ—নিউটন যান্ত্রিক পরীক্ষার সাহায্যে অনুকল্পটির সত্যতা প্রমাণ করলেন। ৪. তত্ত্ব—প্রমাণিত অনুকল্পই তত্ত্ব। ৫. মহাতত্ত্ব—দেশে দেশে কালে কালে পুনঃপুন প্রমাণিত তত্ত্বই মহাতত্ত্ব বা প্রাকৃতিক নিয়ম (natural law) বলে অভিহিত হয়।

৮. ভাইরাসতত্ত্বের কয়েকটি মহাতত্ত্ব (doctrine) :
১. মারক চক্র (lytic cycle),
২. ধারক চক্র (lysogenic cycle),
৩. গুণান্তর (transduction),
৪. ভাইরাসের রাসায়নিক প্রকৃতি বিশ্লেষণ, ইত্যাদি।

সারণি ১.৩ : ভাইরাসতত্ত্বে নোবেল পুরস্কার বিজয়ী বিজ্ঞানীগণ—তাঁদের দেশ, পুরস্কারপ্রাপ্তিকালে বয়স এবং অবদান

বিজ্ঞানীর নাম	দেশ ও বয়স[১]	পুরস্কার প্রাপ্তির বছর—অবদান
Wendell Maredith Stanley James Batcheller Sumner John Howard Northrop (চিত্র ১.৩)	USA, 42 USA, 59 USA, 55	১৯৪৬—বিশুদ্ধ কেলাস (crystal)রূপে তামাকের মোজাইক ভাইরাস অন্তরণ (isolation), সংগ্রহ ও এর আণবিক গঠনের বর্ণনা।
John Franklin Enders Thomas Huckle Weller Frederick Chapman Robbins	USA, 57 USA, 39 USA, 38	১৯৫৪—আবাদকৃত অস্নায়ু টিসু মাধ্যমে পোলিও ভাইরাস উৎপাদন (যা থেকে পরে পোলিও টিকা তৈরি হয়) এবং নতুন ভাইরাসের শনাক্তি ও অন্তরণের উন্নত পদ্ধতি উদ্ভাবন।
Andre Lwoff Francois Jacob Jacques Monod (চিত্র ১.৪)	France, 63 France, 45 France, 55	১৯৬৫—একটি ভাইরাস DNA-র পোষক ব্যাকটেরীয় DNA অনুক্রমের (sequence) মধ্যে অঙ্গীভূত (integrated) হওয়া প্রদর্শনের মাধ্যমে ধারকত্ব (lysogeny) প্রমাণ করা এবং মত প্রকাশ, এনজাইম উৎপাদনের মাধ্যমেই জিন কোষের বিপাক নিয়ন্ত্রণ করে।
Francis Peyton Rous Charles Brenton Huggins	USA, 87 Canada, USA, 65	১৯৬৬—ক্যান্সার উৎপাদক ভাইরাস আবিষ্কার এবং প্রস্টেটিক ক্যান্সার চিকিৎসায় হরমোনের ব্যবহার সূচনা, যার ফলেই প্রমাণিত হয় ক্যান্সার নিয়ন্ত্রণে রসায়ন (chemical) ব্যবহারের সম্ভাব্যতা।
Alfred Day Hershey Salvador Edward Luria Max Delbruck (চিত্র ১.৫)	USA, 61 Italy, 57 Germany, USA, 63	১৯৬৯—ভাইরাসের জিনীয় দ্রব্যের (gentic material) গঠন ও অনুলিপন কৌশল বিষয়ে গুরুত্বপূর্ণ আবিষ্কার এবং ভাইরাস, ভাইরাসঘটিত রোগ ও ফাজ সংক্রান্ত গবেষণায় গুরুত্বপূর্ণ অবদান।
David Baltimore[২] Howard Martin Temin Renato Dulbecco (চিত্র ১.৬)	USA, 37 USA, 41 Italy, USA, 61	১৯৭৫—ভাইরাস গবেষণাসূত্রে RNA থেকে DNA উৎপাদক এনজাইম বিপ্রতিলিপক (reverse transcriptase) আবিষ্কার এবং একটি 'সাধারণ কোষ কি করে ক্যান্সার কোষে পরিণত হয়' সে সংক্রান্ত গবেষণা প্রক্রিয়া উদ্ভাবনে অবদান।

বিজ্ঞানীর নাম	দেশ ও বয়স	পুরস্কার প্রাপ্তির বছর—অবদান
Baruch Samuel Blumberg	USA, 51	১৯৭৬—সংক্রামক কুরু[৩] ও
D. Carleton Gajduseck	USA, 53	হেপাটাইটিস-বি রোগের উৎপত্তি ও বিস্তার সংক্রান্ত গবেষণা।
Stanley Cohen	USA	১৯৮৬—কোষের বৃদ্ধি নিয়ন্ত্রক প্রকারণ
Reta Levi-Montalcini	Itali, USA, 77	(growth regulator factor) সমূহ আবিষ্কার এবং টিউমার, জন্মগত রোগ ও অংকো ভাইরাস সংক্রান্ত গবেষণা।
Gertrude Belle Elion	USA, 70	১৯৮৮—অস্ত্রক্ষত ও হৃদরোগের ওষুধ
George Herbert Hitchings	USA, 83	যথাক্রমে 'সিমেটিডিন' ও 'প্রপ্রানলল'
Sir James Black	Great Britain	প্রস্তুতি এবং হার্পিস, লিউকেমিয়া ও এইডস্-এর চিকিৎসায় ব্যবহার্য এন্টিমেটাবোলাইট উৎপাদনসহ ওষুধ উৎপাদনে গুরুত্বপূর্ণ অবদান।
Harold Elliot Varmus	USA, 50	১৯৮৯—সব ক্যান্সারেরই উৎপত্তি
J. Michael Bishop	USA, 36	পর্যায়ের (আপাত প্রতীয়মান) সাধারণ ক্রিয়াপথ আবিষ্কার ও সেজন্য বিনষ্ট (damaged) জিনের ভূমিকা ব্যাখ্যা এবং মত প্রকাশ, মানবের জিনীয় তন্ত্রের মধ্যেই নিহিত থাকে ক্যান্সারের বীজ।

দ্রষ্টব্য : ১. পুরস্কার প্রাপ্তিকালে বয়স।

২. তৃতীয় কলমে বর্ণিত কর্মের প্রথমার্ধ বাল্টিমোর একক ও স্বতন্ত্রভাবে করেছিলেন।

৩. নিউগিনির স্বজাতিভুক (cannibal) নারীদের ধীরভাইরাসঘটিত এক মারাত্মক রোগ।

মানব চোখের দৃষ্টি সীমার বাইরে (১৭০ মাইক্রোমিটারের কম ব্যাসবিশিষ্ট) যে জীবজগৎ আলোক অণুবীক্ষণের দ্বার পেরিয়ে ১৬৭৬ সালে বিজ্ঞানী লিউয়েনহুক আবিষ্কার করেন, শতাধিক বছর পরে তাই ব্যাকটেরিয়া ও অনুরূপজীবদের এক বিরাট জগৎরূপে জীবাণুবিদদের চোখের সম্মুখে প্রকাশিত হয়। কিন্তু ঊনবিংশ শতকের প্রথম থেকেই আলোক অণুবীক্ষণের বিশ্লেষণ সীমার বাইরে (৪২৬ ন্যানোমিটারের কম ব্যাসবিশিষ্ট) আরো একটি জীবজগতের অস্তিত্ব বহু বিজ্ঞানীই ধারণা করেছিলেন, কিন্তু তখন আলোক অণুবীক্ষণের বিশ্লেষণ সীমার বাইরে অবস্থিত সে জগৎ চাক্ষুস ও স্পষ্টভাবে প্রত্যক্ষ করা সম্ভব হচ্ছিল না। আলোক আণুবীক্ষণিক জীবের চেয়ে বহুগুণ ক্ষুদ্র জীবসমূহ অধ্যুষিত সে জগৎ প্রধানত ভাইরাসের জগত। ইলেকট্রন অণুবীক্ষণের মধ্য দিয়ে নানা আকার, আকৃতি ও প্রকৃতির ভাইরাসের সে বিচিত্র জগৎ যখন মানুষের চোখে স্পষ্ট হয়ে ধরা দিল, কেবল দর্শনযোগ্য বৈশিষ্ট্যের জন্যই নয়, জীব হিসেবে আরো অনেক অনন্য (unique) বৈশিষ্ট্যের জন্যও সে জগতের বাসিন্দাগণ মানুষেব অধিকতর মনযোগ ও বিস্ময় আকর্ষণ করেছে দিনে দিনে।

বিজ্ঞানী স্ট্যানলি যখন (১৯৩৫ সালে) বিশুদ্ধ রাসায়নিক কেলাসের (crystal) মতো ভাইরাস অন্তরিত (isolate) ও সংগ্রহ (collect) করতে সক্ষম হন, দেখা গেল এরা কেবল আপাত দৃষ্টিতেই জড় রসায়নের (chemical) মতো নয়, আচরণেও এরা জড়সুলভ বৈশিষ্ট্য প্রদর্শন করে। এরা তরল মাধ্যমে নিলম্বিত (suspended) ও অধঃক্ষিপ্ত (precipitated) হয়, আবার অর্ধকঠিন (semisolid) আগার জেলের (gel) মধ্যদিয়ে ব্যাপিতও (defused) হতে পারে। এমন কি এসব ভৌত (physical) প্রক্রিয়ার মধ্য দিয়ে পরিচালিত হওয়ার পরও এরা সংক্রমণ ক্ষমতা বজায় রাখে।

মার্কিন ভাইরাসবিদ লুরিয়া বলেন, এরা কেবল ক্ষুদ্রতম জীবই নয়, জীব হিসেবেও এরা স্বতন্ত্র (different)। অন্যদিকে ভৌত ও আণবিক গঠন বিচারে অন্য সব জীবের তুলনায় সরল হলেও সংক্রমণ (infection) ও অভিযোজন (adaptation) নৈপুণ্যে এরা আরো প্রাগ্রসর (advanced)। মানুষের ধারণায় সব মিলিয়ে এরা জীব ও জীবিত বস্তু সম্বন্ধে এক নতুন মাত্রা যুক্ত করেছে।

ব্যাকটেরীয় ভাইরাস যখন আবিষ্কৃত হলো তখন এর পরজীবীতা (parasitism) পদ্ধতির অভিনবত্ব বিজ্ঞানী মহলে চমক সৃষ্টি করল। পরে যখন ফাজ (phage) গবেষণা ব্যাকটেরীয় বংশগতি (heridity) গবেষণার সাথে সমন্বিত করা সম্ভব হলো, তখন জীববিজ্ঞানের অনেক মৌলিক সমস্যার সরলীকরণ সম্ভব হলো ও বহু সমস্যা সমাধানের দ্বারপ্রান্তে উপনীত হলো। উপকোষীয় (subcellular) জীব ভাইরাস গাঠনিক (structural) বিবেচনায় একটি বৃহদাণু (macromolecule)। তাই জীবনের কোষী ও আণবিক ভিত্তি অনুধাবনের জন্য ভাইরাস গবেষণাই সম্ভবত সহজতম এবং সর্বোৎকৃষ্ট উপায়। তদুপরি উপগ্রহ ভাইরাস (satellite virus), ভিরয়েড (viroid), প্রিয়ন (prion) ইত্যাদি আবিষ্কারের ফলে আণবিক জীববিদ্যার (molecular biology) অধিকাংশ গবেষণা এখন ভাইরাসবিদদের আয়ত্তে।

পৃথিবীতে জীবনের উন্মেষ (origin) ও বিবর্তন (evolution) রহস্য আর অনধিগম্য (unknowable) নয়, বলা যায় এ উপলব্ধির বহুলাংশ ভাইরাস গবেষণার অবদান (contribution)। বর্তমানে ভাইরাসতত্ত্বের তাত্ত্বিক ও তাথ্যিক (factual) সঞ্চয়ের (compilation) পরিমাণ ও বৈচিত্র্য (variety), এর অন্তর্নিহিত (internal) বিকাশধর্মিতা (expansivity) ও সার্বিকরণ (generalization) একে একটি সত্যিকার বিজ্ঞানে পরিণত করেছে।

প্রাথমিকভাবে ভাইরাসতত্ত্বের গবেষণা শুরু হয়েছিল মানুষ এবং গৃহপালিত (domestic) উদ্ভিদ ও প্রাণীর রোগ সংক্রান্ত গবেষণা নিয়ে। অবশ্য এখনও রোগতত্ত্ব (pathology) ভাইরাস গবেষণার একটি গুরুত্বপূর্ণ এলাকাই শুধু নয়, বর্তমানে এ ফলিত (applied) বিষয়ে গবেষণার পরিসর (extent), প্রয়োজন ও সম্ভাবনা (prospect) বৃদ্ধি পেয়েছে বিপুল পরিমাণে। বলা যায়, এর চর্চা (study) ও গবেষণা লাভ করেছে বহুমাত্রিক (multidimentional) বিস্তৃতি। বস্তুতঃ বর্তমানে ভাইরাস গবেষণার ক্ষেত্র ও পরিসর যে কতো বৃদ্ধি পেয়েছে তা খুব সংক্ষেপে বর্ণনা করাও সম্ভব নয়। উপরন্তু, গবেষণার আরো নতুন নতুন ক্ষেত্র ও শাখা সৃষ্টি হচ্ছে, সৃষ্টির প্রয়োজন দেখা দিচ্ছে দিনে দিনে।

ভাইরাস ও মানুষ

মানুষের জীবনে এবং মানব সমাজে ভাইরাসের গুরুত্ব বর্ণনার অপেক্ষা রাখে না। মানুষের জন্য ভাইরাস উপকারক না অপকারক এ প্রসঙ্গে সেটিও সবচেয়ে বড় প্রশ্ন নয় ; সবচেয়ে বড় প্রশ্ন হচ্ছে—যেহেতু ভাইরাসকে সমাজ থেকে এবং মানুষের জীবন থেকে বাদ দেয়া বর্তমানে যেমন সম্ভব নয়, ভবিষ্যতেও কখনও সম্ভব হবে বলে মনে হয় না এবং যতোদূর জানা যায়, অতীতেও মানুষের সাথে ভাইরাসের ছিল অচ্ছেদ্য সহঅবস্থান, সেহেতু মানুষের সব ব্যক্তিগত ও সামাজিক পরিকল্পনায় একে বিবেচনার বিষয়ীভূত রাখতেই হবে।

মানুষ, পশু ও উদ্ভিদের বহু গুরুতর সংক্রামক রোগ ভাইরাসঘটিত। তন্মধ্যে কিছু সংখ্যক অত্যন্ত মারাত্মক ও ঘাতক রোগ বলে পরিচিত, যেমন—মানুষের বসন্ত, পোলিও, জলাতঙ্ক, ক্যান্সার, এবোলা, এন্ডিস, হেপাটাইটিস বি, জি ও এফ ; গবাদির মুখ ও পায়ের রোগ (foot and mouth disease of cattle), কুকুরের র‍্যাবিস (rabies), পাখির সারকোমা (sarcoma) ক্যান্সার ; ধানের টুংগ্রো (tungro) ও বামন রোগ (dwarf disease), আলুর পাতা গুটানো (leaf roll) রোগ, তামাক, আলু ও টমেটোর মোজাইক (mosaic) রোগ ইত্যাদি। গৃহপালিত উদ্ভিদ ও প্রাণীর এমন অনেক রোগ আছে যেগুলো অনেক সময়, আমাদের বিরাট আর্থিক ক্ষতির কারণ হয়ে দাঁড়ায়। মানুষের সর্দি, ফ্লু, জলবসন্ত সাধারণভাবে ঘাতক না হলেও খুবই সংক্রামক ও ক্লেশদায়ক। বর্তমান চিকিৎসা বিজ্ঞানের জন্য সম্ভবত সবচেয়ে বড় চ্যালেঞ্জ এইডস, ক্যান্সার এবং আরো নতুন নতুন ভাইরাস। ইতিহাস থেকে জানা যায়, অতীতে পৃথিবীতে এমন কিছু ধ্বংসাত্মক রোগ দেখা দিয়েছিল সেগুলো ছিল মানব সভ্যতার জন্য হুমকি স্বরূপ। গুটি বসন্ত এমনই একটি প্রাচীন ও ভয়াবহ ভাইরাস রোগ, যা কোথাও কোথাও সম্পূর্ণ জনপদ ধ্বংস করে দিয়েছিল।

ভাইরাসের যে বৈশিষ্ট্য একে জীব হিসেবে সম্পূর্ণ স্বতন্ত্র এবং বিশেষ এক অস্তিত্ব হিসেবে পরিচিতি দিয়েছে, তা হচ্ছে কিছু সংখ্যক কোষী বিক্রিয়া এর একান্ত নিয়ন্ত্রণাধীন। পোষক কোষের ভিতরে অবস্থানকালে উক্ত বিশেষ ক্ষমতাবলে কোষেরই উৎপাদন যন্ত্র (synthetic machinery) ব্যবহার করে ভাইরাস নিজের সংবৃদ্ধি (multiplication) ঘটায়। বাইরে থেকে এর বৃদ্ধি, প্রতিরোধ বা নিয়ন্ত্রণ করার জন্য মানুষের বর্তমান রাসায়নিক ব্যবস্থা খুব বেশি ফলপ্রসূ নয়। অবশ্য বর্তমানে ভাইরাসের উক্ত চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যকেই কৌশল হিসেবে ব্যবহার করে বিজ্ঞানীগণ এটি প্রতিরোধের জন্য বিশেষ নির্বাচিত রাসায়নিক প্রতিবিক্রিয়ার (antireaction) কথা ভাবছেন। আশা করা যাচ্ছে সে চেষ্টা অদূর ভবিষ্যতেই সফল হবে এবং ভাইরাসঘটিত রোগসমূহ নিশ্চিতভাবে নিরাময়কারী ওষুধ আবিষ্কার সম্ভব হবে। শুধু রাসায়নিক ব্যবস্থাই নয়, ভাইরাস রোগের প্রতিষেধক হিসেবে সরাসরি ভাইরাসের ব্যবহার একটি অতি প্রাচীন ব্যবস্থা। বসন্ত, জলাতঙ্ক, পোলিও, পীতজ্বর, হাম, ফ্লু ও মাম্পসের ক্ষেত্রে এ ব্যবস্থা নিশ্চিতভাবে ফলপ্রসূ হয়েছে। ভবিষ্যতে এ ব্যবস্থাকে আরো উন্নত করার এবং আরো অনেক রোগের ক্ষেত্রে কার্যকরভাবে ব্যবহার করার জন্য চেষ্টা অব্যাহত রয়েছে।

আণবিক জীববিজ্ঞানীগণ ভাইরাসকে একটি অত্যুৎকৃষ্ট ও সুলভ জীবিত বৃহদাণুর (macromolecule) মডেল বলে মনে করেন। প্রোটিন খোলকে (shall) আবৃত সীমিত

দৈর্ঘ্যের জিন (gene) সূত্র দিয়ে তৈরি এ সরলতম জীবকে তাঁরা জীবদেহের যেকোনো মৌলিক সমস্যা অনুধাবনে এবং আণবিক পর্যায় পর্যন্ত এর কারণ অনুসন্ধানে ব্যবহার্য সর্বোৎকৃষ্ট মাধ্যম বলে বিবেচনা করেন। তাই বর্তমানে ভাইরাস গবেষণায় অধিকাংশ পরিকল্পনা বিন্যস্ত হয় সে দৃষ্টিকোণ থেকেই। ভাইরাস জিনোমে যে জিনীয় তথ্য (genetic information) সঙ্কেতবদ্ধ (encoded) থাকে তা এর পোষক জিনোম থেকে ভিন্নতর ; ফলে উভয় জিনোমেরই অনুলিপন (replication) ও অভিব্যক্তি (expression) কি করে নিয়ন্ত্রিত হয় তা অনুধাবনেরও সর্বোৎকৃষ্ট ও নির্বিঘ্ন সুযোগ একমাত্র ভাইরাসই আমাদের দিতে পারে। জীবজগতের একেবারে মৌলিক পর্যায়ের কার্যাবলী বিবেচনা করলে দেখা যায় যে, ভাইরাস ও উচ্চতর জীবে মূলত কোনো পার্থক্য নেই। উভয় ক্ষেত্রে একই পারমাণবিক ও রাসায়নিক নিয়মাবলী ক্রিয়াশীল। তাই জীব জগতের বহু মৌলিক বিষয় ও প্রক্রিয়ার রহস্য অনুধাবন যা উচ্চতর জীবের গবেষণায় সহজ নয় এমনকি অনেক ক্ষেত্রে সম্ভবও নয়, সরলতম জীবনের আণবিক মডেল ভাইরাসের গবেষণায় তা সম্ভব এবং সহজ হবে বলেই ভাইরাসবিদগণ মনে করেন। রোগতত্ত্ব ও জিনতত্ত্বের গবেষণায় যে বড় ধরনের সাফল্যের আভাস ইতোমধ্যে পাওয়া গেছে, অদূর ভবিষ্যতেই তা অর্জিত হবে বলে তাঁরা আশাবাদী।

উচ্চতর জীবকে গবেষণা–উপকরণ হিসেবে ব্যবহারে রয়েছে নানা বিধিনিষেধ, উপরন্তু তা অত্যন্ত সময় ও খরচসাপেক্ষ। ভাইরাস গবেষণায় এগুলো কখনই কোন সমস্যা হিসেবে বিবেচিত হয়নি। তদুপরি জীববিজ্ঞানের প্রতিটি গবেষণা–উদ্যোগের ফলাফল একেবারে আণবিক পর্যায় পর্যন্ত পর্যবেক্ষণের জন্য ভাইরাসই সহজ ও সুলভতম মাধ্যম। তাই বলা যায়, মানুষের বহু অমীমাংসিত জীববৈজ্ঞানিক সমস্যার সমাধান এবং বহু অন্যায়ত্ত মানবিক কল্যাণ–উদ্যোগে সাফল্যের জন্য উজ্জ্বলতম সম্ভাবনার পথ সম্ভবত এটিই।

ভাইরাসতত্ত্বের ইতিহাস

ভাইরাসের বয়স যে মানব সভ্যতার বয়সের চেয়ে কম নয় তার প্রমাণ, মিশরে পিরামিডে সংরক্ষিত কোনো কোনো মমির (খ্রিস্টপূর্ব ১৪০০–১০০০ অব্দের) দেহে বসন্ত–চিহ্ন দেখা গেছে। মনে করা হয়, ভাইরাস সর্বদাই মানুষের সাথে ছিল, এখনও আছে এবং বলা যায়, ভবিষ্যতেও থাকবে। ভাইরাসের উৎপত্তি সম্বন্ধে একাধিক তাত্ত্বিক মতবাদ প্রচলিত আছে। একটি মত অনুযায়ী, এ সরলতম জীবটির উৎপত্তি হয়েছিল জীবনোন্মেষের প্রাথমিক সময়েই (ভূতাত্ত্বিক বর্ষ গণনায় প্রায় তিন বিলিয়ন বছর বা তিন শত কোটি বছর পূর্বে)। কিন্তু ঐতিহাসিক তথ্য তথা লিখিত দলিলী হিসাবে যা পাওয়া যায় তার বয়সও প্রায় সাড়ে তিন হাজার বছর। মিশর, চীন ও ভারতের প্রাচীন সাহিত্য ও সভ্যতার ইতিহাস থেকে যতোদূর জানা যায়, বসন্ত, সর্দি ও ইনফ্লুয়েঞ্জা ইত্যাদি ভাইরাস রোগ অতি প্রাচীনকাল থেকেই উপর্যুক্ত এলাকাসমূহে ছিল। সম্ভবত ইতিহাসোক্ত প্রাচীনতম মারাত্মক রোগ বসন্ত। পরোক্ষ প্রমাণ থেকে বলা যায়, প্রাগৈতিহাসিক সময়ে কোথাও কোথাও সম্পূর্ণ জনপদ ধ্বংস হয়ে গেছে এর আক্রমণে। ইতিহাসের এক হিসেবে বলা হয়েছে, একমাত্র অষ্টাদশ শতাব্দীতেই বসন্তে মৃত্যুর সংখ্যা ছিল ছয় কোটিরও বেশি (Smith, ১৯৬২)। সর্দি যদিও কোনো কালেই গুরুতর রোগ হিসেবে স্বীকৃত হয়নি, তবু প্রাচীন ইতিহাসে উল্লেখ আছে সর্দিরও। প্রাচ্যের কোন দেশে ইনফ্লুয়েঞ্জা তেমন গুরুতর রোগ বলে পরিচিত না হলেও পাশ্চাত্যের অনেক দেশে প্রাচীনকাল থেকেই এটি একটি ঘাতক রোগ বলে পরিচিত। যুক্তরাজ্যেই ১৯১৮–'১৯ সালে এ রোগে

মৃত্যুর সংখ্যা ছিল প্রায় দেড় লক্ষ (Smith, ১৯৬২)। ভারতেও এ রোগের প্রকোপ দেখা গেছে বিভিন্ন সময়ে। অতি প্রাচীনকাল থেকে পরিচিত আর একটি মারাত্মক মানব ভাইরাস রোগ পীতজ্বর (yellow fever)। আফ্রিকার উষ্ণ অঞ্চলের রোগ বলে পরিচিত এ রোগটি কলম্বাসের আমেরিকা অবিষ্কারের পর মধ্য আমেরিকায় ছড়িয়ে পড়ে। ১৭৯১ সালের পর ইয়োরোপ ও এশিয়ার বিভিন্ন দেশে এর প্রকোপ দেখা গেছে বিভিন্ন সময়ে। ইতিহাস আছে, ১৮০১ সালে নেপোলিয়ন বোনাপার্টি ২৫,০০০ সৈন্য পাঠিয়েছিলেন হাইতি দ্বীপের বিদ্রোহ দমনের জন্য। কিন্তু তিন বছর পর পরাজিত হয়ে ফিরে এল মাত্র তিন হাজার সৈন্য। ২২ হাজার সৈন্য নিহত হয়েছিল সেদ্বীপে, অবশ্য মানব-বিদ্রোহীদের প্রতিরোধে নয়, পীতজ্বর ভাইরাসের আক্রমণে।

যতোদূর জানা যায়, উদ্ভিদের সবচেয়ে প্রাচীন ভাইরাস রোগ ভগ্ন টিউলিপ (Broken tulip) বা টিউলিপের বর্ণ ভগ্নতা (colour break of tulip)। ১৫৭৬ সালে প্রকাশিত ক্যারোলাস ক্লুসিয়াসের (Carolus Clusius) পুস্তকে সর্বপ্রথম বিচিত্র বর্ণের টিউলিপ ফুলের কথা উল্লেখিত হয়। সপ্তদশ শতাব্দীতে বিচিত্র বর্ণের এ টিউলিপ এতই জনপ্রিয় ছিল যে, তখন এর মালিকানা বিবেচিত হতো সামাজিক মর্যাদার প্রতীক বলে। তখন অবশ্য জানা ছিল না যে, এটি একটি ভাইরাস সংক্রমিত রোগ। সর্বপ্রথম একে রোগ বলে অনুমান করা হয় ১৬৭০ সালে 'Trait des Tulip' নামক পুস্তকে। ১৭১৫ সালে 'Art of Gardening' পুস্তকে 'বেল ফুলের সংক্রামক বিবর্ণতা' (transmissible discolouration of jesmin) শীর্ষক যে বিবরণ পাওয়া যায় তা বস্তুত মোজাইকেরই বর্ণনা। ১৭৬৫ সালের কয়েকটি রচনায় আলুর পাতা গুটানো (leaf roll) রোগও এর কারণ সম্বন্ধে কয়েকজন বিজ্ঞানীর মতামত প্রকাশিত হয়। উনিশ শতকের ঠিক মাঝামাঝি সময়ে *Abutilon striatum*-এর একটি বহুবর্ণ জাত (variety) খুব জনপ্রিয় ছিল। পরে জানা গেছে, এটিও ছিল একটি ভাইরাস সংক্রমিত রোগ।

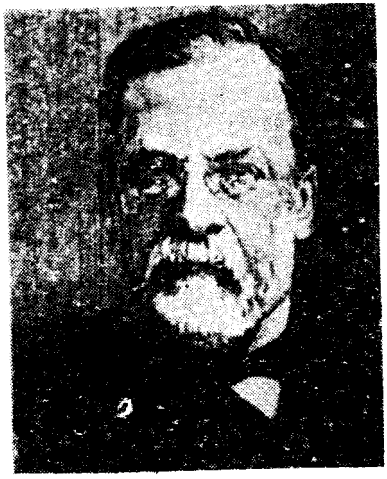
সেই সুদূর প্রাচীনকালে রোগের কারণ সম্বন্ধে মানুষের কোনো ধারণাই ছিল না। রোগ সম্বন্ধে সমাজে প্রচলিত ছিল নানা অন্ধ বিশ্বাস ও কুসংস্কার। রোগকে মনে করা হতো 'আসমানী বালা', 'দেবতার ক্রোধ', 'অপদেবতার প্রভাব', 'devine rath' ইত্যাদি। রোগের প্রতিকারের জন্য তখন মানুষ শরণাপন্ন হতো পীর-ফকির ও সাধু-সন্ন্যাসীদের। তাবিজ মাদুলি, ঝাড়-ফুঁক এবং নানা প্রকার তদবির ও পূজা ইত্যাদির ব্যবস্থা দেয়া হতো রোগ নিরাময়ের জন্য। সত্য বলতে কি, সে কুসংস্কার ও জ্ঞানান্ধতা এখনও সমাজ থেকে দূর হয়নি। আমাদের প্রাচ্য দেশীয় সমাজ থেকে যে দূর হয়নি, তা বলাই বাহুল্য। পোলিও, জন্ডিস, ক্যান্সার ইত্যাদি ভাইরাসরোগকে এখনও দুরারোগ্য বলা যেতে পারে, ক্ষেত্র বিশেষে ত বটেই ; এগুলো না হয় বিবেচনার বাইরেই রইল, কিন্তু বসন্ত , কলেরা[৯], যক্ষ্মা[১০], টাইফয়েড[১১] ইত্যাদি যেসব রোগের প্রতিষ্ঠিত ও প্রায় নিশ্চিত চিকিৎসা ব্যবস্থা রয়েছে, সেসব রোগের চিকিৎসার জন্যও এখনও এদেশের বহুলোক ঝাড়-ফুঁক ও সাধু-দরবেশের দ্বারস্থ হন।

---

৯. ব্যাকটেরীয় রোগ।
১০. ব্যাকটেরীয় রোগ।
১১. ব্যাকটেীয় রোগ।

ভাইরাস প্রতিরোধে সর্বপ্রথম বৈজ্ঞানিক তৎপরতার সূত্রপাত হয়েছিল যে ঘটনার মধ্য দিয়ে, বৈজ্ঞানিক মূল্যায়নে এবং সময়ের বিচারে তা ছিল একটি অত্যন্ত প্রাগ্রসর (advanced) ঘটনা। ১৭৯৬ সালে যখন ব্যাক্টেরিয়া সম্বন্ধেই খুব সামান্য জানা সম্ভব হয়েছে, ইংল্যান্ডের চিকিৎসক এডওয়ার্ড জেনার (Adward Jenner) ভাইরাস সম্বন্ধে কিছু না জেনেই আকস্মিকভাবে বসন্তের টীকা আবিষ্কার করতে সমর্থ হন। তাঁর সূক্ষ্ম ও নির্ভুল পর্যবেক্ষণ ক্ষমতার জন্যই তা সম্ভব হয়েছিল। তিনি লক্ষ্য করেন, গব্য খামারে (dairy farm) যারা গরু দোহন করে তাদের হাতে নিয়মিতভাবে বসন্তের মতো ছোট ছোট স্ফোটক সৃষ্টি হলেও তারা কখনও বসন্তে আক্রান্ত হয় না। তখন একটি বিশেষ ধারণার উপর ভিত্তি করে পরীক্ষামূলকভাবে তিনি গোবসন্তের পুঁজ থেকে টীকা তৈরি করতে চেষ্টা করেন এবং সফল হন। টীকার ধারণার এটিই সূত্রপাত এবং এটি চিকিৎসা বিজ্ঞান ও ভাইরাসতত্ত্বের ইতিহাসেও একটি মাইল ফলক (mile stone)।

প্রায় একশ বছর পরের ঘটনা। লুই পাস্তর (Luis Pasteur) ১৮৬৫ সালে (চিত্র ১.১) এবং রবার্ট কখ (Robert Koch) ১৮৭৬ সালে স্বতন্ত্রভাবে রোগের জীবাণুতাত্ত্বিক কারণ (Germ theory of disease) আবিষ্কার করেন। অর্থাৎ তাঁরা নিশ্চিতভাবে প্রমাণ করেন, সংক্রামক রোগের কারণ জীবাণুর সংক্রমণ (Contagium vivum)। যদিও তাঁদের গবেষণা ছিল ব্যাকটেরিয়া ও প্রোটোজোয়াঘটিত রোগ নিয়ে তবু বলা যায় তারই ধারাবাহিকতায় গবেষণার একটু অগ্রবর্তী পর্যায়েই আবিষ্কৃত হয় ভাইরাস।



চিত্র ১.১ : লুই পাস্তর (Luis Pasteur)। ভাইরাস সম্বন্ধে প্রায় কিছু না জেনেই এবং এর আণুবীক্ষণিক পর্যবেক্ষণ সম্ভব হবার পূর্বেই (১৮৮০ সালে) র‍্যাবিস ভাইরাসের প্রতিষেধক আবিষ্কার করতে সক্ষম হন। (নোবেল পুরস্কারের প্রবর্তন হয় ১৯০১ সাল থেকে। জীববিজ্ঞানে পাস্তরের আরো একাধিক এমন অবদান রয়েছে, যেগুলো অনেকেই মনে করেন, নোবেল পুরস্কারযোগ্য।)

১৮৮০, পাস্তুর জলাতঙ্ক (hydrophobia) রোগ নিয়ে গবেষণা করেন এবং প্রমাণ করেন এটি একটি সংক্রামক রোগ এবং ব্যাকটেরিয়া ঘটিত রোগ নয়। তিনি এর প্রতিষেধক (antidote) আবিষ্কার করতেও সক্ষম হন। কিন্তু সর্বপ্রযত্নে চেষ্টা করেও তিনি এর রোগাত্মকের (pathogen) প্রকৃতি নিরূপণ (ditermine) করতে অসমর্থ হন এবং মন্তব্য করেন, "উপাণুবীক্ষণিক (submicroscopic), সংজ্ঞাতীত (undefinable) এবং দুর্জ্ঞেয় (obscure) কোনো রোগাত্মক এ রোগের জন্য দায়ী।"

উনিশ শতকের শেষ দিকে তামাকের মোজাইক রোগ ইয়োরোপের বিভিন্ন দেশে তামাক উৎপাদনের ক্ষেত্রে গুরুতর সমস্যা হিসেবে দেখা দেয়। জার্মানীর কৃষি গবেষণা কেন্দ্রের পরিচালক বিজ্ঞানী এডলফ মায়ার[১২] (Adolf Mayer, ১৮৮৬) এ রোগ সম্বন্ধে গবেষণাকালে লক্ষ্য করেন যে, রুগ্ন গাছের রস সুস্থ গাছে প্রবিষ্ট করিয়ে (inoculate) রোগ সংক্রমণ ঘটানো যায়, অথচ সে রসে কোনো জীবাণুর অস্তিত্ব খুঁজে পাওয়া না। তিনি আরো লক্ষ্য করেন, সে রসকে ৫৫° সে. পর্যন্ত উত্তপ্ত করলে তা রোগ সংক্রমণ ক্ষমতা হারায়।

১৮৯১, স্মিথ (E. F. Smith) পীচ হলদে (peach yellow) রোগ নিয়ে গবেষণা করেন। তিনি দেখেন যে এটিও এমন একটি রোগ যা সংস্পর্শ দিয়ে সংক্রমিত হয় এবং এরও রোগাত্মক (pathogen) খুঁজে পাওয়া যায় না।

১৮৮২, বিজ্ঞানী দিমিত্রি আইভানোভসকি (Dimitri Ivanovski) লক্ষ্য করেন, মায়ার বিবৃত মোজাইক আক্রান্ত তামাক গাছের রস (extract) ব্যাকটেরিয়ারোধী ছাঁকনি[১৩] (bacteria proof filter) দিয়ে ছাঁকার পরও সংক্রমণ ক্ষমতা মুক্ত হয় না। তিনি একে ছাঁকনযোগ্য রোগাত্মক (filtrable pathogen) বলে অভিহিত করেন।

১৮৯৬, হল্যান্ডের জীবাণুবিদ বাইজেরিঙ্ক (Beijerinck) অণুপুঙ্খ গবেষণার পর মন্তব্য করেন যে, তামাকের মোজাইক রোগের কারণ একটি জীবন্ত সংক্রামী তরল রোগাত্মক (Contagium vivum fluidum)। অর্থাৎ কেউই তামাকের মোজাইক ভাইরাসের এ ছাঁকনযোগ্যতার কারণ ও তাৎপর্য অনুধাবন করতে পারেননি।

এরপর ১৮৯২–১৯৩০ সময়কালে বহু বিজ্ঞানী বহুসংখ্যক ভাইরাস রোগ নিয়ে গবেষণা করেন। প্রতি ক্ষেত্রেই রোগের ছাঁকনযোগ্যতা (filtrability) প্রত্যক্ষ করা ছাড়া এ ৪০ বছরে ভাইরাস গবেষণায় আর বিশেষ কোনো অগ্রগতি সম্ভব হয় নি। উদাহরণস্বরূপ কয়েকটি ঘটনা উল্লেখ করা যেতে পারে।

১৮৯৪, হাশিমটো (Hashimoto) ও তাঁর সহযোগীগণ জাপানে ধানের বামন রোগের (dwarf disease) ছাঁকনযোগ্যতা পর্যবেক্ষণ করেন। হাশিমটো আরো লক্ষ্য করেন যে, ধানের এ রোগটির বিস্তারে *Nephotattix apicalis* নামক পতঙ্গ বাহকের ভূমিকা পালন করে। রোগতত্ত্বের ইতিহাসে পতঙ্গকে বাহক (insect vector) হিসেবে শনাক্তির ঘটনা সম্ভবত এটিই প্রথম। অবশ্য হাশিমটোর এ বিশেষ কাজ পাশ্চাত্যের বিজ্ঞানীদের নজরে আসে অনেক পরে।

---

১২. মায়ারই সর্বপ্রথম একে মোজাইকের মত (mosaikkrankheit) বলে বর্ণনা করেন।

১৩. Chamberland Roux filter এবং চীনা মাটির তৈরি ছাঁকনি তরল মাধ্যমে নিলম্বিত (suspended) ব্যাক্টেরিয়া পৃথক করার জন্য সে সময় ব্যবহৃত হত।

১৮৯৮, লোফলার (F. Loeffler) ও ফ্রসক (A. Frosch) গবাদির মুখ ও পায়ের রোগ (Foot and mouth disease of cattle) নিয়ে গবেষণাকালে দেখতে পান, এর রোগাত্মকও ছাঁকনযোগ্য। তবু তাঁরা মত প্রকাশ করেন, 'এগুলো কণাকার (particulate), তবে ভিন্ন প্রকৃতির'।

বিশ শতকের প্রারম্ভে মধ্য আমেরিকার বিভিন্ন দেশে গুরুতর সংক্রামক রোগরূপে পীতজ্বরের প্রকোপ দেখা দেয়। পানামায় মহামারীরূপেও রোগটি বিভিন্ন সময়ে দেখা দিয়েছিল। সে সময় যুক্তরাষ্ট্র সরকার এ রোগ সম্বন্ধে গবেষণার জন্য চিকিৎসক ওয়ালটার রিডের (Walter Reed) নেতৃত্বে একটি কমিশন গঠন করেন। উক্ত কমিশনের সদস্য হিসেবে কিউবার চিকিৎসা বিজ্ঞানী কার্লোস ফিনলে (Curlos Finley, ১৯০১) পীতজ্বর নিয়ে গবেষণাকালে দেখতে পান, এর রোগাত্মকও ছাঁকনযোগ্য। এ রোগের বিস্তারে একটি বাহক পতঙ্গের ভূমিকাও তিনি প্রমাণ করেন। পাশ্চাত্যের বিজ্ঞানীদের মধ্যে তিনিই প্রথম রোগ বিস্তারে সহায়ক ভূমিকা পালনকারী হিসেবে বাহক পতঙ্গের (insect vector) উপস্থিতি প্রমাণ করেন। এর ফলে একটি নতুন বিষয়ের প্রতি বিজ্ঞানীদের দৃষ্টি আকৃষ্ট হয়।

১৯০৩, আমেরিকার বিজ্ঞানী বল (Ball), এডামস (Adams) এবং শ (Shaw) বীটের কুঞ্চিত শীর্ষ (curly top of sugar beet) রোগ এর সাথে *Eutettix tenella* নামক পত্রভুক পতঙ্গের একই ধরনের যোগাযোগ লক্ষ্য করেন। পরে, ১৯১৫ সালে বিষয়টি পরীক্ষামূলকভাবে প্রমাণ করেন বিজ্ঞানী স্মিথ ও বংকুয়েট (Smith and Bonquet)।

১৯০৩, ড. নেগ্রি (Dr. Negri) কুকুরের র‍্যাবিস (Rabies) রোগকে ছাঁকনযোগ্য সংক্রমণ বলে প্রমাণ করেন। তিনি এ রোগে আক্রান্ত কুকুরের স্নায়ুকোষে এক প্রকার কেলাসের (crystal) উপস্থিতি লক্ষ্য করেন।

১৯০৯, মানুষের রক্তের গ্রুপ আবিষ্কারক ডা. কার্ল ল্যান্ডস্টেইনার (Dr. Karl Landsteiner) ও তাঁর সহযোগীগণ পোলিও রোগেরও অনুরূপ রোগাত্মক (pathogen) পর্যবেক্ষণ করেন।

১৯১১, মার্কিন ভাইরাসবিদ পি. রাউস (P. Rous) দেখতে পান মুরগির সারকোমা ক্যান্সারের কারণও ছাঁকনযোগ্য।

১৯১৫, ইংরেজ জীবাণুবিদ এডওয়ার্ড টর্ট (Adward Twort) একটি বিশেষ ব্যাকটেরিয়া আবাদের জন্য মাধ্যম হিসেবে মাটির নির্বীজ (sterile) নির্যাস (extract) ব্যবহার করছিলেন। তিনি লক্ষ্য করেন, দু'একটি আবাদ পাত্রে ব্যাকটেরীয় লন (lawn) স্থানে স্থানে স্বচ্ছ অর্থাৎ নষ্ট হয়ে যাচ্ছে। তিনি একে 'ব্যাকটেরীয় লনের স্বচ্ছ রূপান্তর' (glassy transformation, চিত্র ১.২) বলে বর্ণনা করেন। কানাডীয় বিজ্ঞানী ডি হেরেলেও (De Herele) অনুরূপ গবেষণাকালে ব্যাকটেরীয় লনের স্বচ্ছ রূপান্তর লক্ষ্য করেন। তিনি আরও লক্ষ্য করেন, একটি বিশেষ ব্যাকটেরিয়া একটি বিশেষ মাটির নমুনা নির্যাসে উৎপাদনকালেই এ ঘটনা ঘটছে। তখন বোঝা না গেলেও পরে জানা গেছে, এ যোগাযোগ সত্যিই তাৎপর্যপূর্ণ ছিল। তিনি ঐ ব্যাকটেরিয়া বিধ্বংসী প্রপঞ্চটির (phenomenon) নাম দেন ব্যাকটেরীয় ফাজ (গ্রিক শব্দ phagein অর্থাৎ ভক্ষণ) বা ব্যাকটেরিয়াভুক। ব্যাকটেরীয় ফাজকে ছাঁকন কাগজভেদী বলেও তিনি নিশ্চিতভাবে প্রমাণ করেন।



চিত্র ১.২ : ব্যাকটেরীয় লনের স্বচ্ছ রূপান্তর। পয়ঃপ্রবাহ থেকে সংগৃহীত জলকে প্রবিষ্ট (inoculum) রূপে ব্যবহার করে প্রেট্রিপ্লেটে উৎপন্ন করা হয়েছে ব্যাকটেরীয় লন, অতঃপর তাতেই স্বচ্ছ রূপান্তরিত এলাকা (ফাজ প্লেক)গুলো সৃষ্টি হয়েছে। (সৌজন্যে : জীবাণুতত্ত্ব গবেষণাগার, উদ্ভিদবিজ্ঞান বিভাগ, ঢা.বি.)।

১৯৩২, বিজ্ঞানী নল (M. Knoll) এবং রাসকা (E. A. F. Raska) ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্র আবিষ্কার করেন। কিন্তু এতে ভাইরাস পর্যবেক্ষণ উপযোগী প্রযুক্তি আবিষ্কৃত হতে সময় লেগেছে আরও প্রায় দশ বছর।

১৯৩৩, নিলম্বন (suspension) মাধ্যম থেকে অতিক্ষুদ্র ও হাল্কা কণাসমূহ পৃথক করার যন্ত্র আলট্রাসেন্ট্রিফিউজ আবিষ্কৃত হয়। মার্কিন বিজ্ঞানী শ্লেসিঙ্গার (Martin Schlesinger) সর্বপ্রথম এ যন্ত্রের সাহায্যে কলিফাজ WLL অন্তরিত (isolate) করতে সমর্থ হন। তিনি এর রাসায়নিক বিশ্লেষণও করেন এবং এটি প্রোটিন, নিউক্লিক এসিড ও ফসফোরিক এসিডের সমন্বয়ে গঠিত বলে মত প্রকাশ করেন।

১৯৩৫, মার্কিন রসায়নবিদ স্ট্যানলি (W. M. Stanley) এবং তাঁর সহযোগী নরথ্রপ ও সামনার (চিত্র ১.৩) তামাকের মোজাইক ভাইরাসকে বিশুদ্ধ কেলাসরূপে অন্তরিত করেন। তাঁদের এ গুরুত্বপূর্ণ কাজের জন্য তাঁরা ১৯৪৬ সালে নোবেল পুরস্কারে ভূষিত হন।

১৯৩৫-৩৮, ইংরেজ জৈবরসায়নবিদ পিরি (N. W. Pirie) ও বাউডেন (F. C. Bawden) তামাকের মোজাইক ভাইরাস এবং আরও কয়েকটি ভাইরাসের রাসায়নিক গঠন বিশ্লেষণ করেন এবং প্রমাণ করেন, এগুলো প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিড (DNA অথবা RNA) দ্বারা গঠিত।

১৯৪১-৪৬, বিজ্ঞানী উইলিয়ামস (R. C. Williams), উইকফ (Wycoff), হর্ন (R. W. Horne), এন্ডারসন (T. A. Anderson) এবং সিডনি ব্রেনার (Sidney Brenner) ভাইরাস পর্যবেক্ষণে ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্র ব্যবহারের বিভিন্ন প্রযুক্তি উদ্ভাবনে অবদান রাখেন এবং সফলভাবে বহুসংখ্যক ভাইরাসের ভৌত (physical) গঠন পর্যবেক্ষণ করেন।



ক খ গ

চিত্র ১.৩ : (ক) জন এইচ. নরথ্রপ (John H. Northrop), (খ) উইন্ডেল এম. স্ট্যানলি (Wendell M. Stanley) এবং (গ) জেমস বি. সামনার (James B. Sumner)। সর্বপ্রথম বিশুদ্ধ কেলাসাকার রাসায়নিক কণারূপে ভাইরাস পৃথক করতে সক্ষম হন। এ কাজের জন্য তাঁরা ১৯৪৬ সালে নোবেল পুরস্কারে ভূষিত হন।

১৯৪৯, এন্ডার্স (J. Enders) সর্বপ্রথম কৃত্রিমভাবে আবাদকৃত একটি টিসু মাধ্যমে (medium) পলিও ভাইরাস উৎপাদন করতে সক্ষম হন।

পরবর্তী ১৫ থেকে ২০ বছরে ভাইরাস গবেষণায় বহু উন্নত প্রযুক্তির ব্যবহার শুরু হয়। যেমন, ভাইরাস পর্যবেক্ষণের ক্ষেত্রে উচ্চ বিশ্লেষণক্ষম ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ ব্যবহার এবং এর সাহায্যে এক্সরে কেলাস চিত্রগ্রহণ (crystallography) ও এক্সরে বিচ্ছুরণ (diffraction), ফটোগ্রাফিক রোটেশন ইত্যাদি। এ সময়ে ভাইরাস আবাদ সংক্রান্ত নানা প্রযুক্তিও উদ্ভাবিত হয়। এর ফলে গবেষণায় খুব দ্রুত গুরুত্বপূর্ণ অগ্রগতি সাধিত হয়।

১৯৫১, শেফারম্যান (Shafferman) ও মরিস (M. E. Morris) সায়ানোফাজ আবিষ্কার করেন।

১৯৫২, লেডারবার্গ (J. Laderberg) ও জিন্ডার (N. Zinder) ট্রান্সডাকশন বা গুণান্তর প্রপঞ্চ আবিষ্কার করেন। বিজ্ঞানী হার্শে (A. D. hershey) ও চেস (N. Chase) ভাইরাস কণার সংক্রামী অংশ হিসাবে নিউক্লিক এসিড ও অসংক্রামী অংশ হিসাবে প্রোটিন শনাক্ত করেন। এরপর থেকেই ব্যাকটেরিয়ার বংশগতি গবেষণায় ভাইরাসের ব্যবহার শুরু হয়।

১৯৫৩, লোফ এবং ওলম্যান (E. Wollman) সুমিত (temperate) ফাজ আবিষ্কার করেন।

১৯৫৬, তাকাহাশি এবং ফ্রিংকেল কনরাট (H. Fraenkel-Conrat) তামাকের মোজাইক ভাইরাসকে রাসায়নিকভাবে বিশ্লেষণ এবং পুনঃসংশ্লেষণ করেন। মুন্ড্রি (Mundry) RNA-র পিউরিন বেজকে পরিবর্তিত করে তামাকের মোজাইক ভাইরাসের পরিব্যক্তি

(mutation) ঘটাতে সক্ষম হন। ফলে পরিব্যক্তির প্রাণ রাসায়নিক (biochemical) ভিত্তি সম্বন্ধে ধারণা করা সম্ভব হয়।

১৯৫৭, আইজাকস্ (A. Isacs) ইন্টারফেরন আবিষ্কার করেন। এ সময়েই জোনস্ স্যালক (Jones Salk) এবং এলবার্ট সেবিনে (Albart Sabine) পোলিওর প্রতিষেধক আবিষ্কার করেন।

১৯৫৫-৫৭, ফ্রাঙ্কলিন (R. Franklin), ক্লুং (A. Klung), হোলমেস (K. C. Holmes), নাইট (A. C. Knight) এবং হ্যারিস (J. Harris) তামাকের মোজাইক ভাইরাসের আণবিক গঠন সম্পূর্ণ বিশ্লেষণ করতে সক্ষম হন। ফলে কৃত্রিমভাবে ভাইরাস সংশ্লেষণ সম্ভব—এ ধারণার উন্মেষ ঘটে।

১৯৫৯, সিনশিমার (R. L. Sinsheimar) এক সূত্র DNA বিশিষ্ট ϕX174 ব্যাকটেরীয়ফাজ আবিষ্কার করেন। ব্রেনার, স্ট্রেসিংগার (G. Stresinger), হর্ন এবং ক্রাউদার (D. Crowther) T2 ফাজের আণবিক গঠন সম্পূর্ণ বিশ্লেষণ করেন।

১৯৬০, টাম (I. Tamm) ও তাঁর সহযোগীগণ, বয়ের (J. D. Bauer) ও তাঁর সহযোগীগণ এবং জোকলিক (N. K. Zoklik) ও তাঁর সহযোগীগণ ভাইরাসের বৃদ্ধিরোধ ও রাসায়নিক নিয়ন্ত্রণ সম্বন্ধে গুরুত্বপূর্ণ গবেষণা করেন।

১৯৬৪-৭০, টেমিন (H. Temin) ও বাল্টিমোর (Baltimore) RNA নির্ভর DNA আবিষ্কার করেন। এ অনন্য প্রপঞ্চ ভাইরাস ব্যতীত অন্য কোনো জীবে দেখা যায় না।

১৯৬৫, আন্দ্রেলোফ, জ্যাকব ও মনোড (চিত্র ১.৪) সর্বপ্রথম ধারহ প্রমাণ করেন।



ক খ গ

চিত্র ১.৪ : (ক) এফ. জ্যাকব (F. Jacob), (খ) আন্দ্রে লোফ (Andre Lwoff) এবং (গ) জে. মনোড (J. Monod) সর্বপ্রথম ধারকত্ব (lysogeny) প্রমাণ করেন। একটি ভাইরাস DNA-র একটি ব্যাক্টেরীয় DNA অনুক্রমে অঙ্গীভূত (integrated) হওয়া প্রদর্শন করেন। তাঁরা ১৯৬৫ সালে তাঁদের অবদানের জন্য নোবেল পুরস্কারে ভূষিত হন।

ভাইরাসের শ্রেণীবিন্যাস ভাইরাসতত্ত্বের একটি জটিল অধ্যায়। সুনির্দিষ্ট ও প্রমিত (standard) তুলনাযোগ্য বৈশিষ্ট্যসমূহ ভিত্তিক এমন কোন শ্রেণীবিন্যাস কাঠামো কখনও তৈরি করা সম্ভব হয়নি, যার মাধ্যমে জানা সকল ভাইরাস বিবেচিত ও বিন্যস্ত হতে পারে। এ কাজেই ১৯৬৬ সালে উল্লেখযোগ্য সাফল্য প্রদর্শন করেন লোফ, হর্ন ও টুনিয়ার (P. Tunier)। ভাইরাসসমূহের জন্য তাঁরা যে ব্যাপকভিত্তিক শ্রেণীবিধি প্রণয়ন করেন তা ছিল বহুলাংশে যুক্তি ও বিজ্ঞানসম্মত এবং তা অধিকাংশ ভাইরাস বিজ্ঞানীর সমর্থন লাভ করে।

১৯৬৫–৬৯, সালভেদর লুরিয়া (S. E. Luria) এবং ম্যাকস ডেলব্রুক (Max Delbruck) এবং হার্শে (চিত্র ১.৫) ভাইরাসের অনুলিপন ও সংবৃদ্ধি (multiplication) সংক্রান্ত বিভিন্ন বিষয়ে গুরুত্বপূর্ণ গবেষণা করেন ও অনেক তথ্য আবিষ্কার করেন। তাদের অবদানের জন্য তাদের নোবেল পুরস্কারে ভূষিত করা হয়।

১৯৭১, মেরিল (C. R. Merril), গিয়ার (M. R. Gier) এবং পেট্রিসিয়ানি (J. C. Petreciani) মানব যোজককোষে (fibroblast) গুণান্তর (transduction) আবিষ্কার করেন।

১৯৭৩, শিডোলোভস্কি (D. Schidolovski) এবং আহমেদ (R. Ahmed) প্রাইমেট গোষ্ঠীতে ভাইরাস ক্যান্সার আবিষ্কার করেন।

১৯৭৩–৭৪, সেবিনে ও টাম হার্পিস সিমপ্লেক্স ভাইরাস দ্বারা মানুষের ক্যান্সার সৃষ্টির সম্ভাব্যতা নির্দেশ করেন।

১৯৭৪, বিজ্ঞানী বক (Bock) ও অন্যরা ১ সূত্র DNA বিশিষ্ট ক্ষুদ্র বর্তুলাকার (spherical) ভাইরাস আবিষ্কার করেন।



ক খ গ

চিত্র ১.৫ : (ক) ম্যাক্স ডেলব্রুক (Max Delbruck), (খ) সালভেদর ই. লুরিয়া (Salvador E. Luria) এবং (গ) আলফ্রেড ডে হার্শি (Alfred Day Hershey) যৌথভাবে ব্যাকটেরীয় ফাজের অনুলিপন ও সংক্রমণ সংক্রান্ত গবেষণায় কৃতিত্বপূর্ণ অবদান রাখেন এবং তাঁরা এ কাজের জন্য ১৯৬৯ সালে নোবেল পুরস্কারে ভূষিত হন।

১৯৭৫, টেমিন, বাল্টিমোর ও ডালবিকো (চিত্র ১.৬) টিউমার ভাইরাস সংক্রান্ত গবেষণায়, অসামান্য অবদান রাখেন।



ক খ গ

চিত্র ১.৬ : (ক) হওয়ার্ড এম. টেমিন (Howard M. Temin), (খ) ডেভিড বাল্টিমোর (David Baltimore) এবং (গ) রেনাটো ডালবিকো (Renato Dulbecco)। ভাইরাস ও বিশেষ ধরনের টিউমারের মধ্যে যোগসূত্র আবিষ্কারে অসামান্য অবদান রাখেন। এ কাজের জন্য তাঁদের ১৯৭৫ সালে নোবেল পুরস্কার প্রদান করে সম্মানিত করা হয়।

১৯৭৬, কাপার (Kaper) ও অন্যরা উপগ্রহ RNA ভাইরাস আবিষ্কার করেন।

১৯৭৯, বিজ্ঞানী নিশিগুচি (Nishiguchi) ও অন্যরা TMV ভাইরাসের পোষক দেহে কোষ থেকে কোষে স্থানান্তরণ (transmission) কে একটি ভাইরাসের জিনোম নিয়ন্ত্রিত প্রক্রিয়া বলে প্রমাণ করেন।

১৯৮২, হালক (Halk) ও অন্যরা এবং ব্রায়ান্ড (Briand) ও অন্যরা স্বতন্ত্রভাবে একক ক্লোন (monoclonal) এন্টিবডির ব্যবহার প্রবর্তন করেন।

উপর্যুক্ত কালানুক্রমিক ঘটনাপঞ্জীতে কোনো ঘটনার বিশ্লেষণ নেই। এ বর্ণনা থেকে সময়ের বিচারে এ বিজ্ঞানটির অগ্রগতি ও পর্যায় অনুধাবনে ভাইরাসতত্ত্বে আগ্রহী পাঠকের কিছুটা সহায়তা হতে পারে, কিন্তু তার ইতিহাস তৃষ্ণা মিটবে না।

দ্বিতীয় অধ্যায়

ভাইরাস গবেষণা

জার্মান বিজ্ঞানী এডলফ মায়ার ১৮৮৬ সালে মোজাইক আক্রান্ত তামাক গাছের রস (sap) দিয়ে সুস্থ গাছে রোগ সংক্রমণ করেন। বলা যায়, সেটিই ছিল ভাইরাস গবেষণার সূত্রপাত। ব্যাকটেরিয়ারোধী ফাঁকন কাগজ যে ভাইরাসরোধী নয় এ প্রপঞ্চটি (phenomenon) প্রথম লক্ষ্য করেন বাইজেরিঙ্ক (১৮৯৬)। এরপর অনেক বিজ্ঞানী ভাইরাসের এ বৈশিষ্ট্যটিই বহু ভাইরাসের ক্ষেত্রে লক্ষ্য করেন। এছাড়া পরবর্তী পঞ্চাশ বছরে ভাইরাস গবেষণা খুব বেশি আগায়নি। স্ট্যানলি কর্তৃক রাসায়নিক পদ্ধতিতে তামাকের মোজাইক ভাইরাসকে বিশুদ্ধ কেলাসাকার (crystalline) কণারূপে অন্তরিত করা (isolate) ছিল সে সময়ের (১৯৩৫) সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ কাজ। ১৯৩২ সালে ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্র আবিষ্কৃত হয়। কিন্তু এতে ভাইরাস দর্শন উপযোগী প্রযুক্তি তখনও অনায়ত্ত ছিল। প্রায় এক দশক পরে উইলিয়াম ও ওয়াইকফ্ ভাইরাস পর্যবেক্ষণে এর ব্যবহার করতে সক্ষম হন। তারপরই ভাইরাস গবেষণার ধারা বেশ গতিশীল হয়ে ওঠে। পরবর্তী পঁচিশ বছরে ইলেকট্রন আণুবীক্ষণিক পদ্ধতির বিশেষ প্রযুক্তিগত উন্নতি সাধিত হয়। সাথে সাথে ভাইরাস অন্তরণ (isolation) ও আবাদের যথাযথ পদ্ধতি উদ্ভাবনের ফলে গবেষণায় বিপুল অগ্রগতির সূত্রপাত ঘটে।

ভাইরাস গবেষণার তাত্ত্বিক ভিত্তি

রোগ লক্ষণই উদ্ভিদ ও প্রাণীর দেহে ভাইরাসের উপস্থিতি শনাক্ত করার উপায়। কোন জীবদেহে ভাইরাসের উপস্থিতি সন্দেহ হলেই ভাইরাসবিদকে তিনটি বিষয় নিশ্চিতভাবে জানতে হয়—(ক) সন্দেহভাজন ভাইরাসটির যথাযথ পোষক, (খ) সংক্রমণের পথ এবং (গ) শনাক্তিযোগ্য (identifiable) লক্ষণ। এসব বিষয় জানার জন্য পরীক্ষামূলক সংক্রমণ ঘটানো অর্থাৎ পরীক্ষামূলকভাবে লক্ষণ উৎপাদন ভাইরাস গবেষণার একটি মৌলিক প্রক্রিয়া, আর রোগ লক্ষণ ও সংক্রামী রোগাত্মকের (pathogen) মধ্যে যোগাযোগ সম্বন্ধে নিশ্চিত হওয়ার জন্য বিজ্ঞানী কখের (Koch) প্রস্তাবিত পদ্ধতি অনুসরণই প্রতিষ্ঠিত উপায়। ভাইরাস রোগ ও রোগাত্মক শনাক্তির ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় বিশেষ সমন্বয় সাধন করে কখ প্রস্তাবিত গবেষণা পর্যায়গুলোকে পুনর্বিন্যস্ত করেছেন বিজ্ঞানী রিভার্স। রিভার্স (Rivers) কর্তৃক পুনর্বিন্যস্ত কখের (Koch) স্বীকার্য (postulate) সমূহ :

১. রুগ্ন পোষক দেহ থেকে ভাইরাস অন্তরণ করা (isolate) ;

২. পরীক্ষামূলক পোষকের দেহে বা কোষে ভাইরাস আবাদ করা ;

৩. উক্ত আবাদ থেকে সংগৃহীত ভাইরাসের ব্যাকটেরিয়ারোধী ফিল্টারে ছাঁকন যোগ্যতা যাচাই করা ;

৪. ছাঁকনযোগ্য ভাইরাসকে পূর্বোক্ত পোষক প্রজাতির দেহে পুনঃপ্রবিষ্ট (inoculate) করালে একই রোগ উৎপন্ন হওয়া ;

৫. উপর্যুক্ত পোষক থেকে একই ভাইরাস জাতক (strain) পুনঃঅন্তরিত (isolated) হওয়া।

ভাইরাস গবেষণা পদ্ধতি

আবাদ করা ও শনাক্ত করা এ দুটি প্রক্রিয়াই ভাইরাস গবেষণার ব্যবহারিক ভিত্তি। তবে সংক্রমণযোগ্য একটি ভাইরাস সম্বন্ধে জটিল ও সময়সাপেক্ষ গবেষণায় প্রবৃত্ত হওয়ার পূর্বেই কয়েকটি সহজ ও প্রাথমিক পরীক্ষার দ্বারা এর সম্বন্ধে অন্তত তিনটি তথ্য জেনে নেয়া প্রয়োজন, যথা—

(১) যথাযথ পোষক কোষে প্রবিষ্ট করিয়ে এর সংক্রামিতা পর্যবেক্ষণ করা এবং উক্ত পোষক থেকে নিষ্কাসিত নির্যাসে (extract) এর আয়ুষ্কাল (longevity) জেনে নেয়া,

(২) উক্ত নির্যাসে নিলম্বিত (suspended) ভাইরাসে বিভিন্ন মাত্রার তাপ প্রয়োগের পর প্রতিবার নির্দিষ্ট পোষকে প্রবিষ্ট করিয়ে এর জীবন্ততা (viability) পরীক্ষা করা এবং এর তাপ নিষ্ক্রিয়তা বিন্দু (heat-inactivation-point) নির্ধারণ করা,

(৩) বিভিন্ন অনুপাতে তরলীকৃত (১ ঃ ১০ থেকে ১ ঃ ১,০০০,০০০ পর্যন্ত) ভাইরাস নিলম্বনকে যথাযথ পোষকে প্রবিষ্ট করিয়ে সংক্রামিতা (infectivity) পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে এর তরলান্ত বিন্দু (dilution-end-point) নিরূপণ করা। ১ ঃ ১০০ তরলীকরণের পরেই যে নিলম্বন সংক্রামিতা হারায় তা থেকে ভাইরাস পৃথক করা খুব কঠিন বলে প্রমাণিত হয়েছে।

ভাইরাস গবেষণার ব্যবহারিক প্রক্রিয়াটিকে প্রধানত তিনটি অংশে বিভক্ত করা যায় ; যথা—

ক. রুগ্ন জীবদেহ বা দেহাংশ থেকে ভাইরাস অন্তরণ (isolate) করা ;

খ. অন্তরিত ভাইরাসকে সংবেদী (susceptible) কোষ, টিসু বা জীবদেহে উৎপন্ন বা আবাদ করা এবং

গ. আবাদকৃত ভাইরাসকে শনাক্ত করা এবং সম্ভব্য সকল বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি ও প্রযুক্তি ব্যবহার করে পরিশীলনের মাধ্যমে এর গঠন ও অন্যান্য বৈশিষ্ট্য অবহিত হওয়া।

ক. ভাইরাস অন্তরণ (Virus isolation)

ভাইরাস একটি বাধ্য (obligate) পরজীবী। একে পোষক কোষ থেকে বিচ্ছিন্ন অবস্থায় কখনো পাওয়া যায় না। কিন্তু এর সম্বন্ধে সুনির্দিষ্ট গবেষণা এবং পোষক নিরপেক্ষ তথ্য

জানার জন্য বিশুদ্ধ ভাইরাস সংগ্রহ করা অবশ্য প্রয়োজন। ভাইরাসকে পোষক থেকে বিচ্ছিন্ন করে সংগ্রহ করার জন্য প্রধানত নিম্নলিখিত তিনটি পদ্ধতি অনুসৃত হয়ে থাকে। যথা—

১. অতি-ছাঁকন (ultra-filtration),
২. অতি-অপকেন্দ্রীকরণ (ultra-centrifugation) এবং
৩. অধঃক্ষেপণ (precipitation)।

নিলম্বন তৈরি বা প্রাথমিক প্রস্তুতি : অন্তরণ পদ্ধতি যাই হোক না কেন ভাইরাস আকীর্ণ (infested) নমুনাটিকে একটি উপযুক্ত মাধ্যমে নিলম্বিত করে নিতে হবে। নমুনাটি যদি কঠিন হয়, যেমন, ব্যাকটেরীয় মৃতাবশেষ (lysate), উদ্ভিদ ও প্রাণীর দেহ বা দেহাংশ ইত্যাদি, তাহলে প্রথমেই তা সমসত্ত্বকর (homogenizer) যন্ত্রে চূর্ণ করে নিতে হবে ; আর নমুনাটি যদি তরল হয় যেমন, উদ্ভিদ বা প্রাণীর দেহস্থ তরল ইত্যাদি, তাহলে তা সরাসরি একটি উপযুক্ত বাফার[১] (buffer) দ্রবণে মিশিয়ে নিলম্বন প্রস্তুত করতে হবে। প্রয়োজনবোধে পাতলা রেশমি কাপড়ে ছেঁকে নিলম্বন থেকে বৃহদাকার অপদ্রব্য (impurity) কণাসমূহ পৃথক করে নেয়া যেতে পারে।

১. অতি-ছাঁকন (Ultra-filtration)

একটি নিলম্বন মাধ্যম থেকে নিলম্বিত কণাসমূহ পৃথক করার সহজ পদ্ধতি হচ্ছে নির্দিষ্ট মাপের ছিদ্রবিশিষ্ট ছাঁকনির সাহায্যে তা ছেঁকে নেয়া। বিভিন্ন আকারের কণার জন্য বিভিন্ন ব্যাসের ছিদ্রবিশিষ্ট ছাঁকনির ব্যবহার করা যেতে পারে। ধরা যাক, একটি মাধ্যমে ভাইরাস ও ব্যাকটেরিয়া নিলম্বিত অবস্থায় রয়েছে। এ থেকে ভাইরাস অন্তরিত (isolate) করতে হলে প্রথম পর্যায়ে ব্যাকটেরিয়ারোধী ছাঁকনি[২] দিয়ে নিলম্বনটি ছেঁকে নিলে ছাঁকনির উপর সব ব্যাকটেরিয়া ধরা পড়ে যাবে এবং বিশুদ্ধ ভাইরাস নিলম্বন পাত্রে জমা হবে। পরবর্তী পর্যায়ে একে ভাইরাসরোধী অতি-ছাঁকনির সাহায্যে ছেঁকে নিলেই ভাইরাস পৃথক হয়ে যাবে (চিত্র ২.১)। বিভিন্ন আকারের ভাইরাস কণা পৃথক করার জন্য বিভিন্ন ব্যাসের ছিদ্রবিশিষ্ট ফিল্টার[৩] পাওয়া যায়, তবে ছাঁকন পদ্ধতি কখনই সম্পূর্ণ নির্ভরযোগ্য নয়। কোন কোন মাইকোপ্লাজমা, ক্ল্যামাইডি, রিকেটসি ইত্যাদি আকারে প্রায় ভাইরাসের কাছাকাছি। এ পদ্ধতিতে ভাইরাসকে এদের থেকে পৃথক করা যায় না।

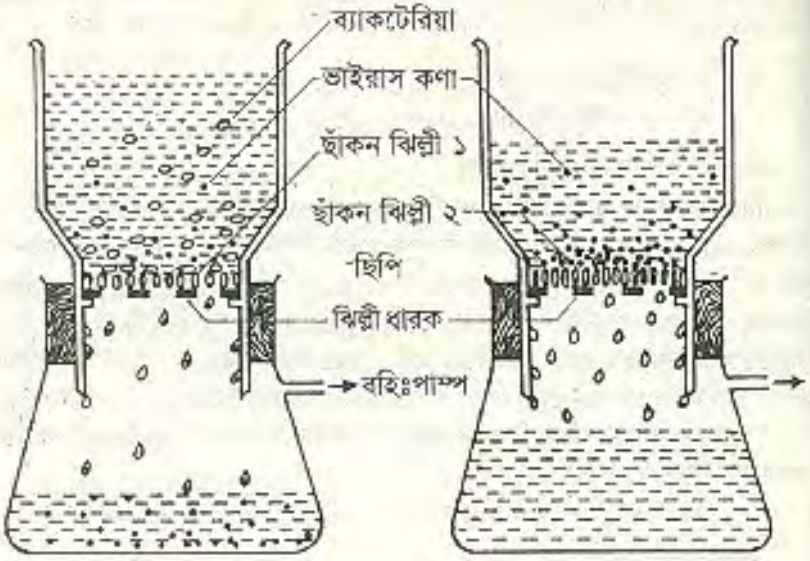
---

১. এমন কিছু বিশেষ দ্রবণ রয়েছে যেগুলো নির্দিষ্ট অনুপাতে একটি তরল মাধ্যমে মেশানো হলে সে মাধ্যমের pH একটি নির্দিষ্ট স্থানে স্থির থাকে। নির্দিষ্ট pH সরবরাহের জন্য ব্যবহৃত এসব দ্রবণকে বাফার বলা হয়।

২. Seitz type filters বা Porcelain G-5 filters বা Millipore filters ইত্যাদি।

৩. সেলুলোজ এসিটেট বা কলডিয়ন ঝিল্লী বড় সাইজের ভাইরাসের জন্য; অমেরিকা [illegible] কোম্পানি নানা মাপের ছিদ্রবিশিষ্ট ফিল্টার কাগজ তৈরি করে। একে ছাঁকন [illegible] membrane filter) বলে।

BANGLADESH Library Dhaka



চিত্র ২.১ : ছাঁকন প্রক্রিয়ায় ভাইরাস প্রস্তরণ (isolation)।

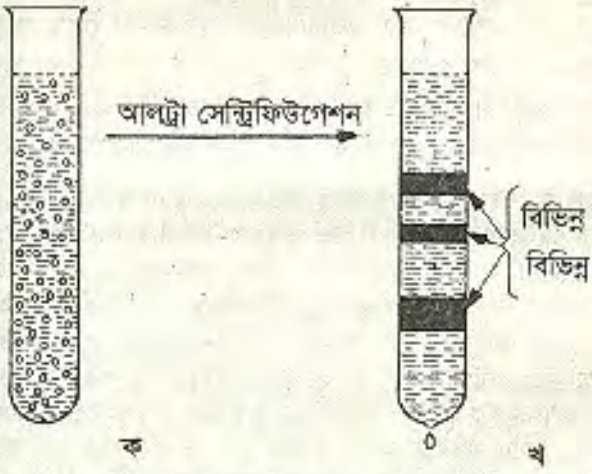
২. অতি-অপকেন্দ্রীকরণ (Ultra-centrifugation)

একটি মাধ্যমে বিভিন্ন ওজনের কণা নিলম্বিত থাকলে সবচেয়ে ভারি কণাগুলো সবার আগে পাত্রের তলদেশে জমতে থাকবে। অপেক্ষাকৃত কম ওজনের কণাগুলো জমবে পরে। কণাসমূহের উপর মাধ্যাকর্ষণ বলের পার্থক্যই এর কারণ। এটি একটি ধীর পদ্ধতি। একে থিতানো (sedimentation) বলা হয়। বিশেষত অতিক্ষুদ্র কণার ক্ষেত্রে থিতানো একটি অতি দীর্ঘ সময়সাপেক্ষ প্রক্রিয়া। পরীক্ষা করে দেখা গেছে, কণাসমূহের উপর মাধ্যাকর্ষণ বল বাড়িয়ে দিয়ে থিতানো প্রক্রিয়াকে দ্রুততর করা যায়। নিলম্বনটিকে একটি অপকেন্দ্রীয়করণ (centrifuge) যন্ত্রের সাহায্যে অপকেন্দ্রীকরণ করা হলে নিলম্বিত কণাসমূহের উপর অপকেন্দ্রীকরণ বল প্রযুক্ত হয় এবং তা মাধ্যাকর্ষণের সাথে যুক্ত হওয়ার ফলে থিতানো প্রক্রিয়া ত্বরান্বিত হয়। অতিদ্রুত গতির ঘূর্ণন দ্বারা অতিক্ষুদ্র কণাসমূহকে অল্প সময়ে নিলম্বিত করা যায়। যে গতির ঘূর্ণনে মাধ্যাকর্ষণ বল কমপক্ষে এক হাজার গুণ বৃদ্ধি পায়, তাকে অতি অপকেন্দ্রীকরণ (ultra-centrifugation) বলে। ঘূর্ণনের গতিবেগ দু'ভাবে প্রকাশ করা হয় ; যেমন—প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা (rpm = revolution per minute) অথবা মাধ্যাকর্ষণ বৃদ্ধির হার (xg, g = gravity)।

কোনো মাধ্যম থেকে ভাইরাস পৃথক করতে হলে একে দুটি বিভিন্ন পর্যায়ে অপকেন্দ্রিত করতে হবে। প্রথমে নিম্ন গতির ঘূর্ণনে ব্যাকটেরিয়া ও অন্যান্য বৃহত্তর কণাসমূহ থিতিয়ে

পড়বে ও পৃথক হয়ে যাবে, অতঃপর উপর থেকে বিশুদ্ধ ভাইরাস নিলম্বন অল্প সেন্ট্রিফিউজ নলে ঢেলে নিয়ে অতি উচ্চ গতিতে অপকেন্দ্রিত করা হলে ক্ষুদ্রতর ভাইরাস কণাসমূহ পাত্রের তলদেশে থিতিয়ে পড়বে। গ্রেসিসার সর্বপ্রথম (১৯৩৩) এ পদ্ধতিতে WLL ভাইরাস অন্তরিত করেন।

বর্তমানে একটি ভিন্নতর পদ্ধতিতে অপকেন্দ্রীকরণের দ্বারা অন্তরণ প্রক্রিয়ায় আরও সূক্ষ্মতর সাফল্য অর্জিত হয়েছে। এ রীতিতে ভাইরাস নিলম্বনকে নির্দিষ্ট ঘনত্বের সুক্রোস অথবা সিজিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণের সাথে মিশিয়ে কয়েক ঘন্টা থেকে কয়েক দিন অতিউচ্চ গতিতে (40,000×g) অপকেন্দ্রিত করা হয়। এ প্রক্রিয়ায় নিলম্বিত কণাসমূহ অপকেন্দ্রীকরণ নলের তলদেশে জমে না, বিভিন্ন নির্দিষ্ট উচ্চতায় এক একটি ঘণীভূত স্তর তৈরি করে। নিলম্বনে বিভিন্ন আকারের কণা থাকলে কণাসমূহ আকারের ক্রমানুসারে বিভিন্ন উচ্চতায় বিভিন্ন স্তর তৈরি করে। এরপর পাত্রের তলদেশে অবস্থিত নির্গম পথে (out let) ইচ্ছে মতো নির্দিষ্ট স্তর পৃথক করে নেয়া যায়। এ পদ্ধতিকে ঘনত্বক্রমিক অপকেন্দ্রীকরণ (density gradient centrifugation) বলে (চিত্র ২.২)।



চিত্র ২.২ : ঘনত্বক্রমিক সেন্ট্রিফিউগেশন। (ক) আলট্রাসেন্ট্রিফিউগেশনের জন্য তৈরি ভাইরাস নিলম্বন, (খ) আলট্রাসেন্ট্রিফিউগেশনের পরবর্তী অবস্থা।

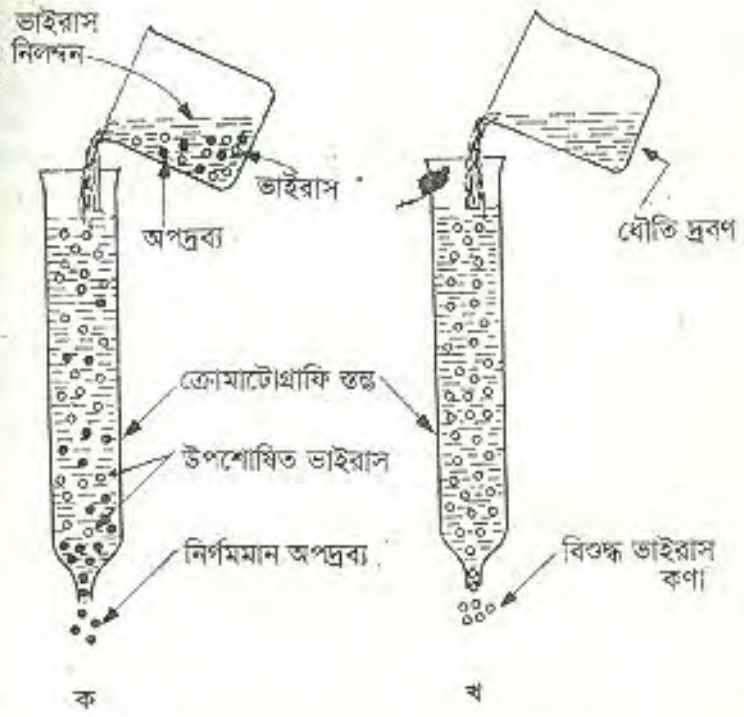
৩. অধঃক্ষেপণ (Precipitation)

ক্রোমাসন (crystallization) এবং অধঃক্ষেপণই সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ অবস্থায় ভাইরাসকে সকল অপদ্রব্য থেকে বিচ্ছিন্ন করে অন্তরণ করার সর্বোৎকৃষ্ট উপায়। এ প্রক্রিয়া দুটি ভাইরাস অন্তরণের জন্য নানাভাবে ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

৩.১. রাসায়নিক পদ্ধতি : নিলম্বিত (suspended) ভাইরাসসহ নমুনা নির্যাসকে প্রথমে ছাঁকন ও অপকেন্দ্রীকরণের দ্বারা বিশুদ্ধ করে নিতে হয়। অতঃপর এমোনিয়াম সালফেট (৩০% দ্রবণ) অথবা ইথানল প্রয়োগ করলে ভাইরাসের অধঃক্ষেপণ ঘটবে। তখন সেই অধঃক্ষেপণকে ছেঁকে পৃথক করে নেয়া যায়। একে উপযুক্ত বাফার দ্রবণে দ্রবীভূত করে পুনরায় অংক্ষিপ্ত করা যায়। ভাইরাস অন্তরণে যথেষ্ট বিশুদ্ধতা অর্জনের জন্য এরূপ দ্রবণ–অধঃক্ষেপণ–ছাঁকন প্রক্রিয়া পর পর কয়েকবার করতে হয়।

৩.২. pH সমন্বয় : নিলম্বন মাধ্যমে হাইড্রোজেন আয়নের ঘনত্ব (pH) নিয়ন্ত্রণ করেও ভাইরাসের অধঃক্ষেপণ ঘটানো যায়। প্রোটিন অণুর পৃষ্ঠে (surface) দুধরনের বিদ্যুৎ (charge) থাকে, ইতিবাচক (positive বা +) এবং নেতিবাচক (negative বা –)। যতক্ষণ পর্যন্ত প্রোটিন অণুপৃষ্ঠের এ নেতি ও ইতি–বিদ্যুৎ শক্তি পরস্পর সমান না হয়, প্রোটিন দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। যখনই উভয় বিদ্যুৎ শক্তি সমতা প্রাপ্ত হয়, প্রোটিন অংক্ষিপ্ত হয়। বিভিন্ন নির্দিষ্ট pH–এ বিভিন্ন প্রোটিন অণুর পৃষ্ঠ–বিদ্যুতের সমতা প্রাপ্তি ঘটে ও অধঃক্ষেপণ ঘটে। দ্রবণের যে বিশেষ pH–এ নেতি ও ইতি বিদ্যুতের সমতা প্রাপ্তি ঘটে, তাকে সমবিদ্যুৎ–বিন্দু বলে (iso-electric-point)। বিভিন্ন প্রোটিনের সমবিদ্যুৎ বিন্দু বিভিন্ন হয়ে থাকে। বিশেষ কোনো লবণের দ্রবণরূপে কেটায়ন বা ইতিআয়ন (Mg^{++}, Ca^{++}, H^{+} ইত্যাদি) এবং এনায়ন বা নেতি আয়ন (Cl^{-}, PO_4^{--} ইত্যাদি) সরবরাহ করার মাধ্যমে সমবিদ্যুৎ বিন্দুতে উপনীত হওয়া যায়। এভাবেই দ্রবণস্থিত প্রোটিনের ইচ্ছামত অধঃক্ষেপণও ঘটানো যায়। এ পদ্ধতিতেই ভাইরাসের ক্যাপসিড প্রোটিনের pH সমন্বয় দ্বারা ভাইরাসকে অংক্ষিপ্ত করা হয়।

৩.৩. ক্রোমোটোগ্রাফি : ভাইরাসের ক্যাপসিড প্রোটিনের পৃষ্ঠ বৈশিষ্ট্যের (surface character) জন্য ভাইরাস কণাসমূহ বিভিন্ন অনুরূপ বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন বস্তুর দ্বারা উপশোষিত (adsorbed), বা সংশ্লিষ্ট হতে পারে। এম্বারলাইট (amberlite), রজন (dowex resin) ক্যালসিয়াম ফসফেট ($CaPO_4$), সিলিকাজেল ইত্যাদি দ্বারা ভাইরাস উপশোষিত হতে পারে। তলদেশে নির্গম পথযুক্ত একটি লম্বা কাঁচনল উপর্যুক্ত কোন একটি বস্তু দ্বারা পূর্ণ করে ক্রোমোটোগ্রাফি স্তম্ভ তৈরি করা হয়। অতঃপর এর মধ্য দিয়ে ভাইরাস নিলম্বন প্রবাহিত করা হয়। নির্গমপথ খোলা রাখা হয়। ক্রোমোটোগ্রাফি স্তম্ভের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবার সময় নিলম্বন বাহিত ভাইরাস কণাসমূহ এর মধ্যে উপশোষিত হয়ে ভেতরে থেকে যায়। সকল অপদ্রব্যসহ তরল অংশ নিম্নস্থ নির্গম পথে বেরিয়ে যায়। এরপর নির্দেষ ধৌতি দ্রব্য ক্রোমোটোগ্রাফি স্তম্ভের মধ্য দিয়ে প্রচুর পরিমাণে প্রবাহিত করলে ভাইরাস কণাসমূহ ক্রোমোটোগ্রাফি দ্রব্য থেকে বিধৌত ও বিচ্ছিন্ন হয়ে ধৌতি দ্রবণের সাথে নির্গম পথে বেরিয়ে আসবে (চিত্র ২.৩)। ভাইরাসের প্রতি তীব্র রাসায়নিক আসক্তি আছে এবং ক্রোমোটোগ্রাফি দ্রব্য ও অপদ্রব্যের প্রতি আসক্তি নাই বা অপেক্ষাকৃত কম আছে এক্ষেত্রে এমনই একটি ধৌতি দ্রব্য নির্বাচন করা হয় ; যেমন, ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ। এরপর ধৌতি দ্রব্য থেকে নির্দিষ্ট রসায়ন প্রয়োগে অধঃক্ষেপণ ঘটিয়ে ছাঁকন প্রক্রিয়ায় ভাইরাস পৃথক করে নেয়া হয়।



চিত্র ২.৩ : ক্রোমাটোগ্রাফি প্রক্রিয়ায় ভাইরাস নিলম্বন বিশুদ্ধকরণ। (ক) অপদ্রব্য ধুয়ে বেরিয়ে যাচ্ছে ও ভাইরাস উপশোষিত হচ্ছে, (খ) বিশেষ ধৌতি দ্রবণের দ্বারা ভাইরাস কণা ধুয়ে বেরিয়ে আসছে।

৩.৪. **দ্রাবক বৈষম্য :** একই বস্তুর দুটি দ্রাবক (solvent) থাকতে পারে এবং বস্তুটি একটি দ্রাবকে অন্যটির চেয়ে বেশি দ্রবণীয় হতে পারে। ধরা যাক, ভাইরাসের একটি জলীয় নিলম্বনে কিছু অপদ্রব্য (impurity) রয়েছে। অপদ্রব্যগুলো জলের চেয়ে অন্য একটি জৈব দ্রাবকে অধিক দ্রবণীয় এবং জল ও ভাইরাসের ক্যাপসিড প্রোটিন উক্ত দ্রাবকে দ্রবণীয় নয়। উক্ত জৈব দ্রবণের সাথে ভাইরাস নিলম্বটি মিশিয়ে প্রবলভাবে ঝাকান হলে অপদ্রব্যগুলো জৈব দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে ভাইরাস নিলম্বন থেকে পৃথক হয়ে বেরিয়ে আসবে। ফ্লুরোকার্বন (flurocarbon), ডেক্সট্রান (dextran) ইত্যাদি জৈব দ্রাবক এসব ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

অন্তরিত (isolated) ভাইরাসের বিশুদ্ধতা

বিভিন্ন সময়সাপেক্ষ ও জটিল পদ্ধতিতে ভাইরাস নমুনা সংগৃহীত হওয়ার পর তা বিশুদ্ধ কি–না যাচাই করে দেখা প্রয়োজন। কারণ, এর বিশুদ্ধতার উপরেই নির্ভর করে পরবর্তী কর্ম পরিকল্পনার সাফল্য।

কেলাস আকারে প্রাপ্ত একটি ভাইরাস নমুনাকে সাধারণত প্রতি বিশুদ্ধ মনে করা হয়। কিন্তু এতেও কিছু অবিশুদ্ধতা থাকা অসম্ভব নয়। এতে দুরকমের অবিশুদ্ধতা থাকতে পারে—রাসায়নিক ও জৈব। রাসায়নিক অবিশুদ্ধতা সাধারণত রাসায়নিক পদ্ধতিতেই অপসারণ করা হয়। ভাইরাস প্রস্তুতির (preparation) সংক্রমণ ক্ষমতা হারানোকেই বলা হয় জৈব অবিশুদ্ধতা। ভাইরাসের আহরণ ও বিশুদ্ধি প্রক্রিয়ার সকল স্তরেই এর সংক্রমণ ক্ষমতা হ্রাসের প্রবণতা লক্ষ্য করা যায়। তাই প্রতি পর্যায়েই তা পরীক্ষা ও উল্লেখ করার প্রয়োজন রয়েছে।

খ. ভাইরাস আবাদ (Virus culture)

ভাইরাস গবেষণার ক্ষেত্রে আবাদ একটি অত্যন্ত প্রয়োজনীয় পর্যায়। কিন্তু ভাইরাসকে কোষমুক্ত কোনো মাধ্যমে (medium) আবাদ করা যায় না। এর আবাদের জন্য প্রয়োজন জীবিত কোষ। আরও নির্দিষ্টভাবে বললে, নির্দিষ্ট জীবিত কোষ। অর্থাৎ, নির্দিষ্ট পোষক কোষেই এর আবাদ করা সম্ভব। একটি ব্যাকটেরীয় ভাইরাস আবাদের জন্য নির্দিষ্ট জীবিত ব্যাকটেরিয়াই মাধ্যম হিসেবে ব্যবহার করা হয়। অনুরূপভাবে উদ্ভিদ ও প্রাণিভাইরাস উৎপাদনের জন্যও মাধ্যম হিসেবে প্রয়োজন যথাক্রমে নির্দিষ্ট জীবিত উদ্ভিদ ও প্রাণিকোষ।

বিজ্ঞানী টট ও ডিহেরেলে (১৯১৫–১৬ সালে) মৃত্তিকাবাসী ব্যাকটেরিয়া নিয়ে কাজ করার সময় লক্ষ্য করেন, কোন কোন আবাদ পাত্রে তাদের ব্যাকটেরীয় আবাদ কোন অদৃশ্য বস্তুর প্রভাবে ধ্বংস হয়ে যাচ্ছে (চিত্র ১.২)। ওটি আসলে ছিল ভাইরাসের উৎপাদন। টটও তা অনুমান করেছিলেন। তাই তিনি এর নাম দেন, ব্যাকটেরীয়ফাজ বা ব্যাকটেরিয়াভুক। ভাইরাস উৎপাদনে এর পরেই শুরু হয়, জীবিত টিসুর ব্যবহার যেমন—মুরগির ভ্রূণোৎপন্ন ডিম, ইঁদুরের ফুসফুস, পরীক্ষামূলক পশু ইত্যাদি। পরিকল্পিত উদ্যোগে আবাদকৃত টিসু-মাধ্যমে সর্বপ্রথম সফলভাবে ভাইরাসের আবাদ করেন এন্ডার্স, ওয়েলার ও রবিন্স (১৯৪৯)। বর্তমানে ভাইরাস আবাদের জন্য কোষের 'ইনভিট্রো' (পরখ নলে বা প্রেট্রিপ্লেটে) উৎপাদন একটি নিয়মিত ব্যাপার।

জীবকোষের 'ইনভিট্রো' আবাদ নানাভাবে করা যায়। জীবদেহের বিভিন্ন অঙ্গ, টিসু এবং কোষ এজন্য ব্যবহৃত হয়। এক সময় জীবদেহের বিভিন্ন অঙ্গ আবাদের প্রচলন ছিল। বর্তমানে বিশেষ কারণ ছাড়া এটি আর করা হয় না। যেমন, কিছু সংখ্যক শ্বাসরোগ ভাইরাস ফুসফুস টিসু ছাড়া উৎপন্ন হয় না। তাই এদের জন্য ফুসফুসের অংশবিশেষ চাষ করা হয়। জীবদেহের বিভিন্ন অঙ্গের চূর্ণিত অংশও চাষের জন্য পূর্বে ব্যবহৃত হত, যাকে বলা হত টিসু চাষ (tissue culture)। বর্তমানে এরও প্রচলন নেই বললেই চলে। 'ইনভিট্রো' আবাদের জন্য এখন একক কোষের আবাদই (cell culture) সাধারণ রীতি।

কোষ আবাদ পদ্ধতি

১. কোষ সংগ্রহ : নির্বাচিত ভাইরাস আবাদের জন্য নির্দিষ্ট পোষকের দেহ থেকেই কোষ সংগ্রহ করতে হয়। দেখা গেছে, উদ্ভিদের পেরেনকাইমা কোষ এবং প্রাণীর পেশি-উপত্বক (muscle epithelium) ও যোজক কোষ (fibroblast) অধিকতর চাষোপযোগী।

২. চূর্ণকরণ : সংগৃহীত টিসুকে সমসত্বকর (homoginizer) যন্ত্রের সাহায্যে যথাসম্ভব ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র খণ্ডে বিভক্ত করে নিতে হবে।

৩. ধৌতি : খণ্ডিত টিসুসমষ্টিকে বিশেষভাবে তৈরি নির্বীজ (sterile) ধৌতি দ্রবণ[৪] প্রবাহে ধুয়ে নিতে হয়। ধৌতি দ্রবণ হিসেবে সাধারণত (ক) হাংকের সুসম দ্রবণ, (খ) আর্লের সুসম দ্রবণ এবং (গ) সাধারণ লবণ দ্রবণ ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়।

৪. ট্রিপসিনিকরণ : ধৌত টিসু খণ্ডগুলোতে ট্রিপসিন প্রয়োগ করে ৪° সে. তাপে দীর্ঘ সময় (১৮ ঘন্টা প্রায়) রেখে দেয়া হয়। কোষগুলোর মধ্যবর্তী সংযোগ (cementing) স্তরের মধ্যে প্রোটিনজাতীয় উপাদান থাকে। প্রোটিন বিশ্লেষক এনজাইম ট্রিপসিনের প্রভাবে প্রোটিন গলে গেলে কোষগুলো একক কোষ হিসেবে পরস্পর বিচ্ছিন্ন হয়ে পড়ে। এরপর কোষগুলোকে অপকেন্দ্রিত (centrifuge) করে কয়েক বার ধুয়ে উপযুক্ত মাধ্যমে নিলম্বিত করা হয়। এভাবে সংগৃহীত একক কোষসমষ্টি জীবাণুর মতো বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন। কোষ আবাদের জন্য এ কোষ নিলম্বনই প্রবিষ্টা (inoculum) হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

৫. আবাদ মাধ্যম[৫] (Culture medium) : বিভিন্ন জৈব ও অজৈব রাসায়নিক দ্রব্যের সংমিশ্রণে এমন একটি পুষ্টি দ্রব্য তৈরি করা হয় যা কোষের বৃদ্ধির জন্য প্রয়োজনীয় সব উপাদানের একটি সুষম সমাবেশ। এ পর্যন্ত অনেক মাধ্যম তৈরি হয়েছে। ইগলের (Eagle) তৈরি নিম্নোক্ত মাধ্যমটি একটি উৎকৃষ্ট মাধ্যম বলে বিবেচিত। নির্ধারিত পরিমাণ লবণ, গ্লুকোজ, ভিটামিন, কো-এনজাইম, এমিনো এসিড, রক্তরস (blood serum) এবং একটি জীবাণুরোধক (antibiotic) পাতিত জলে দ্রবীভূত করে এ মাধ্যম তৈরি হয়। একটি বাফারের (buffer) সাহায্যে এর pH ৭.৪-এ স্থির রাখা হয়।

৬. তাতোপ্তি (Incubation) : পরখনল (test tube), কোণাকার পাত্র (conical flask), সমতলা পাত্র (flat bottom flask) পেট্রিপ্লেট ইত্যাদি যেকোনো উপযুক্ত পাত্রে আবাদ মাধ্যম পরিমাণ মতো ঢেলে নিতে হয়। অতঃপর পরিমিত মাত্রায় পূর্বপ্রস্তুত (১-৪ দ্র.) কোষ নিলম্বন আবাদ পাত্রের মধ্যে প্রবিষ্ট (inoculate) করিয়ে মাধ্যমের সংস্পর্শে রেখে পাত্রটি একটি বন্ধ প্রকোষ্ঠে বৃদ্ধি সহায়ক নির্দিষ্ট তাপে (সাধারণত ৩৬° সে.) রেখে দিতে হয়। একে তাতোপ্ত (তাত=উত্তাপ, উপ্তি=বপন) করা বলে। তাতোপ্তি প্রকোষ্ঠে

---

৪. ধৌতি দ্রবণ :

(ক) হাংকের (Hunk) সুষম দ্রবণ—NaCl, $NaHPO_4$, $NaHCO_3$, KCl, KH_2PO_4, $CaCl_2$, Glucose + Phenol red বিভিন্ন নির্দিষ্ট অনুপাতিক পরিমাণে নির্দিষ্ট পরিমান পাতিত (distilled) জলে দ্রবীভূত করে তৈরি হয়।

(খ) আর্লের (Earle) সুষম দ্রবণ—Nacl, NaH_2PO_4, $NaHCO_3$, $CaCl_2$, KCl, $MgSO_4$ এবং Glucose বিভিন্ন নির্দিষ্ট অনুপাতিক পরিমাণে নির্দিষ্ট পরিমাণ পাতিত জলে দ্রবীভূত করে এ দ্রবণ তৈরি হয়।

৫. উদাহরণস্বরূপ একটি নিদর্শ (typical) আবাদ মাধ্যম ব্যবহার্য উপকরণগুলোর নাম উল্লেখ করা হল—গো রক্তরস, জলান্বিত লাক্টালবুমিন, $NaHCO_3$, হাংকের সুষম দ্রবণ ও একটি জীবাণুরোধক।

(incubation chamber) সাধারণত ৭২ ঘন্টার মধ্যেই যথেষ্ট সংখ্যক নতুন কোষ উৎপন্ন হয়।

কোষ আবাদের প্রকারভেদ

১. প্রাথমিক আবাদ : আবাদ পাত্রে উদ্ভিদ ও প্রাণীর কোষ (প্রবিষ্ঠা হিসাবে ব্যবহৃত) থেকে সরাসরি উৎপন্ন কোষ সমষ্টিকে প্রাথমিক আবাদ বলে। প্রাথমিক আবাদের অধিকাংশে কোষই সাধারণত ক্ষণজীবী। তবে এতে বহু প্রজাতির কোষ থাকে এবং এতে বহু প্রকারের ভাইরাস উৎপাদন করা যায়। বানরের বৃক্ক (kidney) মানব ভ্রূণ, বৃক্ক ও ভ্রূণাবরণ, মুরগি ও ইঁদুরের ভ্রূণ ইত্যাদি থেকে উৎপন্ন প্রাথমিক আবাদ গবেষণাগারে নানা পরীক্ষামূলক কাজে ব্যবহৃত হয়।

২. ডিপ্লয়ড কোষ জাতক (Deploid cell strain) : প্রাথমিক আবাদ থেকে উৎপন্ন কোষ সমষ্টিকে ডিপ্লয়ড কোষ জাতক বলা হয়। এরা সর্বদা ডিপ্লয়ড প্রকৃতি রক্ষা করে এবং সাধারণত পুনঃপুনঃ বিভাজন সক্ষম।

৩. ক্লোন (Clone) : একটি নির্দিষ্ট ও বিচ্ছিন্ন কোষ থেকে উৎপন্ন কোষসমষ্টিকে ক্লোন বলে। মানবকণ্ঠক্যান্সার থেকে উৎপন্ন হেলা কোষ (hela cell) এরূপ একটি ক্লোন আবাদ। ক্লোন আবাদের প্রতিটি কোষ সর্বতোভাবে (in all respect) একই প্রকারের।

৪. স্থায়ী কোষ ধারা (Parmanent cell line) : ডিপ্লয়ড কোষ থেকে উৎপন্ন নিয়ত (continuously) বর্ধন ক্ষমতাসম্পন্ন ক্লোন আবাদকে স্থায়ী কোষ ধারা বলা হয়। সাধারণত স্থায়ী ক্যান্সারকোষ থেকে এবং ক্রোমোজোম অপেরণের (aberration) মাধ্যমে এর উৎপত্তি হয়ে থাকে।

৫. একস্তর আবাদ (Monolayer culture) : প্রবিষ্ট (inoculated) কোষসমূহ আবাদপাত্রে তরল মাধ্যমের তলদেশে স্থির হয়ে জমে থাকে। তা থেকে নতুন কোষ উৎপন্ন হলে তা পাত্রের তলদেশে এক কোষ উচ্চতাবিশিষ্ট একটি অখণ্ড কোষের স্তর উৎপন্ন করে, একে একস্তর আবাদ বলে। মার্কিন বিজ্ঞানী ডালবিকো ও তাঁর সহযোগীগণ কঠিন আগার মাধ্যমের পৃষ্ঠে (surface) এক স্তর আবাদ তৈরি করতে সক্ষম হন। এ আবাদ প্রাণিভাইরাস গবেষণার জন্য খুব উপযোগী। সাধারণভাবে এক স্তর আবাদে ভাইরাসের সুসম বৃদ্ধি হয় বলে ভাইরাস গবেষণায় এর উপযোগিতা ও ব্যবহার সর্বাধিক।

৬. নিলম্বন আবাদ (Suspension culture) : তরল মাধ্যমে প্রবিষ্টাসহ (inoculum) একটি আবাদ পাত্র কম্পক যন্ত্রে (shaker) স্থাপন করে সর্বক্ষণ কম্পিত অবস্থায় তাপোত্ত (incubate) করা হলে বৃদ্ধিশীল কোষগুলো কোথাও ঘনসমাবেশ তৈরি করে না, সমস্ত মাধ্যমে বিচ্ছিন্নভাবে বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয়। একে নিলম্বন আবাদ বলে।

উপর্যুক্ত বিভিন্ন প্রকারের কোষাবাদ বিভিন্ন বিশেষ ধরনের ভাইরাস উৎপাদনের জন্য ব্যবহৃত হয়।

সারণি ২.১ : কয়েকটি কোষাবাদের ধারা, উৎস, প্রকার ও ব্যবহার

কোষাবাদ	ধারা	উৎস	প্রকার	ব্যবহার
	HA	মানব ভ্রূণাবরণ	মিশ্র	এডেনো, রিও, রুবেলা, ভেরিসেলা, ভেকসিনিয়া ইত্যাদি ভাইরাস অন্তরণ ও সংরক্ষণ।
প্রাথমিক আবাদ	CE	মুরগির ভ্রূণ	মিশ্র	হার্পিস, ফ্লু, বসন্ত ইত্যাদি ভাইরাসের অন্তরণ ও সংরক্ষণ।
	AGMK	আফ্রিকান সবুজ বানর বৃক্ক	মিশ্র	এডেনো, হার্পিস, ফ্লু, হাম, পলিও ইত্যাদি ভাইরাসের অন্তরণ ও সংরক্ষণ।
	Hela	মানব কণ্ঠকান্সার কোষ	বহিস্তক	মানব ভাইরাসসমূহের অন্তরণ ও সংরক্ষণ।
স্থায়ী কোষ ধারা	3T3	ইঁদুর ভ্রূণ	যোজকতন্তু	অংকো ভাইরাসসৃষ্ট রূপান্তর পরিমাপ।
	L	ইঁদুরেরযোজক টিসু	যোজকতন্তু	হার্পিস, ফ্লু ও হাম ভাইরাসের অন্তরণ ও সংরক্ষণ।
	WI38	মানব চর্ম	যোজকতন্তু	অধিকাংশ মানব ভাইরাসের অন্তরণ সংরক্ষণ ও প্রতিষেধক প্রস্তুতি।

[C. F. Norton এবং Fenner & White-এর সাহায্যে]

ভাইরাস আবাদ

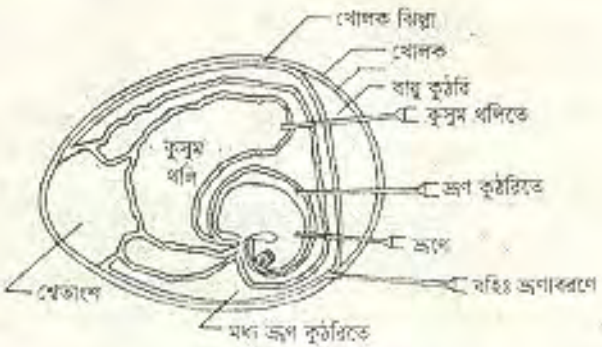
আবাদের জন্য নির্দিষ্ট ভাইরাসকে এর পোষকের দেহ থেকে অন্তরিত করে উপযুক্ত মাধ্যমে নিলম্বন তৈরি করে নিতে হয়। উক্ত ভাইরাসের উৎপাদনোপযোগী নির্দিষ্ট পোষক টিসু থেকে নির্দিষ্ট ধরনের কোষাবাদ (cell culture) আগেই তৈরি করে রাখতে হবে। নিলম্বিত ভাইরাসটি কোষাবাদের উপর ছড়িয়ে দিয়ে অথবা মাধ্যমের সাথে মিশিয়ে দিয়ে প্রবিষ্ট করা যেতে পারে। অতঃপর তাতোপ্তি (incubation) প্রকোষ্ঠে নির্দিষ্ট তাপে রেখে দিলে নির্দিষ্ট সময় পরে ভাইরাসের আবাদ পাওয়া যাবে।

জীবন্ত টিসু ও দেহে ভাইরাস আবাদ

১৯৫০ সালের পূর্বে অনেক ভাইরাস উৎপাদনের জন্যই মুরগির ভ্রূণোৎপন্ন ডিম ব্যবহার করা হত। এ পদ্ধতি উদ্ভাবন করেন বিজ্ঞানী গুড পাস্তুর (Good Pasture) এবং এর সফল ব্যবহার করেন বিজ্ঞানী বার্নেট। তখনকার জানা প্রায় সব ভাইরাসই সে সময় মুরগিভ্রূণের কোনো না কোনো ঝিল্লীর উপর উৎপাদন করা সম্ভব হয়।

ডিমের খোলকের (shell) মধ্যে এর প্রশস্ত প্রান্তের দিকে একটি বায়ু কুঠরি আছে। নিষিক্ত হওয়ার ৫ থেকে ১৫ দিন পর বায়ু কুঠরির উপর দিয়ে খোলকটি কেটে ফেলতে হয়।

এরপর নির্দিষ্ট ঝিল্লী সংলগ্ন তরলের মধ্যে নির্দিষ্ট ভাইরাস প্রবিষ্ট করিয়ে দিতে হয় (চিত্র ২.৪)। ২ থেকে ৫ দিন তাতোপ্তির পরই ঝিল্লীর উপর ভাইরাসের উৎপাদন দেখা দেয়। বর্তমানে ভাইরাস উৎপাদনের জন্য ডিমের ব্যবহার আর হয় না বললেই চলে। তবে কয়েকটি ভাইরাস, যেমন—ফ্লু, এতে এতোই ভাল উৎপন্ন হয় যে, এদের সম্পর্কিত সব কাজেই (টীকা উৎপাদন ও অন্যান্য গবেষণা ইত্যাদি) ডিম ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ২.৪ : ভ্রূণ উৎপন্ন ডিমে ভাইরাস প্রবিষ্টকরণ।

গবেষণাগারে ভাইরাস উৎপাদনের জন্য এক সময় জীবন্তপ্রাণী ব্যবহার করা হত। সে প্রচলনও আজকাল প্রায় নাই। তবে আরবো (arbo) ভাইরাস উৎপাদনের জন্য ইঁদুর শাবক এবং কিছু সংখ্যক মানব ভাইরাসের গবেষণায় প্রাইমেটের ব্যবহার এখনও আছে।

অবশেষে বিশেষভাবে উল্লেখ্য যে, যেকোনো আবাদ প্রক্রিয়ার প্রতিটি স্তরে অবশ্যই নির্বীজ (sterile) অবস্থা বজায় রাখতে হবে। ভাইরাস ও কোষ আবাদের যে মৌলিক ও সাধারণ পদ্ধতি এ অধ্যায়ে বর্ণিত হলো, ক্ষেত্রবিশেষে এবং প্রয়োজনবোধে অবশ্যই এর পরিবর্তন ও সমন্বয় প্রয়োজন হতে পারে।

গ. ভাইরাস পরিশীলন (Virus study)

একটি নির্দিষ্ট ভাইরাসকে এর পোষক থেকে অন্তরিত (isolate) করে যথাযথ কোষ বা টিসু মাধ্যমে সফলভাবে আবাদ করা সম্ভব হলে এর সম্পর্কে অন্যান্য গবেষণার উদ্যোগ নেয়া যেতে পারে। ভাইরাস পরিশীলনের পর্যায়ক্রমিক উদ্যোগ এ রকম হতে পারে—

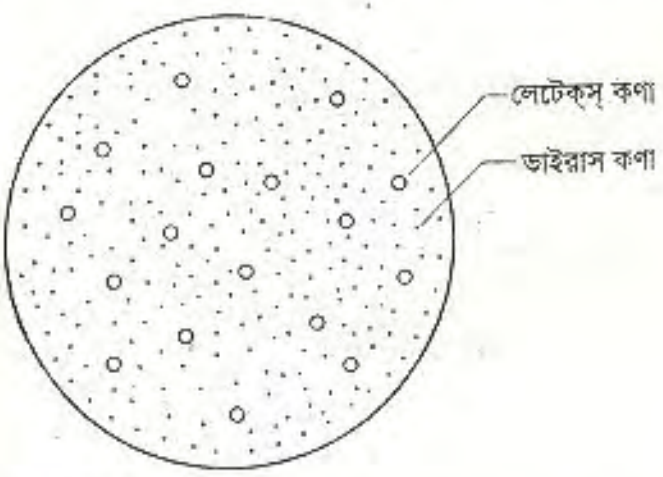
১. ভাইরাস অনুমাপন (assay),
২. ভাইরাস পর্যবেক্ষণ (observation),
৩. তলানি বিশ্লেষণ (sediment analysis),
৪. রাসায়নিক বিশ্লেষণ ইত্যাদি।

১. **ভাইরাস অনুমাপন** (Assay) : পরিমাপ ব্যবস্থা যে কোনো বৈজ্ঞানিক গবেষণার একটি মৌলিক ও গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। ভাইরাসের ক্ষেত্রে একটি নিলম্বনে উপস্থিত ভাইরাসের সংখ্যা

এবং উক্ত নিলম্বনের সংক্রামিতার (infectivity) পরিমাণ (তথা উপস্থিত ভাইরাসের সংক্রমণ ক্ষমতা) দুটোই পরিমাপযোগ্য প্রয়োজনীয় বিষয়। সংখ্যা নির্ণয়ের প্রক্রিয়াকে বলা হয় গণনা (enumeration) এবং সংক্রামিতার পরিমাপন প্রক্রিয়াকে বলা হয় টাইট্রেশন। নির্দিষ্ট পরিমাণ (একক পরিমাণ) সংক্রমণ সৃষ্টিকারী ভাইরাসের পরিমাণকে বলা হয় টাইটার (titer)।

১.১. সংখ্যা গণনা (Enumeration) : নিলম্বনে উপস্থিত ভাইরাসের সংখ্যা নির্ণয়ের জন্য নানা পদ্ধতি রয়েছে, যথা—

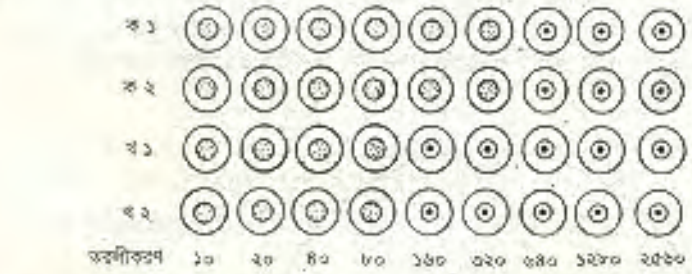
১.১.১. ভৌত (Physical) পদ্ধতি—ইলেকট্রন অণুবীক্ষণে ভাইরাস কণার সংখ্যা সহজেই গুণে নেয়া যায়। একটি জানা ঘনমানের ভাইরাস নিলম্বনকে একটি জানা ঘনত্বের পলিস্টারিন লেটেক্স কণার সাথে মিশিয়ে একটি সেলোফিন ফিল্মের (cellophane film) উপর ছড়িয়ে দিয়ে শুকিয়ে নিতে হবে। অতঃপর ইলেকট্রন অণুবীক্ষণের সাহায্যে ফটো নিয়ে তা থেকে ভাইরাস কণার সংখ্যা গুণে নিতে হবে। চিত্রে (চিত্র ২.৫, একটি ইলেকট্রন বীক্ষণিক চিত্র থেকে অঙ্কিত রেখাচিত্র) ২২০টি ছোট ও ১৭টি বড় কণা দেখা যাচ্ছে। বড়গুলো লেটেক্স কণা ও ছোটগুলো ভাইরাস কণা। যেহেতু লেটেক্সের ঘনত্ব ছিল প্রতি মিলিলিটারে ৩.২×১০^{১০}টি কণা, সেহেতু ভাইরাসের ঘনত্ব হবে প্রতি মিলিলিটারে $২২০/১৭ \times ৩.২ \times ১০^{১০} = ৪.১ \times ১০^{১১}$টি কণা। অবশ্য এ পদ্ধতিতে সংক্রামী ও অসংক্রামী সকল কণাই সমভাবে গণিত (counted) হয়। ভাইরাস আস্তরিত ফিল্মে ধাতব ছায়াপাত (metal shadowing) করা হলে আরও সূক্ষ্মতর পর্যবেক্ষণ ও সঠিকতর গণনা সম্ভব (চিত্র ২.১০)।



চিত্র ২.৫ : ভাইরাস গণনার ভৌত পদ্ধতি।
[চিত্র বিশ্লেষণ : ২২০টি ছোট ও ১৭টি বড় কণা দেখা যাচ্ছে। বড় গুলো লেটেক্স কণা ও ছোটগুলো ভাইরাস কণা। লেটেক্সের ঘনত্ব জানা। তা ছিল প্রতি মিলি লিটারে (মিলি) ৩.২×১০^{১০}টি কণা। যেহেতু ভাইরাসের আপেক্ষিক ঘনত্ব জানা, সেহেতু প্রতি মিলি নিলম্বনে ভাইরাসের সংখ্যা = $২২০/১৭ \times ৩.২ \times ১০^{১০} = ৪.১ \times ১০^{১১}$টি।]

১.১.২. রক্ততঞ্চন (Hemaglutination) পদ্ধতি : অনেক ভাইরাস লাল রক্ত কণিকা জমিয়ে দিতে পারে। হার্স্ট (Harst) ফ্লু ভাইরাসের ক্ষেত্রে এ ব্যাপারটি সর্বপ্রথম লক্ষ্য করেন (১৯৪৩)। ফ্লু ভাইরাসের প্রাবরণে (envelope) যে গ্লাইকোপ্রোটিন রয়েছে তার সাথে লোহিত কণিকার গ্লাইকোপ্রোটিনের রাসায়নিক সংযোগ ঘটার ফলেই এ অবস্থার সৃষ্টি হয়। প্যারামিক্সো ভাইরাসের ক্ষেত্রেও এরূপ ঘটে। যেসব ভাইরাসের প্রাবরণে নুরামিনিডেজ এনজাইম (enzyme) থাকে তাদের ক্ষেত্রে রক্ত জমে না, কারণ এ এনজাইম লোহিত কণিকার গ্লাইকোপ্রোটিন নষ্ট করে দেয়। আবার যখন তাপ ৪° সে.-এর কাছাকাছি নামিয়ে আনা হয় তখন এ উৎসেচক নিষ্ক্রিয় হয়ে পড়ে, ফলে এ ধরনের নিম্নতাপে ঐসব ভাইরাসের ক্ষেত্রেও রক্ত জমতে দেখা যায়। নিলম্বনে ভাইরাসের ঘনত্ব বেশি থাকলেই এ পদ্ধতি কার্যকর হয়। পরিমাণে অল্প ভাইরাসের উপস্থিতি জ্ঞাপক সূক্ষ্ম পদ্ধতি এটি নয়। অনেক গবেষণাগারেই এ পদ্ধতি অনুসৃত হতে দেখা যায়।

ভাইরাস নিলম্বনকে পর্যায়ক্রমে তরল করে (১ঃ১০, ১ঃ১০০ ইত্যাদি) ছোট গোলতলা পাত্রে, যথাক্রমে সাজিয়ে প্রতিটিতে লোহিতকণিকা যুক্ত করে কয়েক ঘণ্টা রেখে দেয়া হয়। অতঞ্চিত লোহিত কণিকা পাত্রের তলদেশে জমে এবং তঞ্চিত লোহিত কণিকাগুলো তার চতুর্দিকে একটি পাতলা আবরণ তৈরি করে (চিত্র ২.৬)।



চিত্র ২.৬ : রক্ত তঞ্চনের হার অনুমাপনের সাহায্যে ভাইরাস গণনা।

[চিত্র বিশ্লেষণ : দুটি রক্তের নমুনা ক ও খ। ১০, ২০, ৪০ ৮০, ১৬০ এরূপ অনুক্রমে দুটোকেই তরল করা হয়েছে। প্রতিটি তরলীকরণ (dilution) ৫ মিলি মাত্রার সাথে সমপরিমাণ লোহিত রক্ত কণিকার নিলম্বন (10^7/মিলি) মিশ্রিত করে চিত্রের মতো বিন্যাসে ছোট ছোট প্লাস্টিক পাত্রে তরলীকরণের ক্রমানুসারে ঢেলে কক্ষ তাপে (room temperature) ৩০ মিনিট রেখে দেয়া হল। দেখা গেল, নমুনাটি তঞ্চিত হয় ৩২০ তরলীকরণের পর্যায়ে। অর্থাৎ উপস্থিত লোহিত কণিকাগুলোর তঞ্চিত হবার জন্য যতো ভাইরাস প্রয়োজন এতে ঠিক ততোসংখ্যক ভাইরাস রয়েছে। নিলম্বনে লোহিত কণিকার সংখ্যা ছিল 10^7 (প্রমিত তরলীকরণ রূপে প্রস্তুত)। যেহেতু একটি ভাইরাস দুটি লোহিত কণিকাকে তঞ্চিত করতে পারে (জানা), সেহেতু ক নমুনায় ভাইরাসের সংখ্যা = $৩২০ \times ৫ \times 10^৬$ এবং খ নমুনায় ভাইরাসের সংখ্যা = $৮০ \times ৫ \times 10^৬$। অবশ্য ব্যবহারিকভাবে সরাসরি রক্ত তঞ্চনের একক দ্বারাই ভাইরাসের সংখ্যা প্রকাশ করা হয়। উদাহরণস্বরূপ, নমুনা ক-তে ৩২০ খ-তে ৮০ ভাইরাস উপস্থিত।

১.২. সংক্রামিতা পরিমাপ (Titration) : কি পরিমাণ ভাইরাস নিলম্বন পোষক দেহে নির্দিষ্ট প্রতিক্রিয়া সৃষ্টি করছে তা থেকেই এর সংক্রমিতা পরিমাপ করা হয়। ভাইরাসের সংক্রমিতা পরিমাপ প্রক্রিয়াই টাইট্রেশন এবং একটি নিলম্বনে সুনির্দিষ্ট সংক্রমণ সৃষ্টিকারী নির্দিষ্ট ভাইরাসের পরিমাণকে বলা হয় টাইটার (titer)। ভাইরাস টাইট্রেশনের অনেক পদ্ধতি রয়েছে, যেমন—

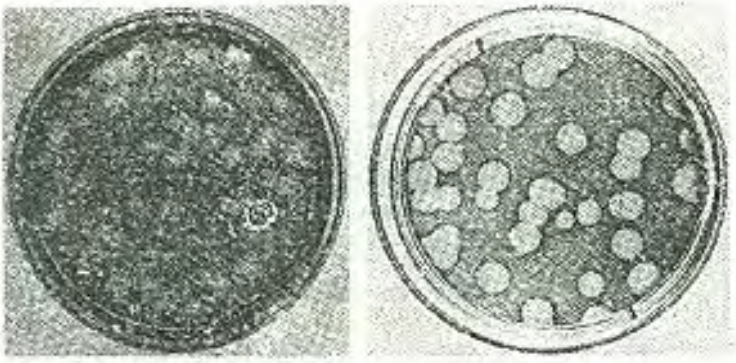
১.২.১. ফাজ, প্লেক পদ্ধতি (Plaque) : ডিহেরেলে সর্বপ্রথম এ পদ্ধতিতে ব্যাকটেরীয় ফাজ পরিমাপ করেন। পদ্ধতিটি এরকম, একটি ফাজ নিলম্বন (suspension), পোষক ব্যাকটেরিয়ার উৎপাদনসহ এক ফোটা আবাদ মাধ্যম এবং কয়েক মিলি লিটার গলান (৪৪° সে. তপ্ত) আগার একসাথে মিশিয়ে একটি পেট্রিপ্লেটে শক্ত জমানো আগারের উপর ঢেলে দেয়া হয়। মিশ্রণটি পাতলা স্তর হয়ে ছড়িয়ে পড়ে। এ প্লেটকে আতোপ্ত (incubate) করা হলে যখন একটি সুষম ব্যাকটেরীয় লন উৎপন্ন হয়, তখন মিশ্রণস্থিত ফাজের সংক্রমণ শুরু হয়। প্রতিটি ফাজ নিকটবর্তী ব্যাকটেরিয়া কোষ আক্রমণ করে ও ২০ থেকে ৩০ মিনিটের মধ্যে কয়েক শত ফাজ ব্যাকটেরিয়া কোষ বিদীর্ণ করে বেরিয়ে আসে এবং এরা পুনরায় নিকটতম ব্যাকটেরিয়া কোষগুলো আক্রমণ করে। এরকম চলতে থাকে এবং একদিনের আতোপ্তির পরই ব্যাকটেরীয় লনে ব্যাকটেরীয়া ধ্বংসের ফলে সৃষ্ট স্বচ্ছ প্লেকগুলো খালি চোখেই দেখা যায় (চিত্র ২.৭)।



চিত্র ২.৭ : ফাজ অনুলপন—প্লেক পদ্ধতি।

[চিত্র বিশ্লেষণ : প্লেটে বিভিন্ন নির্দেশক (indicator) ব্যাকটেরীয় মাধ্যমে ফাজ T1 ও T2 মিশ্রণের আবাদ করা হয়েছে। (ক) নির্দেশক ক T2 এর সুবেদী (sensative) (খ) নির্দেশক খ T1 এর সুবেদী (গ) নির্দেশক ক ও খ এর মিশ্রণে উভয় ফাজ ঘোলাটে প্লেক উৎপন্ন করে। তবে যেখানে একে অপরকে অধিক্রম (overlap) করে সেখানে স্বচ্ছ মারক (lytic) এলাকা সৃষ্টি হয়]

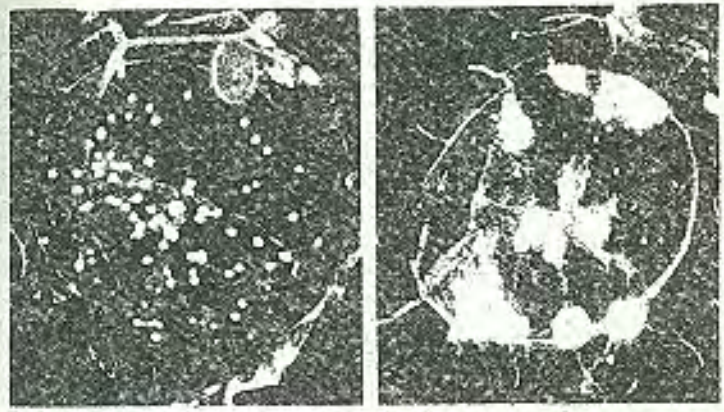
১.২.২. **প্রাণিভাইরাস, প্লেক পদ্ধতি :** ডালবিকো ও ভিহেরেলে উপরোক্ত পদ্ধতিটি একটু পরিবর্তন করে প্রাণিভাইরাস পরিমাপের এ পদ্ধতি প্রবর্তন করেন। কাঁচের পাত্রে উৎপন্ন একটি একস্তর আবাদে ভাইরাস নিলম্বন ঢেলে দেয়া হয়। ১–২ ঘন্টা পর ভাইরাস কণাগুলো কোষের সাথে সংযুক্ত হয়ে যায়। তখন এর উপর আবার নরম (৪৪° সে. তপ্ত আগার অথবা জেল মিশ্রণ ঢেলে দেয়া হয়। ১–৩ সপ্তাহ তাতোপ্ত করার (incubate) পর এতে সুস্পষ্ট প্লেক দেখা যায় (চিত্র ২.৮)।



ক খ

চিত্র ২.৮ : প্লেক অনুমাপন পদ্ধতি—প্রাণিভাইরাস গণনার জন্য। (ক) মুরগির ভ্রূণকোষে উৎপন্ন Western equine encephalitis ভাইরাসের প্লেক এবং (খ) মানব হেলা কোষে পলিও ভাইরাসের প্লেক।

১.২.৩. **প্রাণিভাইরাস, পোক পদ্ধতি :** মুরগির ভ্রূণাবরণে ভাইরাস সংক্রমণ করা হলে ভাইরাস ভেদে বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন রোগ চিহ্ন সৃষ্টি হয়। এসব চিহ্নকে পোক (pock) বলা হয়। বসন্ত ভাইরাস পরিমাপের জন্য বানেট পোক গণনাপদ্ধতি ব্যবহার করেন (চিত্র ২.৯)। অন্য দু'একটি ভাইরাস, যেমন হার্পিস পরিমাপের জন্যও পোকপদ্ধতি সুবিধাজনক।



ক খ

চিত্র ২.১ : পোক অনুমোদন পদ্ধতি—প্রাণিভাইরাস গবেষণার জন্য। মুরগি-ভ্রূণের chorio-allantoic ঝিল্লীতে (ক) ভেরিওলা ভাইরাসের পোক এবং (খ) ভেক্সিনিয়া ভাইরাসের পোক।

২. ভাইরাস পর্যবেক্ষণ

বিশুদ্ধ ভাইরাস নমুনা সংগ্রহ করার পর এর ভৌত ও আণবিক গঠন পর্যবেক্ষণের জন্য ইলেকট্রন আণুবীক্ষণিক পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়।

২.১. ইলেকট্রন আণুবীক্ষণিক পর্যবেক্ষণ (Electron microscopy) : আলোক অণুবীক্ষণের বিশ্লেষণ (resolution) ক্ষমতা ৪২৬ nm (ন্যানোমিটার)। অর্থাৎ দুটি পাশাপাশি অবস্থিত বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব ৪২৬ nm-এর কম হলে আলোক অণুবীক্ষণে এদের পৃথক দেখা যাবে না। অন্যদিকে বৃহত্তম ভাইরাসের ব্যাসও ২৫০ nm-এর বেশি নয়, বরং অধিকাংশ ভাইরাসের ব্যাসই ১০০ nm-এর কম। তাই সর্বাপেক্ষা শক্তিশালী আলোক অণুবীক্ষণেও ভাইরাস দেখা সম্ভব হয়নি। ইলেকট্রন অণুবীক্ষণের বিশ্লেষণ ক্ষমতা ০.৪-১.০ nm, অন্যদিকে ক্ষুদ্রতম ভাইরাসের ব্যাসও ১০ nm-এর কাছাকাছি। তাই ইলেকট্রন অণুবীক্ষণে ভাইরাসকে অত্যন্ত সূক্ষ্ম পর্যায় পর্যন্ত দেখা সম্ভব হয়েছে। প্রথম দিকে ভাইরাস কণাসমূহ কোনো বিশেষ প্রস্তুতি ছাড়াই সরাসরি ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্রে দেখা হতো, ফলে তখন খুব উঁচু মানের আণুবীক্ষণিক বিশ্লেষণ অর্জন সম্ভব হয়নি। বর্তমানে নানা বিশেষ পূর্ব প্রস্তুতি ও প্রক্রিয়ার মাধ্যমে ভাইরাসকে ইলেকট্রন আণুবীক্ষণিক পর্যবেক্ষণের জন্য তৈরি করে নেয়া হয়। ফলে এর আকার, পৃষ্ঠগঠন, অন্তর্গঠন ইত্যাদি যথেষ্ট স্পষ্টভাবে দেখা সম্ভব হয়েছে। ভাইরাস পর্যবেক্ষণে ব্যবহৃত বিশেষ ইলেকট্রন আণুবীক্ষণিক প্রযুক্তিগুলো নিম্নরূপ—

২.১.১. ধাতব ছায়াপাত (Metal shadowing) : একটি স্বচ্ছ ঝিল্লীর উপর ভাইরাস নিলম্বন (suspension) ছড়িয়ে দিয়ে শুকিয়ে নেয়া হয়। অতঃপর নির্দিষ্ট কৌণিক অবস্থানে

থেকে একটি ধূমায়মান ধাতুর (যেমন স্বর্ণ) বাষ্প-এর উপর নিক্ষেপ করা হয়। এতে ভাইরাস কণাগুলোর এক পার্শ্ব একটি ইলেকট্রন-অনচ্ছ (opaque) ধাতব প্রলেপে ঢেকে যায় (চিত্র ২.১০)। কণাগুলোর উল্টো দিকে এ প্রলেপ না থাকাতে ঐদিক থেকে ইলেকট্রন রশ্মি পাত করা হলে সুস্পষ্ট ছায়ার সৃষ্টি হয়। এ ছায়ার পটভূমিতে (background) ভাইরাসের আকার ও আকৃতি (shape and size) অত্যন্ত স্পষ্টভাবে বোঝা যায়। উইলিয়াম ও উইকফ এ পদ্ধতি আবিষ্কার করেন। ভাইরাস কণার পৃষ্ঠে সূক্ষ্ম অমসৃণতা থাকলে ধাতুর প্রলেপও অসমান হয়, যা ইলেকট্রন রশ্মীর জন্য অসমান অনচ্ছতা সৃষ্টি করে। ফলে এ পদ্ধতিতে ভাইরাস কণার পৃষ্ঠ গঠনও (surface structure) সুন্দরভাবে প্রকাশ পায় (চিত্র ২.১০)।

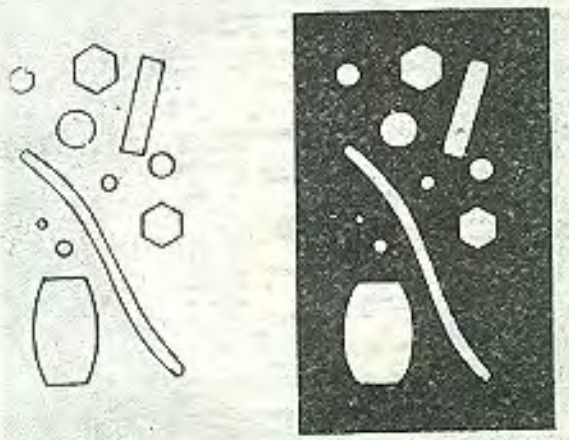


চিত্র ২.১০ : ধাতব ছায়াপাত।

২.১.২. **ইতিরঞ্জন** (Positive staining) : এমন কিছু বিশেষ ধরনের রঞ্জিন রাসায়নিক দ্রব্য রয়েছে যা বিশেষভাবে ভাইরাস কণার নির্দিষ্ট সহাংশ দ্বারা নির্বাচিতভাবে (selectively) শোষিত হয় এবং অংশটি বিশেষ রঙে রঞ্জিত হয়ে যায়। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, ইউরেনাইল এসিটেট ভাইরাস নিউক্লিক এসিডকে এবং ফেরেটিন ভাইরাস ক্যাপসিডকে রঞ্জিত করে। এ দুটি রসায়ন (chemical) দ্বারা রঞ্জিত করা হলে ইলেকট্রনবীক্ষণিক চিত্রে ভাইরাস কণার গঠন স্পষ্ট হয়ে ধরা পড়ে (চিত্র ২.১১)।

২.১.৩. **নেতিরঞ্জন** (Negative staining) : এ পদ্ধতিতে ভাইরাসকে একটি সম্পূর্ণ ইলেকট্রন অনচ্ছ দ্রবণের সাথে মিশ্রিত করে তা একটি কলডিয়ন ঝিল্লীর উপর ছড়িয়ে দিয়ে শুকিয়ে নেয়া হয়। সোডিয়াম ফসফোটাংস্টেট, অসমিয়াম টেট্রাঅক্সাইড ইত্যাদি এ ধরনের দ্রবণ। এ দ্রবণ ভাইরাস কণার চতুর্দিকে কলডিয়ন ঝিল্লীর উপর জমে এবং ঝিল্লীটি ইলেকট্রন অনচ্ছ (electron opaque) হয়ে যায়, অন্যদিকে ভাইরাস কণা দ্বারা অধিকৃত এলাকাগুলো ফাঁকা থাকে (চিত্র ২.১১)। তবে ভাইরাস পৃষ্ঠের খাঁজ ও অসমতল স্থানগুলোতেও কিছু দ্রবণ

লেগে যায়। ফলে এথেকে গৃহীত ইলেকট্রন বীক্ষণিক চিত্রে ভাইরাসের আকার আকৃতি ও পৃষ্ঠগঠন সূক্ষ্মভাবে ধরা পরে। ব্রেনার ও হর্ণ সোডিয়াম ফসফোটাংস্টেট ব্যবহার করে সর্বপ্রথম এ পদ্ধতিতে ভাইরাস পর্যবেক্ষণ করেন।



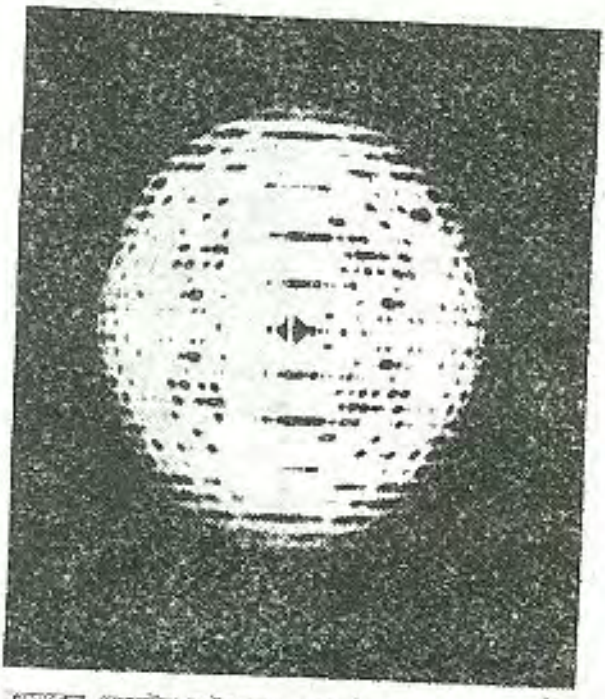
ইতি রঞ্জন নেতি রঞ্জন

চিত্র ২.১১ : ইতিরঞ্জন (posetive staining) ও নেতিরঞ্জন (negative stating)—অঙ্কিত মডেল চিত্র।

২.১.৪. **পাতলা ছেদন** (Thin section) : ভাইরাস নিলম্বন সেন্ট্রিফিউজ করা হলে ভাইরাস ও অন্যান্য নিলম্বিত কণাসমূহ সেন্ট্রিফিউজনলের তলদেশে তলানি (sediment) হয়ে জমে। বটিকার (pillet) মত এ তলানি থেকে বিশেষ যান্ত্রিক পদ্ধতিতে অনেক পাতলা ছেদন (section) কেটে নেয়া হয়। এসব ছেদন ইলেকট্রন আণুবীক্ষণিক পর্যবেক্ষণের জন্য ব্যবহার করা হয়। ভাইরাসকণার সকল অংশের প্রায় সকল প্রকারে ও কোণে কর্তিত ছেদনই এসব ছেদনে খুঁজে পাওয়া যায়। এ পদ্ধতিতে পর্যবেক্ষণে ভাইরাস কণার আভ্যন্তরীণ গঠন ভাল বোঝা যায়।

২.২. **এক্সরে কেলাসচিত্রন** (X-ray crystallography) : যেকোনো কেলাসকণার মধ্যেই পারমাণবিক বিন্যাস অত্যন্ত সুশৃঙ্খল হয়ে থাকে। কেলাস কণার মধ্য দিয়ে এক্সরে পরিচালিত করা হলে আন্তঃপারমাণবিক ফাঁক দিয়ে এর একাংশ সরাসরি বেরিয়ে যাবে, বাকি অংশ পারমাণবিক অবস্থানসমূহে বাধাপ্রাপ্ত হয়ে বিচ্ছুরিত (ভিন্ন পথে পরিচালিত) হবে। কেলাসের পারমাণবিক গঠন সুশৃঙ্খল বলে এক্স রশ্মির বিচ্ছুরণেও একটা বিশেষ শৃঙ্খলা রক্ষিত হয়। ফটোগ্রাহক (photographic) কাগজে এ কেলাসের মধ্য দিয়ে পরিচালিত এক্স রশ্মির ছবি নেয়া হলে একটি সুশৃঙ্খল ছায়াচিত্র পাওয়া যায় (চিত্র ২.১২)। এ চিত্র বিশ্লেষণ করে কেলাসের পারমাণবিক গঠন সম্বন্ধে একটি ধারণা পাওয়া যায়। ভাইরাসকণাও

কেলাসাকার, এ পদ্ধতিতে অনেক ভাইরাস কণার গঠন সম্বন্ধেও অনেক তথ্য সংগৃহীত হয়েছে (চিত্র ২.১২)।



চিত্র ২.১২ : তামাকের মোজাইক ভাইরাসের এক্সরে বিচ্ছুরণ (diffraction) চিত্র। [অধ্যাপক J.T. Finch এর সৌজন্যে।]

৩. তলানি বিশ্লেষণ (Sediment analysis)

যেকোনো তরল মাধ্যমে উপস্থিত নিলম্বিত (suspended) কণাসমূহ মাধ্যাকর্ষণজনিত আকর্ষণে ওজনের ক্রমানুসারে ধীরে ধীরে তরলের তলদেশে থিতিয়ে পড়ে। এটি যেকোন কণাকার বস্তুর ভৌত গুণ। ভাইরাস কণা ও এর বিভিন্ন সহাংশের (components) ওজন ও অন্যান্য ভৌত বৈশিষ্ট্য নিরূপনের কাজে তলানি বিশ্লেষণের জন্য উক্ত ভৌত প্রপঞ্চটি সুবিধাজনকভাবে ব্যবহার করা হয়েছে এবং অনেক ভাইরাস ও এদের সহাংশ সম্বন্ধে অনেক তথ্য জানা সম্ভব হয়েছে।

৪. রাসায়নিক বিশ্লেষণ (Chemical analysis)

ভাইরাস কণার রাসায়নিক সহাংশসমূহ, যথা—নিউক্লিক এসিড, প্রোটিন, লিপিড ইত্যাদি প্রতিটিই জীবজগতের সুপরিচিত বৃহদাণু (macromolecule) ও জীবদেহের মৌলিক রাসায়নিক সহাংশ (component)। প্রতিষ্ঠিত রাসায়নিক পদ্ধতিতেই এগুলোর রাসায়নিক বৈশিষ্ট্য সম্বন্ধে গবেষণা করা হয়।

তৃতীয় অধ্যায়

ভাইরাস গঠনতত্ত্ব

ভাইরাস আকারে এতই ক্ষুদ্র যে ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ আবিষ্কারের পূর্বে এর গঠন সম্বন্ধে জানা সম্ভব ছিল না। সাধারণ হিসেবে একটি ভাইরাস কণার ব্যাস একটি ব্যাকটেরিয়া কোষের ব্যাসের ১/২০ থেকে ১/১০০ অংশ। আলোক অণুবীক্ষণের বিশ্লেষণ সীমার (৪২৬ ন্যানোমিটার) বহু নিচে এর অবস্থান। উনিশ শতকের শেষ ভাগ থেকে আরম্ভ করে বিশ শতকের চতুর্থ দশক পর্যন্ত বহু ভাইরাসবিদের গবেষণার ফলে ভাইরাসের রাসায়নিক ও রোগাত্মক (pathogenic) চরিত্র সম্পর্কে বেশ কিছু তথ্য জানা সম্ভব হলেও। প্রত্যক্ষভাবে ভাইরাস দর্শন সর্বপ্রথম সম্ভব হয় ১৯৪১ সালে ইলেকট্রন অণুবীক্ষণের সাহায্যে। এর পর প্রেনার, হল, এন্ডারসন এবং আরো অনেক বিজ্ঞানী ইলেকট্রন আণুবীক্ষণিক প্রযুক্তির প্রভূত উন্নতি সাধন করেন এবং ফলে ভাইরাসের গঠন অতি সূক্ষ্ম পর্যায় পর্যন্ত পর্যবেক্ষণ করা সম্ভব হয়।

জীবদেহের গঠন সাধারণত তিনটি বিভিন্ন পর্যায়ে আলোচনা করা হয়। যেমন—ভৌত গঠন, রাসায়নিক গঠন এবং আণবিক গঠন। আকারে ও গঠনে ভাইরাস একটি বৃহদাণু (macromolecule)। এর ভৌত, রাসায়নিক ও আণবিক গঠন সম্পর্কিত আলোচনা পৃথক পৃথকভাবে করা সহজ নয়। তাই দ্বিরুক্তি এড়ানো ও বর্ণনার স্বাচ্ছন্দ্যের জন্য একটি সমন্বিত বর্ণনায় ভাইরাসের গাঠনিক পর্যায়গুলো আলোচিত হয়েছে।

কয়েকটি পরিশব্দ

ভাইরাস ক্ষুদ্রতম জীবিত অস্তিত্ব (entity)। পোষক কোষের বাইরে এর দেহ যেন জড় রাসায়নিক কেলাস (crystal)। সে জন্য একে প্রায়শ ভাইরাস কণা (particle) বলে অভিহিত করা হয়। প্রধানত দুটি সহাংশ (component parts) দ্বারা ভাইরাস কণা গঠিত। নিউক্লিক এসিড গঠিত কোর (core) ও এর চতুর্দিকে প্রোটিন গঠিত আবরন ক্যাপসিড (capsid)। ক্যাপসিড গঠিত হয় বহুসংখ্যক প্রোটিন উপএকক (subunit) দ্বারা, এদের বলা হয় প্রোটোমার (protomer)। কোনো কোনো ভাইরাসে কয়েকটি প্রোটোমার একত্রিত হয়ে প্রথম পর্যায়ে একটি বৃহত্তর উপএকক তৈরি করে। একে বলে ক্যাপসোমার (capsomer) এবং দ্বিতীয় পর্যায়ে অনেক ক্যাপসোমার বিশেষভাবে বিন্যস্ত হয়ে তৈরি করে ক্যাপসিড। অনেক প্রাণিভাইরাসে ক্যাপসিডের চতুর্দিকে একটি অতিরিক্ত আবরণ থাকে। একে প্রাবরণ (envelope) বলে। এটি একটি লিপোপ্রোটিন (লিপিড ও প্রোটিন নির্মিত) আবরণ। প্রাবৃত (enveloped) ভাইরাসের ক্ষেত্রে কোর ও ক্যাপসিডকে যুক্তভাবে নিউক্লিওক্যাপসিড (nucleocapsid) বলা হয়। অনেক সময় (প্রাবৃত ভাইরাসের ক্ষেত্রেই) সম্পূর্ণ নিউক্লিও

ক্যাপসিডকেও কোর বলে অভিহিত করা হয়। ভাইরাসতত্ত্বে ভাইরাস শব্দটি একটি সাধারণ পরিশব্দ (term)। বিশেষভাবে সংক্রমণ সক্ষম ভাইরাসকে বলা হয় ভাইরিয়ন (virion)।

ভাইরাসের আকারভিত্তিক শ্রেণিবিন্যাস

ভাইরাসের আকার (shape) নির্ভর করে ক্যাপসিডের আকারের উপর, আর ক্যাপসিডের আকার নিয়ন্ত্রিত হয় প্রোটোমার ও ক্যাপসোমারের বিন্যাস বা সমাবেশ (symmetry) দ্বারা। ক্যাপসিডের বিন্যাসভেদে ভাইরাস হতে পারে তিন প্রকার, যথা—১. দণ্ডাকার (rod shaped) বা সর্পিল সমাবেশ (helical symmetry), ২. আপাতবর্তুলাকার (quasi-spherical) বা বিংশতল (icosahedral) সমাবেশ এবং ৩. বেঙাচি আকারের (tadpole shaped) বা দ্বৈত (binal) সমাবেশ।

১. দণ্ডাকার বা সর্পিল সমাবেশ (Rodshaped বা helical symmetry)

নাম থেকেই বোঝা যায়, এদের আকার দণ্ডের মতো, তবে নানা দৈর্ঘ্যের হতে পারে। দৈর্ঘ্যে Alfalfa mosaic ৪২ nm, Tobacco mosaic ৩০০ nm এবং Beet yellow mosaic ১২০০ nm। এদের নিউক্লিক এসিড কোর সর্পিলাকার (spiral) বা স্প্রিং এর মতো এবং কোর বেষ্টন করে রয়েছে একটি বেলনাকার (cylindrical) ক্যাপসিড। উচ্চ বিশ্লেষণক্ষম (high resolution) ইলেকট্রন অণুবীক্ষণে দেখা গেছে প্রোটিন উপএককসমূহ কোরকে বেষ্টন করে একটি সর্পিল রেখায় (helical line) একের পর এক সজ্জিত হয়ে এ ক্যাপসিড তৈরি হয়েছে (চিত্র ৩.১)। তাই এর বিন্যাসকে বলা হয় সর্পিল সমাবেশ। অধিকাংশ উদ্ভিদভাইরাস ও কিছু প্রাণিভাইরাস এ ধরনের। দণ্ডাকার ভাইরাস হতে পারে প্রাবৃত (enveloped) ও অনাবৃত (naked)।

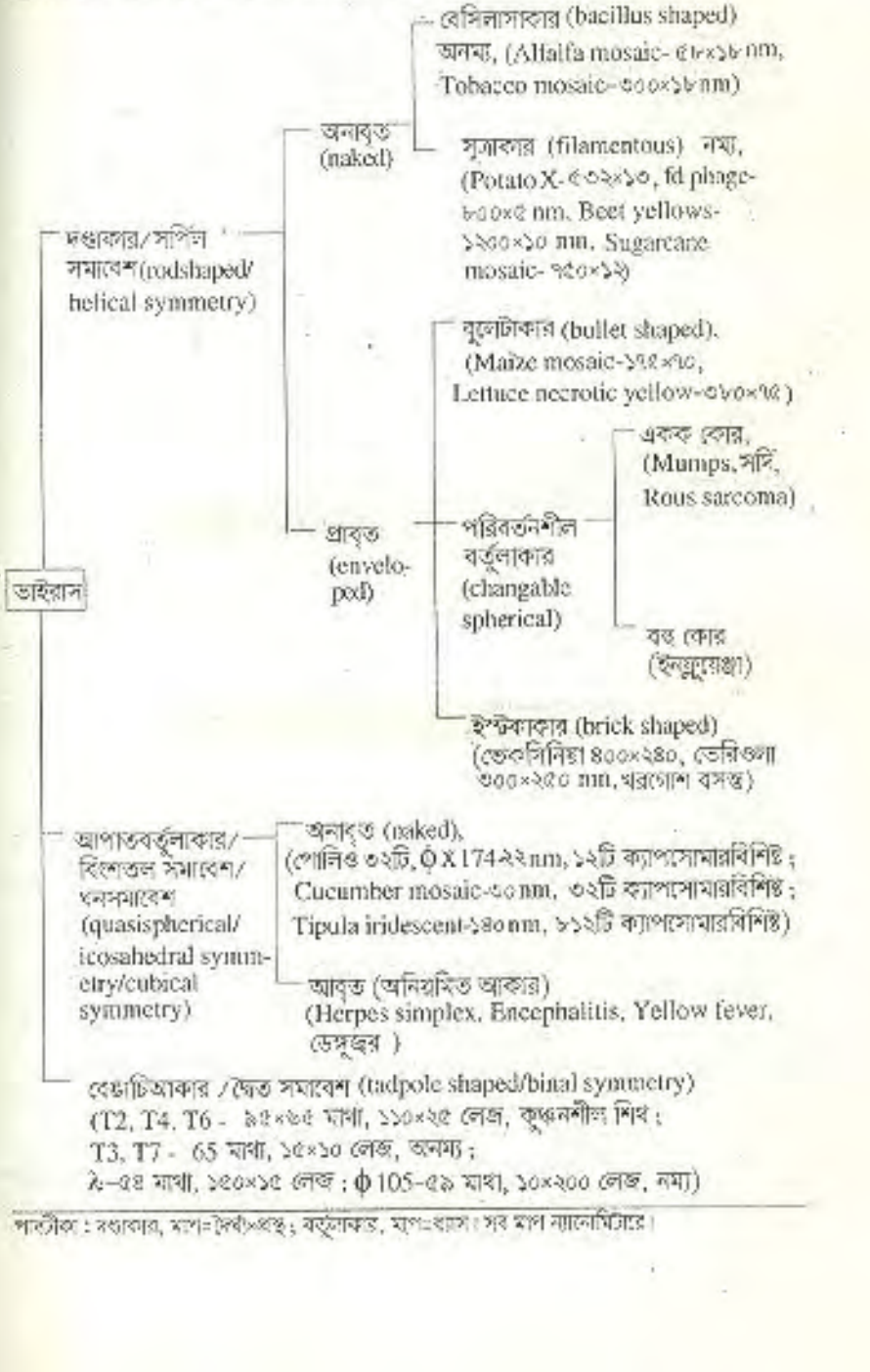
১.১. দণ্ডাকার অনাবৃত (rod shaped naked)—এ ভাইরাসে প্রোটিন ক্যাপসিডকে বেষ্টন করে কোনো আবরণ থাকে না। দণ্ডের নমনতা, ঋজুতা ও দৈর্ঘ্য ভেদে এরা হতে পারে বেসিলাস আকার (bacillus shaped) ও সূত্রাকার (filamentous) (চিত্র ৩.৩ক)।

১.১.১. বেসিলাস আকার (bacillus shaped) ভাইরাস—এরা শক্ত, অনম্য (non-flexible), ঋজু (straight) এবং অপেক্ষাকৃত খর্বাকার (short) কণা। যথা—Alfalfa mosaic (৫৮ × ১৮ nm), Tobacco mosaic (৩০০ × ১৮ nm) ইত্যাদি (চিত্র ৩.১ ক)।

১.১.২. সূত্রাকার (filamentous) ভাইরাস—এরা দীর্ঘ, দণ্ডাকার ও নম্য (flexible) কণা। যথা—Potato X ভাইরাস (৫৩২ × ১৩ nm), Clover white mosaic (৫৮০ × ১৫ nm), fd phage (৮০০ × ৫ nm), Beet yellows (১২০০ × ১০ nm) ইত্যাদি (চিত্র ৩.১ খ)।

পাদটীকা : ভাইরাসতত্ত্বে ব্যবহৃত দৈর্ঘ্যের একক μm (মাইক্রোমিটার) ও nm (ন্যানোমিটার) মেট্রিক একক। ১μm = ০.০০১ বা ১/১০০০ মিলিমিটার এবং ১nm = ০.০০১ μm = ১০Å (এংস্ট্রম)। বৃটিশ একক μ (মাইক্রন) = μm এবং mμ (মিলিমাইক্রন) = nm.

ভাইরাসের আকারভিত্তিক শ্রেণিবিন্যাস ছক



পাদটীকা : দণ্ডাকার, মাপ=দৈর্ঘ্য×প্রস্থ; বর্তুলাকার, মাপ=ব্যাস। সব মাপ ন্যানোমিটারে।

সারণি ৩.১ : সপিল ক্যাপসিড ভাইরাসের গঠন, মাপ (দৈর্ঘ্য×ব্যাস nm) ও কয়ে সুদৃষ্ট (common) উদাহরণ

সাধারণ আকার অনাবৃত/ প্রাবৃত	ভাইরাস (পোষক)	ক্যাপসিড, দৈ ×ব্যা অনাবৃত/ প্রাবৃত	নিউক্লিক এসিড
সূত্রাকার, নগ্ন, অনাবৃত	Tobacco mosaic	৩০০×১৮	১ RNA
	Potato X	৫৩২×১৩	১ RNA
	Potato Y	৭৪০×১১	১ RNA
	Clover white mosaic	৫৮০×১৫	১ RNA
	Beet yellows	১২০০×১০	১ RNA
	Sugarcane mosaic	৭৫০×১২	১ RNA
	Turnip mosaic	৭৪০×১২	১ RNA
	fd (*Pseudomonas*)	৮০০×৫	১ RNA
ব্যাসিলাসাকার, অনগ্ন, অনাবৃত, একাধিক কণা	Tobacco rattle	২০০×২২ এবং ৪৬–১১৪×২২ –কণা ২ প্রকার	১ RNA
	Alfalfa mosaic	৫৮,৪৮,৩৬ এবং ২৮×১৮ –কণা ৪ প্রকার	১ RNA
দণ্ডাকার, অনগ্ন, প্রাবৃত, বুলেটাকার	Cacao swollen shoot	(১২৫×২৮)	১ RNA
	Rabies (dog)	(১৫০–৩৮০×৫০–৯৫)	১ RNA
	Potato yellow dwarf	(১৫৫–৩৮০×৪৫–৯৫)	১ RNA
	Vesicular stomatitis (cattle)	(২০০×৬০)	১ RNA
	Lettuce necrotic yellow	(৩৮০×৭৫)	১ RNA
প্রায় বর্তুলাকার, পরিবর্তনশীল প্রাবৃত,	Mumps (human)	১০০০×১৮ (১৫০)	১ RNA
	Measles (human)	১০০০×১৮ (১৫০)	১ RNA
	Cold (human)	(৮০×১২০)	১ RNA
	Newcastle disease (fowl)	১০০০×১৮ (১৫০)	১ RNA
	Rous sarcoma (bird)	(১০০)	১ RNA
	Leukemia (cat)	(১০০)	১ RNA
	Influenza B (human)	(৮০–১২০)	১ RNA
ইষ্টকাকার বা প্রান্ত ডিম্বাকার, প্রাবৃত	Vaccinia (bovine)	(৪০০×২৪০×২০০)	২ DNA
	Variola (human)	(৩০০×২৫০×২০০)	২ DNA
	Pustular dermatitis (sheep)	(২৬০×১৬০)	২ DNA
	Rabbitpox	(২০০×১৩০)	২ DNA

দ্রষ্টব্য : ১ ও ২ = এক সূত্র ও দ্বিসূত্র। দৈ = দৈর্ঘ্য, ব্যা = ব্যাস। প্রাবৃত ভাইরাস কণার ব্যাস বন্ধনীতে এ এর ক্যাপসিডের দৈর্ঘ্য×ব্যাস বন্ধনীর বাইরে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৩.১ : দণ্ডাকার ভাইরাস। (ক) অনম্য দণ্ডাকার, (খ) নম্য দণ্ডাকার ও (গ) বুলেটাকার।

এমন কিছু ভাইরাস রয়েছে যাদের বিভিন্ন দৈর্ঘ্যের দণ্ডাকার কণারূপে দেখা যায়। যেমন—Tobacco rattle virus-এ ২০০ ও ৪৩–১১৪ nm দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট ২ প্রকার দণ্ড দেখা যায়। এসব ক্ষেত্রে বৃহত্তর দণ্ডটিই সংক্রমণ সক্ষম পূর্ণাঙ্গ ভাইরাস, ক্ষুদ্রতর দণ্ডগুলো সংক্রমণ অক্ষম, অপূর্ণাঙ্গ ভাইরাস।

১.২. **দণ্ডাকার প্রাবৃত (Rod shaped enveloped) ভাইরাস**—এসব দণ্ডাকার ভাইরাসের ক্যাপসিড বেষ্টন করে রয়েছে একটি অতিরিক্ত লিপোপ্রোটিন বহিরাবরণ। অধিকাংশ ক্ষেত্রে এ বহিরাবরণটি একটি টিলে ধরনের ঝিল্লীবিশেষ। এসব ক্ষেত্রে ভাইরাসের আকৃতি কিছুটা পরিবর্তনশীল (changeable) হয়। এগুলো তিন প্রকার হতে পারে, যথা—বুলেটাকার, পরিবর্তনশীল বর্তুলাকার এবং ইস্টকাকার (চিত্র ৩.২, ৩.৩)।

১.২.১. **বুলেটাকার (bullet shaped) ভাইরাস**—এরা অনম্য দণ্ড এবং অপেক্ষাকৃত স্বর্বাকার। এদের প্রাবরণ টিলে নয়, এদের আকার কখনও পরিবর্তিত হয় না। এদের এক প্রান্ত গোল ও অন্য প্রান্ত সমতল। র‍্যাবডো ভাইরাস এ ধরনের (চিত্র ৩.১গ, ৩.২)। যথা—



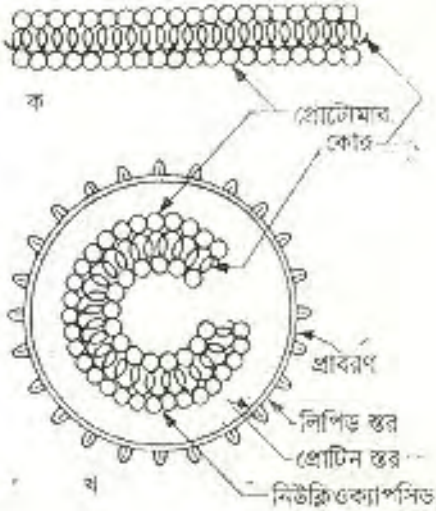
চিত্র ৩.২ : বুলেটাকার র‍্যাবডো ভাইরাস। (ক) ইলেক্ট্রনবীক্ষণিক চিত্র, (খ) ক থেকে অঙ্কিত নকশা (diagramatic) চিত্র। [Microbiology, B.D. Davis *et al.* এর সৌজন্যে।]

Vesicular stomatitis of cattle, Rabies of dog, Lettuce necrotic yellow ইত্যাদি। বিশেষ আকৃতির জন্যই এদের বুলেটাকার বলা হয়। এমন কিছু উদ্ভিদ র‍্যাবডো ভাইরাস আছে যাদের উভয় প্রান্ত গোল। যথা—Cacao swollen shoot ভাইরাস।

১.২.২. পরিবর্তনশীল বর্তুলাকার (spherical) ভাইরাস—টিলে প্রাবরণ বিশিষ্ট এসব ভাইরাস কোরের সংখ্যা ভেদে আবার দুরকম হতে পারে। যেমন—একক কোর ও বহু কোর।

১.২.২.১. একক কোর ভাইরাস—লিপোপ্রোটিন আবরণের মধ্যে একটি মাত্র চক্র বা কুণ্ডলাকার নিউক্লিওক্যাপসিড দ্বারা এগুলো তৈরি হয় (চিত্র ৩.৩ খ ও গ)। যেমন—মানুষের মামপস্ ও হাম (চিত্র ৩.২৩), মুরগির নিউকেসল্ রোগ, পাখির রাউস সারকোমা, ইঁদুর, রিডাল ও গবাদির লিউকেমিয়া ইত্যাদি।

১.২.২.২. বহু কোর ভাইরাস—এ ধরনের ভাইরাসে আবরণের মধ্যে একাধিক নিউক্লীয় ক্যাপসিড থাকে যেমন, ফ্লু ভাইরাস। (চিত্র ৩.২৪)





চিত্র ৩.৩ : সর্পিলাকার ক্যাপসিড ভাইরাস। (ক) সর্পিল অনাবৃত ; (খ) সর্পিল প্রাবৃত, চক্রাকার ক্যাপসিড ; (গ) সর্পিল প্রাবৃত কুণ্ডলাকার ক্যাপসিড।

সারণি ৩.২ : বিশেতল ক্যাপসিড ভাইরাসের গঠন, মাপ (=ব্যাস) ও কয়েকটি সুদৃষ্ট উদাহরণ

সাধারণ আকার প্রাবৃত/অনাবৃত	ভাইরাস (পোষক)	ব্যাস (nm)	ক্যাপসোমার সংখ্যা	নিউক্লিক এসিড
	Cucumber mosaic	৩০	৩২	১ RNA রে
	Barley yellow dwarf	২৫		১ RNA রে
	Tobacco necrosis	২৮		১ RNA রে
	Rice dwarf	৭০	৯২	২ RNA রে
	Clover wound tumor	৩৫–৪৫	৯২	১ RNA রে
বিংশতল,	Tipula iridescent	১৪০	৮১২	২ DNA
অনাবৃত,	ϕX174 কলিফাজ	২২	১২	১ DNA চ
আপাত বর্তুলাকার	f2, fr1, R17 কলিফাজ	৩২		১ RNA রে
	রিও গ্রুপ	৭০–৮০	৯২	২ RNA রে
	এডেনা গ্রুপ	৬০-৯০	২৫২	২ DNA চ
	পোলিও (মানব)	২৭	৩২	১ RNA রে
	প্যাপিলোমা (মানব)	৫৫	৭২	২ DNA চ
	পলিওমা (মূষিক)	৪৫	৭২	২ DNA চ
	Turnip yellow mosaic	২৮	৩২	১ RNA রে
	Tobacco ring spot	২৮	৩২	১ RNA রে
	Cauliflower mosaic	৫০	৭২	২ DNA চ
	Adenoassociaed	২০	১২	১ DNA চ
	Rubella (মানব)	৭০ (৩০)	১৬২	১ RNA রে
	Herpes simplex (মানব)	২০০ (১০০)	১৬২	২ DNA রে
প্রায় বর্তুলাকার,	Encephalitis (মানব)	৫০ (৩০)	৩২	১ RNA রে
প্রাবৃত,	পীতজ্বর (মানব)	৪৫ (৩০)		১ RNA রে
পরিবর্তনশীল	ডেঙ্গু (মানব)	৪৫ (৩০)		১ RNA রে

সংক্ষেপণ : ১ ও ২ = একসূত্র ও দ্বিসূত্র ; রে = রেখাকার ; চ = চক্রাকার। বন্ধনীর বাইরে প্রাবৃত ভাইরাসের এবং বন্ধনীতে নিউক্লিওক্যাপসিডের ব্যাস দেয়া হয়েছে। [ভেভিস ও অন্যান্য, লুরিয়া ও অন্যান্য, জোকলিক ও অন্যান্য এবং ফ্রিংকেল-কনরাট এর সাহায্যে সঙ্কলিত।]

১.২.৩. **ইস্টকাকার ভাইরাস** (brick shapd)—বিশেষ আকারের এ ভাইরাসে নিউক্লিওক্যাপসিড একটি জটিল আবরণ দিয়ে আবৃত থাকে। লিপিড ও প্রোটিন নির্মিত কয়েকটি স্তর দিয়ে এ আবরণ তৈরি। এদের সাধারণ আকার অনেকটা ইটের মতো, তবে

কোনাগুলো গোল। ক্ষেত্রবিশেষে এদের অনেকটা ডিম্বাকারও হতে দেখা যায়। যেমন—মানব বসন্ত (Variola), গোবসন্ত (Vaccinia), মেষ বসন্ত (Pustular dermatitis of sheep), খরগোস বসন্ত (Rabbitpox), মুরগি বসন্ত বা রাণীক্ষেত রোগ (Fowlpox, চিত্র ৩.৪) ইত্যাদি।



ক

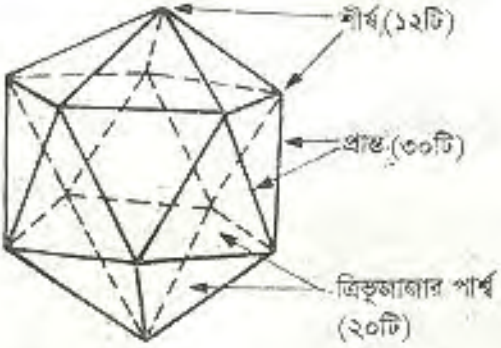
খ১ খ২

চিত্র ৩.৪ : বসন্ত ভাইরাস। (ক) পাউরুটি বা ইস্টাকার ভাইরাসের অঙ্কিত চিত্র ; (খ) ডিম্বাকার বসন্ত ভাইরাস, খ১-ইলেক্ট্রনমীক্ষণিক চিত্র, খ২-খ১ থেকে অঙ্কিত রেখা চিত্র। [Microbiology, C.F. Norton এর সৌজন্যে।]

২. আপাত-বর্তুলাকার বা বিংশতল সমাবেশ (Quasi-spherical বা icosahedral symmetry) :

আপাতবর্তুলাকার বা বিংশতল সমাবেশ ভাইরাস দু'ধরনের হতে পারে। যেমন—বিংশতল অনাবৃত ও বিংশতল প্রাবৃত।

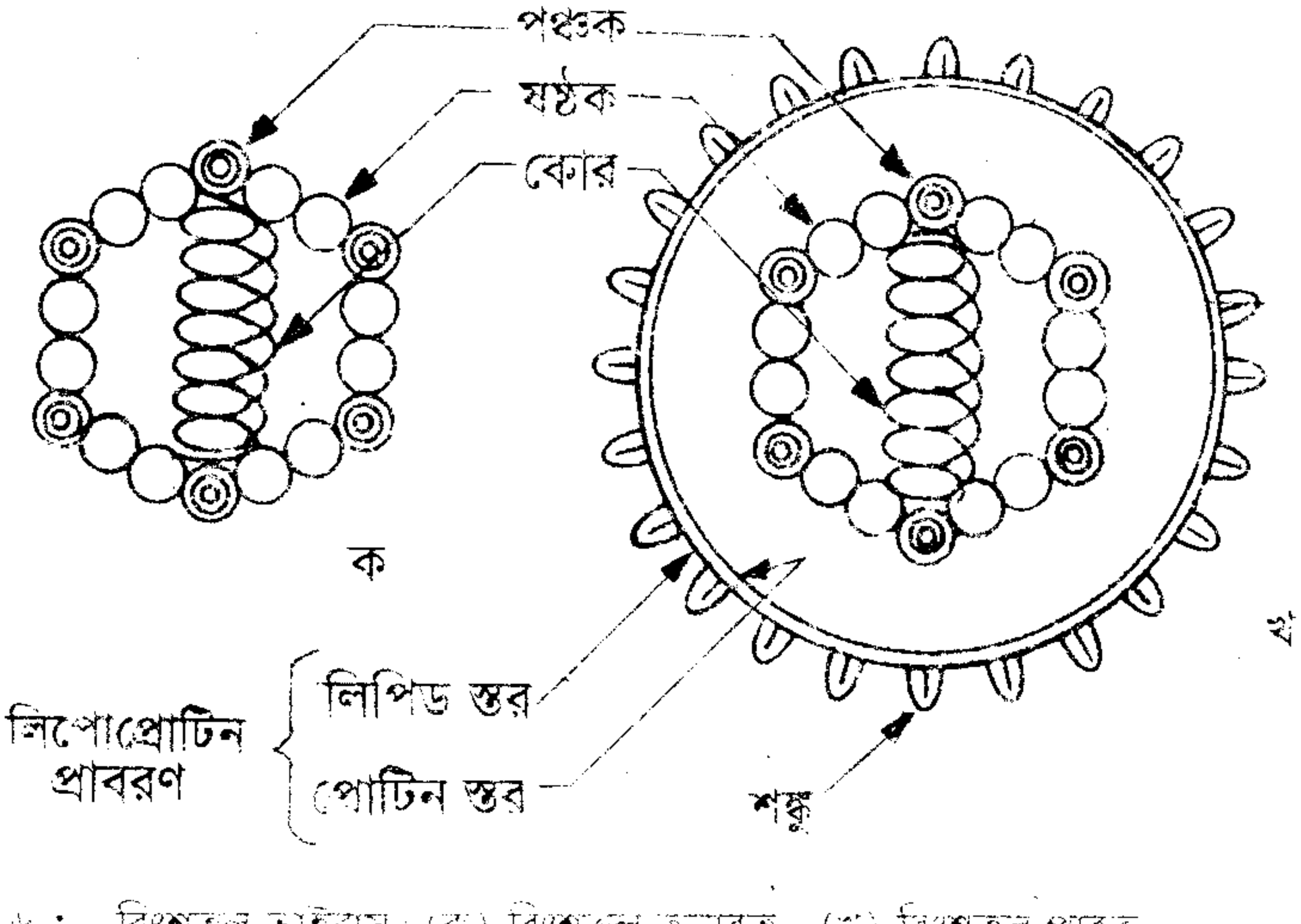
২.১. বিংশতল অনাবৃত ভাইরাস—সাধারণ পর্যবেক্ষণে এসব ভাইরাসকে বর্তুলাকার মনে হলেও সূক্ষ্ম পর্যবেক্ষণে দেখা গেছে, এরা বিশেষ গঠনের অতি ক্ষুদ্র কেলাসাকার কণা (চিত্র ৩.৫)। বিজ্ঞানী ক্লুং ও ক্যাসপারের মতে এ সকল ভাইরাসের ক্যাপসিড তৈরি হয়েছে বহু পার্শ্ববিশিষ্ট বিশেষ ধরনের প্রোটিন খোলক (shell) দ্বারা তাই এদের বহুপার্শ্ব (polyhedral) ক্যাপসিড বা বহুতলক (polyhedron) বলা হয়। বিশেষ ধরনের ইলেকট্রন আণুবীক্ষণিক পর্যবেক্ষণে জানা গেছে যে, এসব বহুতলকের অধিকাংশই বিংশতলক (icosahedron)। এদের রয়েছে বিশটি পার্শ্ব (side), ত্রিশটি প্রান্ত (edge) এবং বারোটি চূড়া (vertex) বা কোণা (চিত্র ৩.৫, ৩.৬ ক)। অত্যন্ত সুশৃঙ্খল গঠনের এ ক্যাপসিডকে সমমাত্রিক (isometric) ক্যাপসিডও বলা হয়। এর সাথে তুলনামূলকে বিবেচনায় সর্পিল সমাবেশ ক্যাপসিডকে বলা হয় অসমমাত্রিক (anisometric) ক্যাপসিড। কণাকার (particulate) এ বিংশতল (icosahedral) ক্যাপসিডকে ঘনাকার (cubical) ক্যাপসিডও বলা হয়। পলিও, ϕX174 ও টিপুলা ইরিডিসেন্ট (Tipula iridescent) ইত্যাদি এ ধরনের ভাইরাস।



চিত্র ৩.৫ : ঘনাকার (cubical) বা বিংশতল (ecosahedral) ভাইরাস।

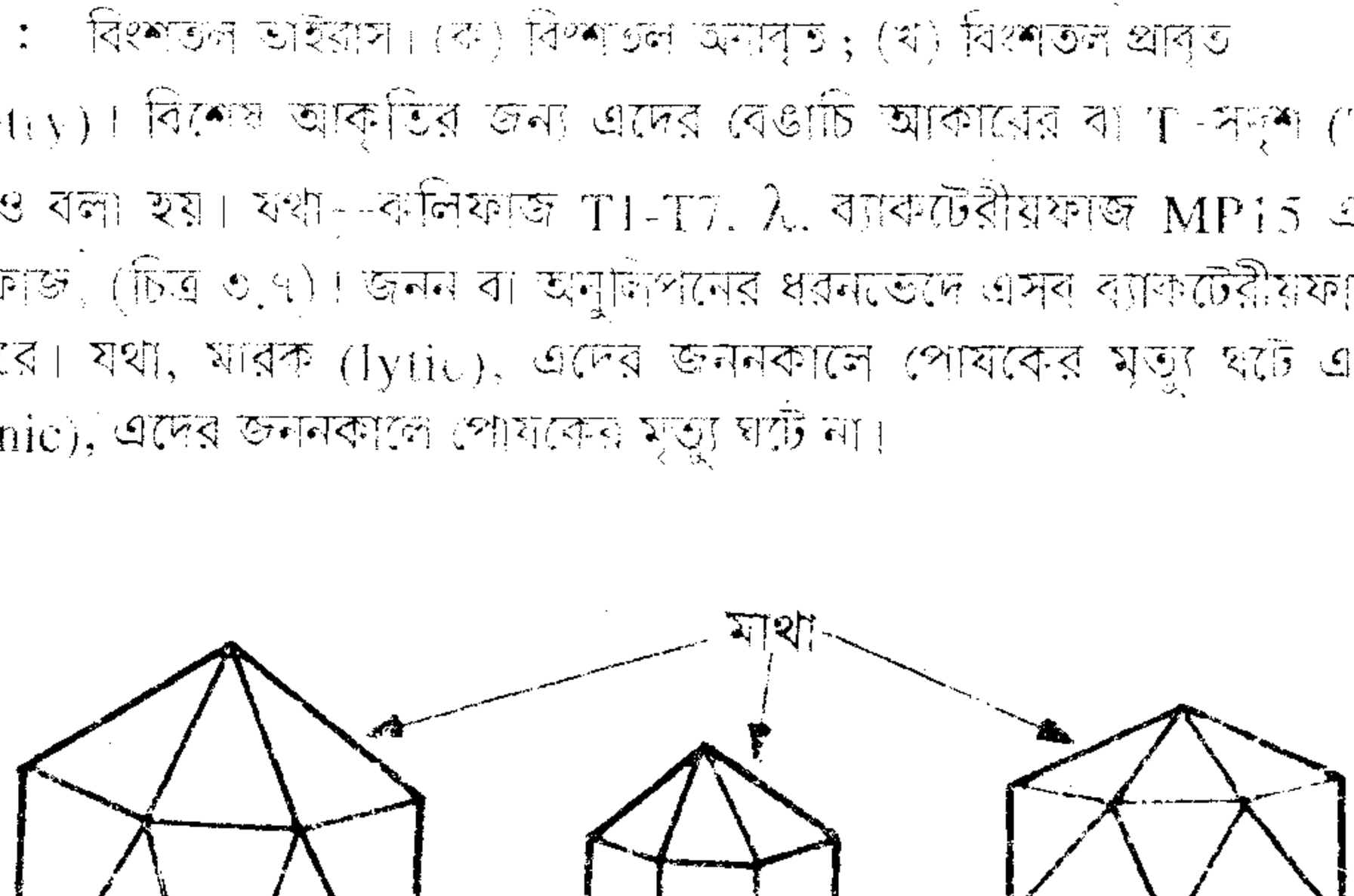
২.২. বিংশতল প্রাবৃত (Icosahedral enveloped) ভাইরাস—এসব ভাইরাসের বিংশতল ক্যাপসিড বেষ্টন করে রয়েছে ঝিল্লীর ন্যায় ঢিলে (loose) ধরনের একটি লিপোপ্রোটিন নির্মিত আবরণ। তাই সাধারণ পর্যবেক্ষণে এদের আকার কিছুটা অনিয়মিত ও পরিবর্তনশীল মনে হয়। বহু বিংশতল প্রাণিভাইরাস প্রাবরণবিশিষ্ট। যেমন—জলবসন্ত (Herpes simplex, চিত্র ৩.২৩), টোগা ও রেট্রো ভাইরাস (চিত্র ৩.৬ খ)।

৩. বেঙাচি আকার (Tadpole shaped) বা দ্বৈত সমাবেশ (binal symmetry)—নীলচে সবুজ শৈবাল ও ব্যাকটেরিয়া পরজীবী অনেক ভাইরাসের আকার এ ধরনের। এদের দেহ মাথা ও লেজ এ দুটি অংশে বিভক্ত। মাথা সাধারণত বিংশতল, ঘন সমাবেশ এবং লেজ দণ্ডাকার, সর্পিল সমাবেশ। তাই এদের বিন্যাসকে বলা হয় দ্বৈত সমাবেশ (binal



চিত্র ৩.৬ : বিংশতল ভাইরাস। (ক) বিংশতল অনাবৃত ; (খ) বিংশতল প্রাবৃত

symmetry)। বিশেষ আকৃতির জন্য এদের বেঙাচি আকারের বা T-সদৃশ (T-even) ভাইরাসও বলা হয়। যথা--কলিফাজ T1-T7, λ, ব্যাকটেরীয়ফাজ MP15 এবং সকল সায়ানোফাজ (চিত্র ৩.৭)। জনন বা অনুলিপনের ধরনভেদে এসব ব্যাকটেরীয়ফাজ দুরকম হতে পারে। যথা, মারক (lytic), এদের জননকালে পোষকের মৃত্যু ঘটে এবং ধারক (lysogenic), এদের জননকালে পোষকের মৃত্যু ঘটে না।



চিত্র ৩.৭ : বেঙাচি আকার বা দ্বৈত সমাবেশ (binal symmetry) ভাইরাস। খ ও গ চিত্রে মাথার গঠনে বিভিন্নতা লক্ষণীয়।

BANDOC LIBRARY Dhaka

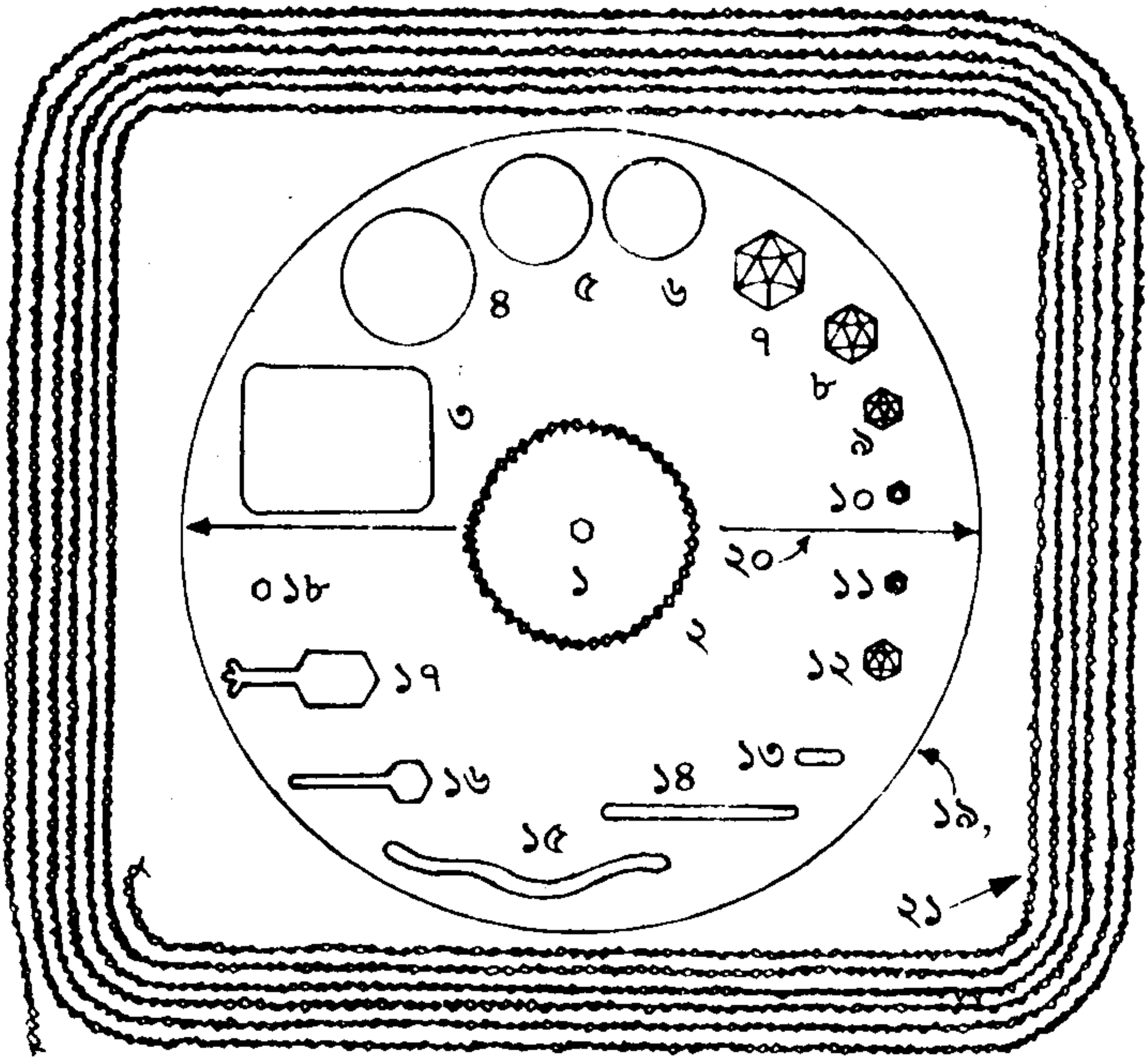
সারণি ৩.৩ : কয়েকটি দ্বৈত সমাবেশ ভাইরাসের গঠন ; বিংশতল মাথা ও সর্পিল লেজের মাপ (nm–এ) এবং রেখাকার DNA–র পরিমাণ (ডালটনে)

ভাইরাস (পোষক)	মাথা ব্যা/ দৈ×ব্যা	লেজের মাপ ও অন্যান্য বৈশিষ্ট্য	DNA (পরিমাণ) ও অন্যান্য আধেয়
T1 *(E. coli)*	৫০	১৫০×১০, নম্য, অকুঞ্চনশীল	৩০×১০^{৬}
T2, T4, T6, মারক *(E. coli)*	৯৫×৬৫	১১০×১৬, কুঞ্চনশীল শীথ, কলার, গুম্ফ, প্রান্তপাত, ৬টি পিন ও ৬টি তন্তুযুক্ত	১৩০×১০^{৬}, হাইড্রক্সি মিথাইল সাইটোসিন
T3, T7, আক্রামী *(E. coli)*	৬৫	১৫×১০, অনম্য, অকুঞ্চনশীল ৬টি ছোট তন্তুযুক্ত	২৪×১০^{৬}
T5, আক্রামী *(E. coli)*	৬৫	১৮০×১০, নম্য, প্রান্তপাত ও সূক্ষ্ম তন্তুযুক্ত	৭৫×১০^{৬}
ϕ80, ধারক *(E. coli)*	৫০	১৫০×১৫, নম্য, অকুঞ্চনশীল একটি প্রান্তিক তন্তুযুক্ত	৩০×১০^{৬}
P22, ধারক (*Salmonella*)	৬০	১৮×১০, অকুঞ্চনশীল, ৬টি ছোট তন্তুযুক্ত	২৬×১০^{৬}
N4, *(E. coli*, স্ত্রী নির্দিষ্ট)	৭০	১৫ ×১০, অনম্য, অকুঞ্চনশীল, জটিল প্রান্ত পাত যুক্ত	৪০×১০^{৬}
SPO1 *(Bacillus subtilis)*	১০০	২০০, শীথ, মধ্য নল ও প্রান্ত পাতযুক্ত	৮৭×১০^{৬} হাইড্রক্সি মিথাইল ইউরাসিল
λ, ϕ80, ধারক *(E. coli)*	৫৪	১৫০×১৫, অকুঞ্চনশীল, ১টি সূক্ষ্ম প্রান্তিক তন্তুযুক্ত	৩০×১০^{৬}
ϕ29 *(Bacillus subtilis)*	৪৬×৩২	৩৬×৬, লেজের পুরো প্রান্তে কলার ও দূর প্রান্তে তন্তুযুক্ত	১২×১০^{৬} প্রোটিন

পাদটীকা : সমমাত্রিক মাথার মাপ = ব্যা (ব্যাস), লম্বাকার মাথার মাপ = ব্যা×দৈ (দৈর্ঘ্য)। [সারণি গ্রথনে Luria *et al.*, Norton, Fraenkel-Conrat, Joklik *et al.* এবং Laskin–এর সাহায্যে নেয়া হয়েছে।]

ভাইরাসের আকৃতি (Size of viruses)

ক্ষুদ্রতম কোষীজীব ব্যাকটেরিয়ার তুলনায় অকোষী ভাইরাস আকৃতিতে অনেক ছোট। আবার বিভিন্ন প্রজাতির ভাইরাসের আকৃতিতেও রয়েছে লক্ষণীয় বিভিন্নতা (variation)। এ যাবৎ আবিষ্কৃত ভাইরাসের মধ্যে বৃহত্তম গোবস্তন্ত ভাইরাস ৪০০×২৪০×২০০ nm (দৈর্ঘ্য×প্রস্থ×বেধ) এবং অন্যতম ক্ষুদ্রতম সুদৃষ্ট ভাইরাস ϕX174 কলিফাজ ২২nm (ব্যাস)। ভাইরাসের আকৃতিগত বিভিন্নতার একটি তুলনামূলক চিত্র ৩.৮ দ্রষ্টব্য।



চিত্র ৩.৮ : কয়েকটি ভাইরাস ও *E.coli* ব্যাক্টেরিয়ার তুলনামূলক আকৃতি। T2 ফাজ DNA ও পলিওমা DNA-র পরিমাণের তুলনা। ১. পলিওমা ভাইরাস (৪৫–৫০ nm) ; ২. পলিওমা DNA (৩×১০^৬ ডালটন) ; ৩. ভেকসিনিয়া ভাইরাস (২৪০×৪০০ nm) ; ৪. মাম্প্স্ ভাইরাস (১৫০–২৫০ nm), ৫. হারপিস সিমপ্লেক্স্ (১০০–১৫০ nm) ; ৬. ফ্লু-ভাইরাস (৮০–১২০ nm) ; ৭. এডেনো ভাইরাস (৬০–৮০ nm) ; ৮. রিওভাইরাস (৫০–৭০ nm) ; ৯. প্যাপো ভাইরাস (৪০–৬০ nm) ; ১০. পলিও ভাইরাস (২৭ nm) ; ১১. Turnip yellow mosaic virus (২৯ nm) ; ১২. Wound tumor virus (৫৫–৬০ nm) ; ১৩. আলফালফা মোজাইক ভাইরাস (১৮×৬০ nm) ; ১৪. তামাক মোজাইক (১৮×৩০০ nm) ; ১৫. আলু এক্স্ ভাইরাস (১৩×৫৩০ nm) ; ১৬. λ ফাজ (মাথা ৫৪ nm, লেজ ১৫×১৫০ nm) ; ১৭. T2

সারণি ৩.৪ : কয়েকটি সুদৃষ্ট ভাইরাসের রাসায়নিক গঠন

ভাইরাসের নাম	% এ বিভিন্ন রাসায়নিক সহাংশের আসন্ন পরিমাণ				
	DNA	RNA	প্রোটিন	লিপিড	সর্করা
Vaccinia	৬	—	৮৯	৪	১
ϕx174	৩৩	—	৬৭	—	—
Herpes simplex	৩	—	৭৫	২২	—
Adeno	১৪	—	৮৬	—	—
Myxo	—	১	৭৫	১৮	৬
T2 coliphage	৫০	—	৫০	—	—
S1 cyanophage	৪০	—	৬০	—	—
Potato X	—	৬	৯৪	—	—
Tobacco mosaic	—	৫.৬	৯৪.৪	—	—
Rice dwarf	—	২২	৭৮	—	—
Polio	—	২৭	৭৩	—	—
Encephalitis	—	৪	৪২	৫৪	—
Measles	—	১	৭৪	১৯	৬

ফাজ (মাথা ৬৫×৯৫ nm, লেজ ১৬×১১০ nm) ; ১৮. ϕX174 ফাজ (২২ nm) ;
১৯. *E.coli* ব্যাক্টেরিয়ার প্রস্থচ্ছেদ ; ২০. *E.coli*-র ব্যাস (১০০০ nm) ; ২১. T2
ফাজের DNA (১২০×১০^{৬} ডালটন)।

[দ্রষ্টব্য : বন্ধনীতে প্রদত্ত সংখ্যাগুলো ভাইরাস ও DNA-র মাপ। বর্তুলাকার ভাইরাসের মাপ
= ব্যাসের মাপ ; দণ্ডাকার ও লম্বাকার (elongated) ভাইরাসের মাপ = প্রস্থ×দৈর্ঘ্য। DNA-র
মাপ ডালটন দৈর্ঘ্যের মাপ নয়, ওজনের মাপ। ১ ডালটন = ১ অণু হাইড্রোজেনের ওজন।]

ভাইরাস কণার রাসায়নিক সহাংশসমূহ (Chemical components of virus সারণি ৩.৪)

বিভিন্ন ভাইরাস কণার রাসায়নিক বিশ্লেষণের পর যেসব সহাংশ শনাক্ত করা হয়েছে, সেগুলো হচ্ছে ক. নিউক্লিক এসিড কোর, খ. প্রোটিন ক্যাপসিড এবং গ. লিপোপ্রোটিন প্রাবরণ। প্রথম দুটি সব ভাইরাস কণারই আবশ্যিক সহাংশ, তৃতীয়টি বহু প্রাণিভাইরাস ও কিছু ব্যাকটেরীয় ভাইরাসে দেখা যায়। অধিকাংশ উদ্ভিদভাইরাসে তা অনুপস্থিত।

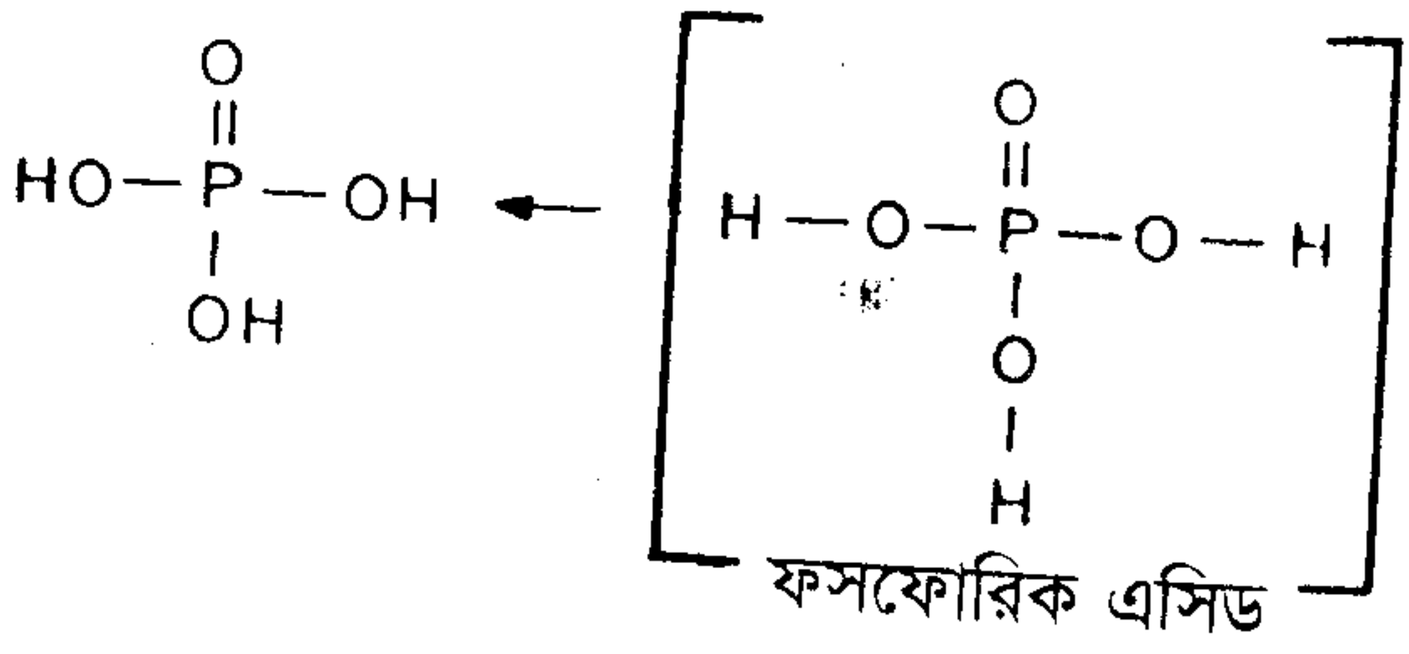
ক. নিউক্লিক এসিড কোর

এটি ভাইরাস কণার কেন্দ্রস্থলে অবস্থিত অংশ। গাঠনিক (structurally) ও কার্মিকভাবে (functionally) এটি প্রকৃত কোষ ও আদিকোষের নিউক্লীয় দ্রব্যের সাথে তুলনীয়। একে নিউক্লিয়য়েডও বলা হয়। এটি গঠিত হয় ডিঅক্সিরাইবো নিউক্লিক এসিড (DNA) অথবা রাইবোনিউক্লিক এসিড (RNA) দ্বারা। কিছুসংখ্যক ব্যতিক্রম ছাড়া সব উদ্ভিদ ভাইরাসের কোরই RNA দ্বারা গঠিত। অধিকাংশ ব্যাকটেরীয়ফাজের কোর গঠিত হয় DNA দ্বারা। প্রাণিভাইরাসে DNA এবং RNA উভয় প্রকার নিউক্লিক এসিডের প্রাচুর্যই লক্ষ্য করা যায়।

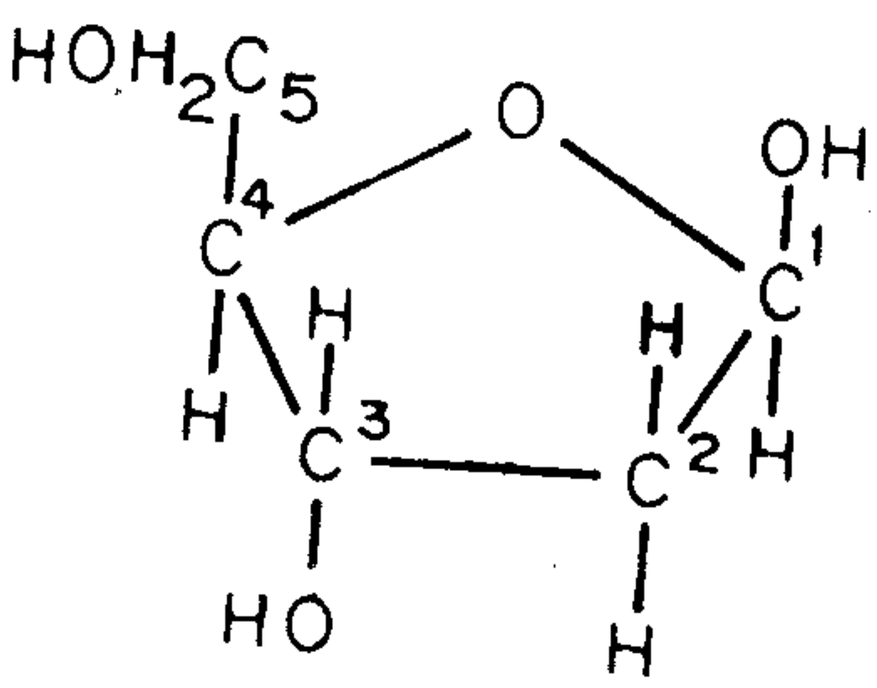
সাধারণত একটি অখণ্ড নিউক্লিক এসিড অণু দ্বারা ভাইরাস কণার নিউক্লিয়য়েড গঠিত হয়। তবে অনেক ক্ষেত্রে এটি খণ্ডিতও হতে পারে। তামাকের র‍্যাটল ও পাখির সারকোমা ভাইরাসে দুই খণ্ড, ইনফ্লুয়েঞ্জা ভাইরাসে আট খণ্ড (চিত্র ৩.২২) ও আল্‌ফাল্‌ফা মোজাইক ভাইরাসে চার খণ্ড নিউক্লিক এসিড সূত্র রয়েছে (সারণি ৩.১ ও ৪.৪)।

১. আণবিক গঠন—নিউক্লিক এসিড একটি বৃহদাণু (macromolecule)। এর পারমাণবিক গঠন সম্পূর্ণরূপে উচ্চতর অঙ্গীর (organism) নিউক্লিক এসিডের অনুরূপ। নিউক্লিওটাইড উপএককসমূহ একের পর এক রেখাকারে (linearly) সজ্জিত হয়ে এ দীর্ঘ অণুসূত্রটি তৈরি হয়। এটি হতে পারে দু'প্রকার—DNA ও RNA। উভয় প্রকার নিউক্লিক এসিডের প্রতিটি নিউক্লিওটাইড তিনটি সহাংশ দ্বারা গঠিত—ফসফেট (phosphet), সুগার (sugar) ও বেজ (base)। ফসফেট একটি যৌগমৌল (compound radicle) এটি সর্বত্র অভিন্ন। সুগার হতে পারে দুরকম—DNA-র ক্ষেত্রে সুগার ডিঅক্সিরাইবোজ এবং RNA-র ক্ষেত্রে তা রাইবোজ (চিত্র ৩.৯)। বেজ সাধারণত পাঁচ রকম হয়, দুটি পিউরিন (purine)—এডেনিন (adenine, A) ও গুয়ানিন (guanine, G) এবং তিনটি পিরিমিডিন (pyrimidine)—থাইমিন (thymine, T), সাইটোসিন (cytosine, C) ও ইউরাসিল (uracil, U, সারণি ৩.৫, চিত্র ৩.৯গ)। DNA ও RNA-দ্বয়ের মূল সূত্রে ফসফেট ও সুগার অণু একান্তরভাবে (alternately) সজ্জিত থাকে এবং এর প্রতিটি সুগার অণুর সাথে থাকে একটি করে বেজের পার্শ্ব সংযোগ। তবে ডিঅক্সি রাইবোজের সাথে ইউরাসিল এবং রাইবোজের সাথে থাইমিন কখনও যুক্ত হয় না। এরূপ এক সূত্র DNA (চিত্র ৩.১০ ক) অথবা এক সূত্র RNA (চিত্র ৩.১০ খ) দ্বারা ভাইরাস নিউক্লিক এসিড গঠিত হতে পারে। তবে অধিকাংশ ক্ষেত্রে DNA হয় দ্বিসূত্র। দুটি পাশাপাশি অবস্থিত DNA সূত্রের মধ্যে একের পিউরিন ও অন্যের পিরিমিডিন বেজের মধ্যে (A-র সাথে T ও G-র সাথে C) হাইড্রোজেন বন্ধনী দ্বারা যুক্ত হয়ে এ দ্বিসূত্র তৈরি হয় (চিত্র ৩.১১)। একই পদ্ধতিতে RNA ও দ্বিসূত্র হতে পারে। তবে RNA অধিকাংশ ক্ষেত্রে এক সূত্রই হয়ে থাকে। অতি অল্প সংখ্যক ভাইরাসেই দ্বিসূত্র RNA কোর দেখা যায়। উদাহরণস্বরূপ ধানের বামন রোগ (Rice dwarf disease) ও রিও ভাইরাস উল্লেখ্য।

ক

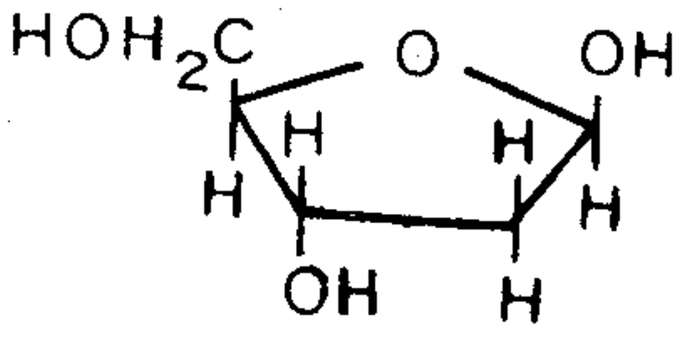


খ



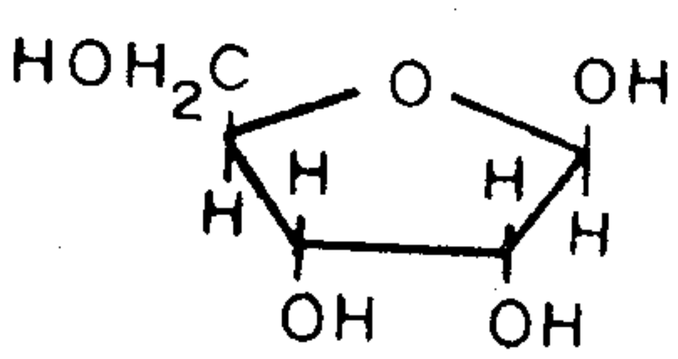
সুগার

খ১



ডিঅক্সি রাইবোজ

খ২

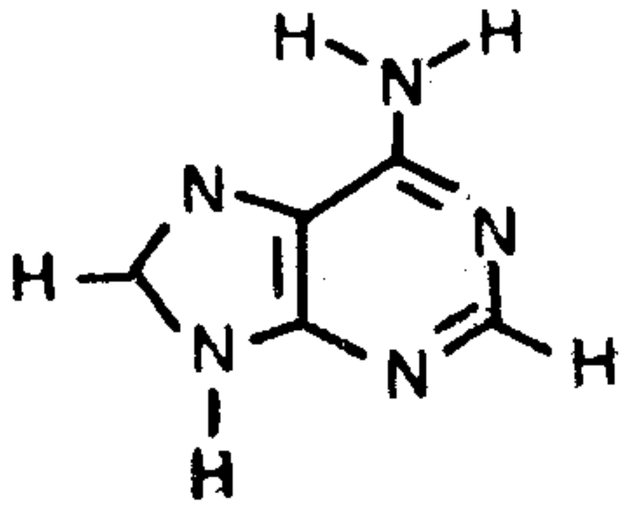


রাইবোজ

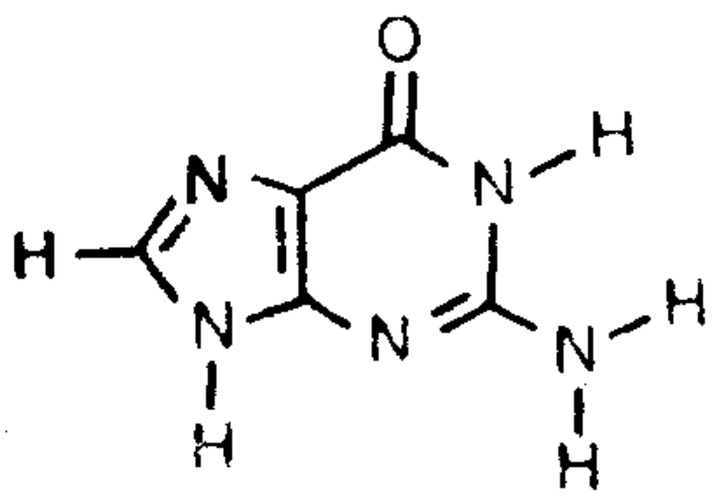
চিত্র ৩.৯ : নিউক্লিক এসিডের সহাংশসমূহ। (ক) ফসফেট। (খ) পেনটোজ সুগার (৫-কার্বন সুগারের প্রতিটি কার্বনের অবস্থান 1,2,3,4 ও 5 দ্বারা নির্দেশ করা হয়েছে)। খ১. ডিঅক্সি রাইবোজ (C2 এর সাথে O অর্থাৎ অক্সিজেন নেই), খ২. রাইবোজ (1-5 সব কার্বনের সাথেই O যুক্ত রয়েছে। খ১ ও খ২ এ C ও H গুলো উহ্য রেখে লেখা হয়েছে। লেখার প্রচলিত রীতি এ-ই)।

গ

I. পিউরিন

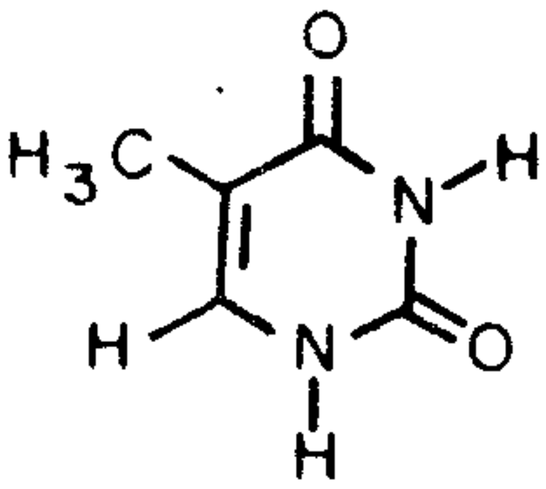


১. এডেনিন

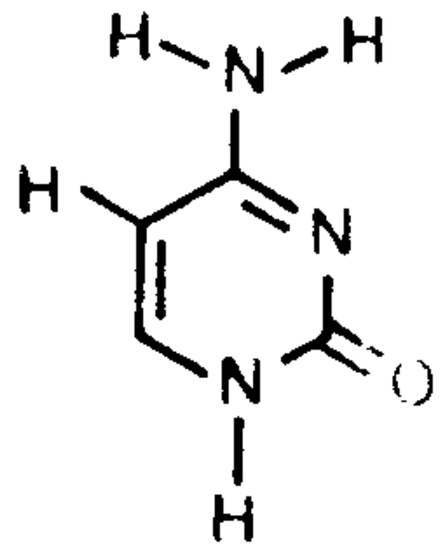


২. গুয়ানিন

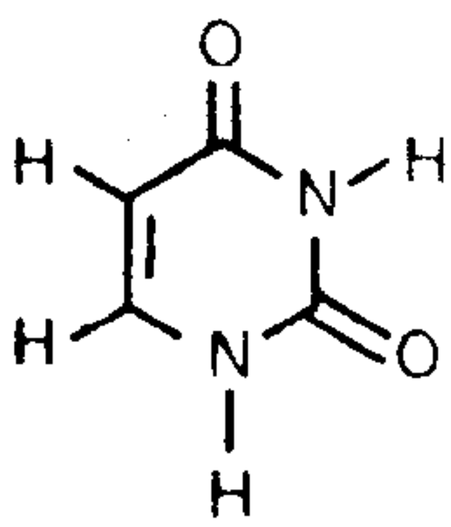
II. পিরিমিডিন



১. থায়ামিন



২. সাইটোসিন

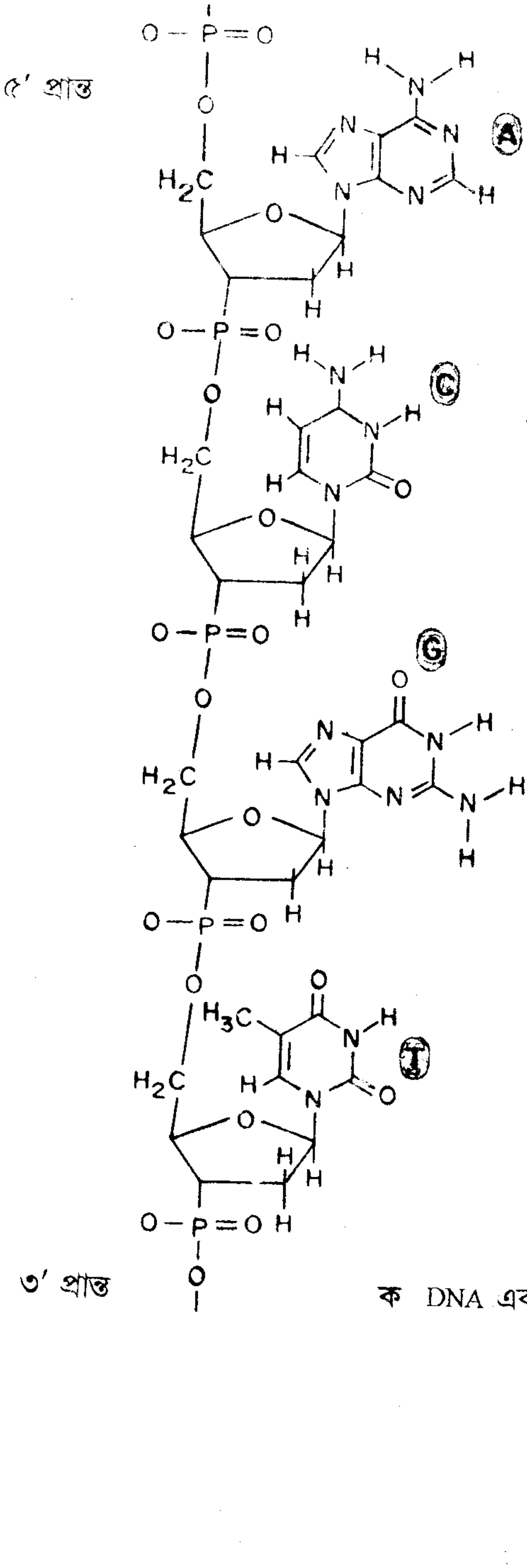


৩. ইউরাসিল

চিত্র ৩.৯ :(গ) ক্ষারকসমূহ। I. পিউরিন, II. পিরিমিডিন।

সারণি ৩.৫ : সাধারণত যে পাঁচ প্রকার জৈব ক্ষারক নিউক্লিক এসিডে পাওয়া যায়

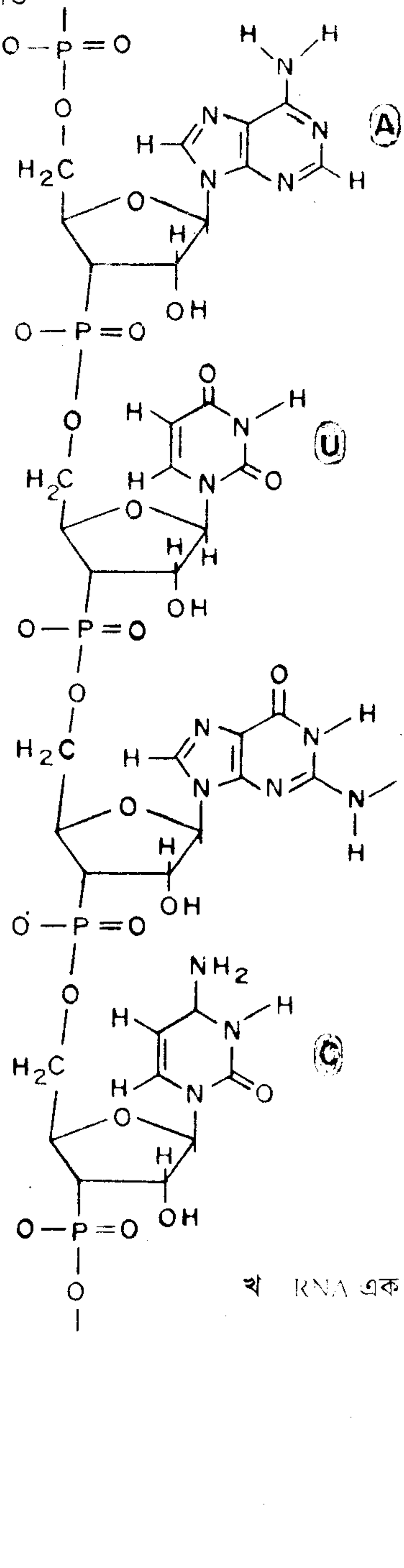
ক্ষারক	নাম	প্রতীক	যেথা পাওয়া যায়
পিউরিন	এডেনিন (adenine)	A	DNA ও RNA
	গুয়ানিন (guanine)	G	DNA ও RNA
পিরিমিডিন	সাইটোসিন (cytosine)	C	DNA ও RNA
	থাইমিন (thymine)	T	শুধু DNA
	ইউরাসিল (uracil)	U	শুধু RNA



চিত্র ৩.১০ : দুই প্রকার নিউক্লিক এসিড অণু।

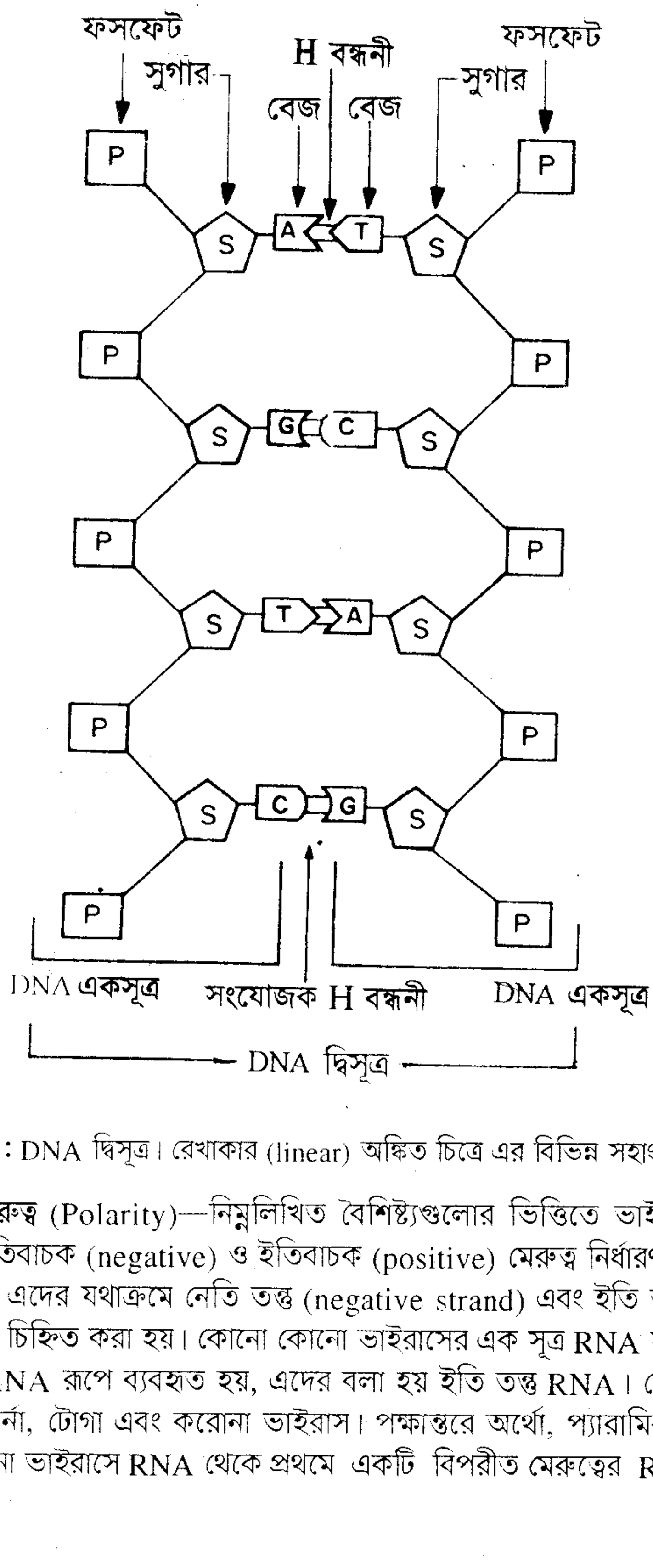
৩.১০ (ক) : একসূত্র ডিঅক্সি রাইবোজ নিউক্লিক এসিড (DNA)। একটি সুগার ফসফেট শৃঙ্খল। এতে সুগার অণুর ৩ নং C এর সাথে একদিকে এবং ৫ নং C–এর সাথে অপরদিকে ফসফেট যুক্ত থাকে। এ শৃঙ্খলে সুগারের সাথে পার্শ্ব সংযোগ থাকে ক্ষারক (base) A, T, C ও C–এর। এ শৃঙ্খলের এক প্রান্তে ৩ নং C এবং অন্যপ্রান্তে ৫ নং C প্রান্তিক অবস্থানে থাকে। তাই প্রান্তদ্বয়কে যথাক্রমে ৩′ ও ৫′ প্রান্তরূপে চিহ্নিত করা হয়। এ ধরনের এক সূত্র DNA অল্পসংখ্যক ভাইরাসে দেখা যায়। যেমন, ϕX174 ভাইরাস।

ক DNA এক সূত্র



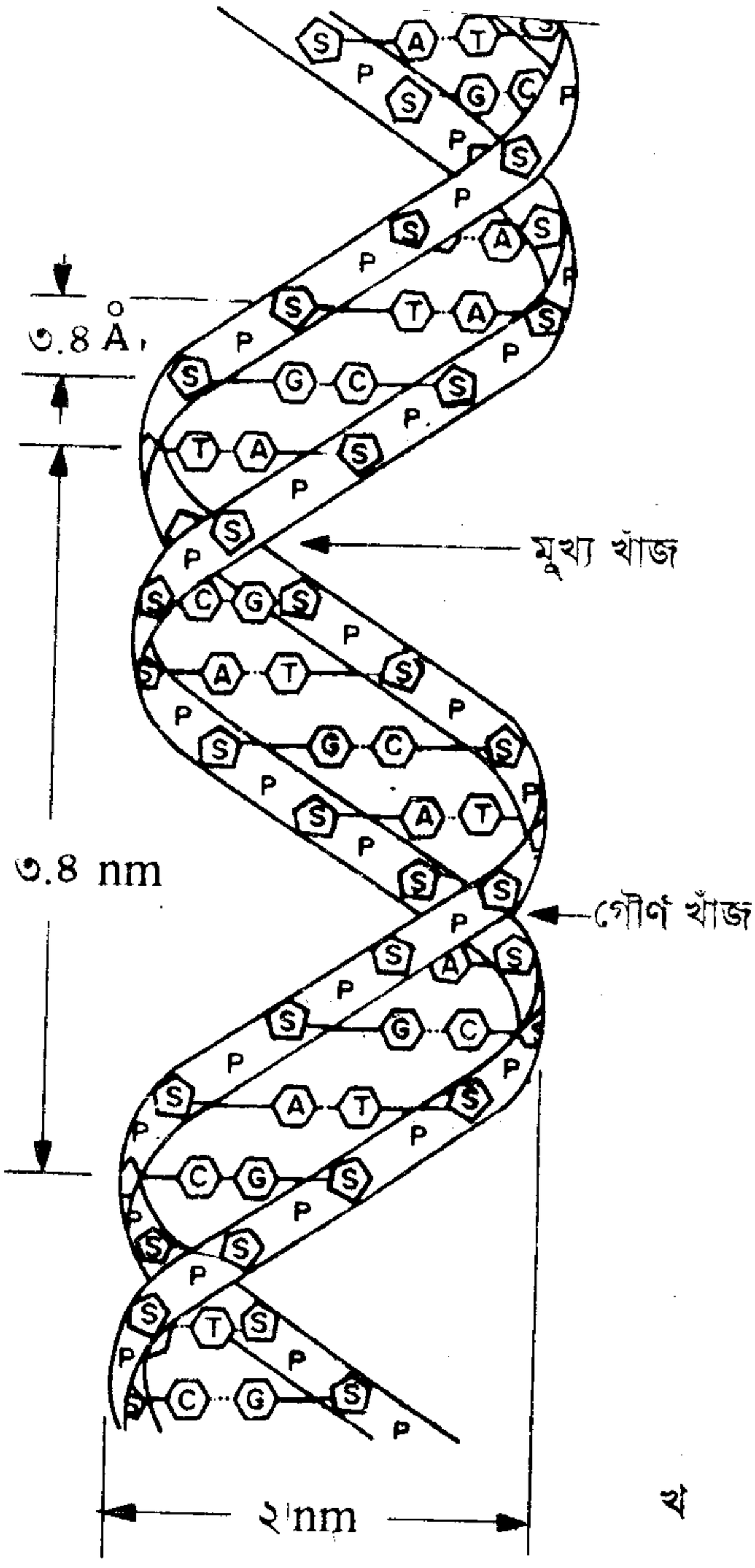
চিত্র ৩.১০ (খ) : একসূত্র রাইবোনিউক্লিক এসিড (RNA)। এটিও একটি সুগার-ফসফেট শৃঙ্খল। একই নিয়মে এতেও সুগার অণুর সাথে পার্শ্ব সংযোগ থাকে বেজ A,U,G ও C-এর। এতেও প্রান্তদ্বয়কে যথাক্রমে ৩′ ও ৫′ প্রান্তরূপে চিহ্নিত করা হয়। RNA অধিকাংশ ক্ষেত্রে একসূত্র। অল্প সংখ্যক ভাইরাসে দ্বিসূত্র RNA কোর দেখা যায়। যেমন, রিও ভাইরাস।

খ RNA এক সূত্র



চিত্র ৩.১১(ক) : DNA দ্বিসূত্র। রেখাকার (linear) অঙ্কিত চিত্রে এর বিভিন্ন সহাংশের বিন্যাস।

২. **মেরুত্ব** (Polarity)—নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলোর ভিত্তিতে ভাইরাস RNA ও DNA-র নেতিবাচক (negative) ও ইতিবাচক (positive) মেরুত্ব নির্ধারণ করা হয় এবং সে ভিত্তিতেই এদের যথাক্রমে নেতি তন্তু (negative strand) এবং ইতি তন্তু (positive strand) রূপে চিহ্নিত করা হয়। কোনো কোনো ভাইরাসের এক সূত্র RNA সরাসরি প্রোটিন সংশ্লেষক mRNA রূপে ব্যবহৃত হয়, এদের বলা হয় ইতি তন্তু RNA। যেমন—RNA-টিউমার, পিকর্না, টোগা এবং করোনা ভাইরাস। পক্ষান্তরে অর্থো, প্যারামিকসো, রাবডো, বুনিয়া ও এরেনা ভাইরাসে RNA থেকে প্রথমে একটি বিপরীত মেরুত্বের RNA প্রতিলিপি



চিত্র ৩.১১ (খ) : DNA দ্বিসূত্রের সর্পিল গঠন। ওয়াটসন ও ক্রিক মডেল।

(transcript) তৈরি হয়, পরবর্তী পর্যায়ে তাই বার্তাবহ mRNAরূপে প্রোটিন সংশ্লেষণে অংশগ্রহণ করে। এসব ভাইরাসের RNA-কে বলা হয়, নেতিসূত্র বা নেতিতন্তু RNA। বসন্ত ভাইরাসের ক্ষেত্রে এর দ্বিসূত্র DNA থেকে বার্তাবহ RNA উৎপন্ন হয় এবং তা প্রোটিন সংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। একে বলা হয় ইতিসূত্র DNA। কিন্তু পারভো ভাইরাসের

এক সূত্র DNA থেকে প্রথমে একটি বিপরীত মেরুত্বের DNA অনুলিপি (replica) তৈরি হয়, এর থেকে পরবর্তী পর্যায়ে তৈরি হয় বার্তাবহ RNA যা প্রোটিন সংশ্লেষণে অংশগ্রহণ করে। এ DNA-কে বলা হয় নেতিসূত্র DNA।

৩. **প্রকার**—সূত্র সংখ্যা ও সূত্রের আকার ইত্যাদির ভিত্তিতে ভাইরাস নিউক্লিক এসিডের গঠনে নানা বিভিন্নতা দেখা যায়। অবশ্য এ বিভিন্নতা অধিকাংশ দেখা যায় প্রধানতঃ প্রাণি ভাইরাসের ক্ষেত্রে। যেমন—

১. রেখাকার (linear) – অধিকাংশ ভাইরাসেই নিউক্লীক এসিড কোর একটি রেখাকার অণুসূত্র এবং তা গঠিত হয় DNA অথবা RNA দ্বারা। আবার এগুলো হতে পারে একসূত্র কিম্বা দ্বিসূত্র।

১.১. দ্বিসূত্র DNA – অধিকাংশ প্রাণিভাইরাসে এবং ব্যাকটেরীয়ফাজে দ্বিসূত্র DNA থাকে। যথা—এডেনো, পলিওমা, প্যাপিলোমা, বসন্ত, হার্পিস ; T1-T7 কলিফাজ, λ কলিফাজ ইত্যাদি।

১.২. একসূত্র DNA–কিছুসংখ্যক অতিক্ষুদ্র ব্যাকটেরীয়ফাজ ও প্রাণিভাইরাসে একসূত্র রেখাকার DNA দেখা যায়। যথা—দণ্ডাকার fd কলিফাজ, f1 ও f13 ব্যাকটেরীয় ফাজ ; বিংশতল প্রাণিভাইরাস Equine dependo, Bovine dependo ও Adenoassociated ভাইরাস।

১.৩. একসূত্র RNA – অধিকাংশ উদ্ভিদভাইরাস এবং বহু প্রাণিভাইরাসে একসূত্র RNA দেখা যায়। যথা, তামাকের মোজেক, আলুর হলদে বামন (Potato yellow dwarf), টমেটোর গুল্মীবামন (Tomato bushy stunt), মানুষের পোলিও, ফ্লু, হাম, এইডস ; পাখির রাউস সারকোমা ; কলিফাজ R17 ইত্যাদি ভাইরাস। একসূত্র RNA কোনো কোনো ভাইরাসে খণ্ডিত হতে পারে। যেমন—মানুষের ফ্লু, পাখির রাউস সারকোমা ইত্যাদি।

১.৪. দ্বিসূত্র RNA – কিছু সংখ্যক বিংশতল ভাইরাসে দ্বিসূত্র RNA দেখা যায়। দ্বিসূত্র RNA সাধারণত খণ্ডিত (fragmented) হয়। যেমন—রিও, মোষের নীল জিহ্বা (Blue tongue of buffalo), ধানের বামন রোগ (Rice dwarf), ক্লোভার টিউমার ক্ষত (Clover wound tumor) ইত্যাদি ভাইরাস।

২. বৃত্তাকার (circular) – অতি অল্প সংখ্যক ভাইরাসে বৃত্তাকার DNA দেখা যায়। এটি হতে পারে দুরকম, একসূত্র ও দ্বিসূত্র।

২.১. দ্বিসূত্র – ফুলকপি মোজেক, মানব প্যাপিলোমা ও পলিওমা এবং খরগোস প্যাপিলোমা ইত্যাদি ভাইরাসে দ্বিসূত্র বৃত্তাকার DNA রয়েছে।

২.২. একসূত্র – ϕX174 ও M13 কলিফাজের DNA কোর একসূত্র বৃত্তাকার।

বৃত্তাকার RNA কোন ভাইরাসে দেখা যায় নি।

৩. বিশেষ ধরনের—ইষ্টকাকার বা প্রায় ডিম্বাকার বসন্তগোত্রের ভাইরাসের নিউক্লীয়য়েড DNA দ্বারা গঠিত। এতে DNA কোরের সাথে প্রোটিন ক্যাপসিডের

বিশেষ সংযুক্তির ফলে একটি বিশেষ নির্মিতি (structure) গঠিত হয়। এর আকার অনেকটা দ্ব্যবতল (biconcave) চাকতির মতো। একে মিলিতভাবে কোর বা নিউক্লিওক্যাপসিড বলে।

অন্তঃদ্রব্য—ভাইরাস ক্যাপসিডের ভেতরে নিউক্লিক এসিডের সাথে দুএকটি অন্যান্য রসায়নও (chemicals) সংযুক্ত থাকতে দেখা যায়। এগুলোকে সাধারণভাবে অন্তঃদ্রব্য (internal substances) বলে। যেমন—(অ) এডেনো, প্যাপো, বসন্ত ইত্যাদি ভাইরাসের নিউক্লিক এসিডের সাথে সাধারণতঃ কিছুসংখ্যক ক্ষারীয় (alkaline) প্রোটিন অণুযুক্ত থাকে। এগুলো নিউক্লিক এসিডের সাথে যুক্ত হয়ে প্রাণিকোষের ক্রমেটিনের মত একটি জটিল নির্মিতি (structure) গঠন করে। (আ) ব্যাকটেরীয়ফাজ নিউক্লিক এসিডের সাথে ছোট ছোট পলি পেপটাইড ও পলি এমিন সূত্র যুক্ত থাকে। ধারণা করা হয়, বিভিন্ন রাসায়নিক গ্রুপের মধ্যে সংযোগ সৃষ্টি করে কোর গ্রথনের দৃঢ়ীকরণে সাহায্য করাই এদের কাজ। (ই) অন্যান্য আরো কিছু রাসায়নিক দ্রব্য, যেমন—রিও ভাইরাসে বিশেষ ধরনের নিউক্লিক এসিড তন্তু এবং ফ্লুভাইরাসে বিশেষ ধরনের শর্করা অণু ইত্যাদির উপস্থিতি লক্ষ্য করা গেছে। তবে এগুলোর কাজ সম্বন্ধে এখনো তেমন কিছু জানা যায় নি (Davis *at al*, 1980)।

সাধারণভাবে বলা হয় ভাইরাসে কোনো এনজাইম থাকে না। তবে কোনো কোনো ভাইরাসে কিছু বিশেষ এনজাইম উপস্থিত থাকে বলে জানা গেছে (সারণি ৮)।

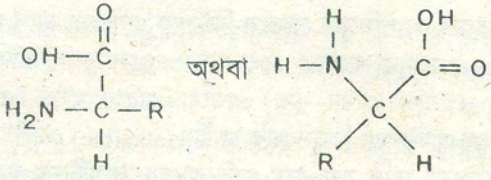
খ. ক্যাপসিড

ভাইরাস নিউক্লিক এসিডকে চতুর্দিক থেকে পরিবেষ্টন করে যে আবরণ রয়েছে তাই ক্যাপসিড (চিত্র ৩.৩খ, ৩.৬খ)। ক্যাপসিডের গাঠনিক উপাদান প্রোটিন। ভাইরাস নিউক্লিক এসিডে অধিক সংখ্যক জিন থাকে না, অধিক সংখ্যক প্রোটিনের সঙ্কেত প্রদান এর পক্ষে সম্ভব হয় না। স্বভাবতঃই এক প্রকার বা অল্প কয়েক প্রকারের প্রোটিন দ্বারাই ভাইরাস ক্যাপসিড তৈরি হয়। সব উদ্ভিদ ভাইরাসের ক্যাপসিডই একপ্রকার প্রটিন উপ-একক দ্বারা তৈরি (Heibert et al. 1971)। তবে কিছু ব্যতিক্রম রয়েছে, যেমন, আলুর হলদে বামন ভাইরাসের ক্যাপসিডে চার প্রকার প্রটিন রয়েছে। প্রাণিভাইরাসের ক্যাপসিডে তিন থেকে ৫০-এরও বেশি প্রকারের প্রটিন পাওয়া গেছে। বেশিরভাগ ক্ষেত্রে পরিমাণে প্রোটিন ভাইরাস কণার সর্বাধিক সহাংশ। বিশেষতঃ ক্ষুদ্রাকার ভাইরাসের ক্ষেত্রে এর আণুপাতিক ভর সবসময়ই বেশি। প্রতি কণায় ১০,০০০ ডালটনের* কম থেকে ১৫০,০০০ ডালটনের বেশি ওজনের প্রোটিন থাকতে পারে। (Joklik et. al.)।

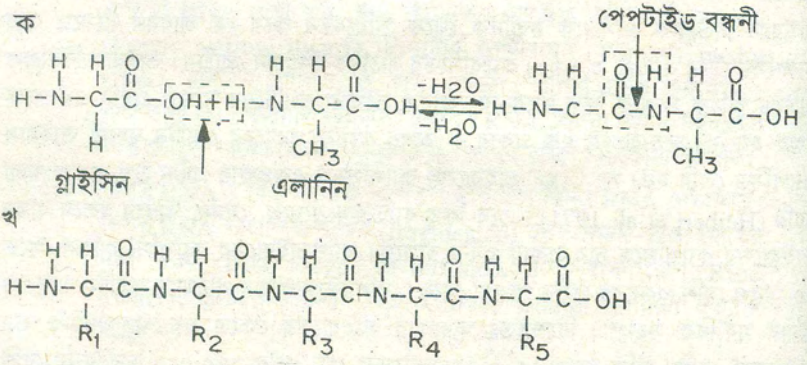
আনবিক গঠন—বহু সংখ্যক এমিনো এসিড অণু (চিত্র ৩.১২) পেপটাইড বন্ধনী দ্বারা যুক্ত হয়ে একটি দীর্ঘ পলিপেপটাইড শৃঙ্খল তৈরি করে (চিত্র ৩.১৩, ৩.১৪)। এটি পরবর্তী পর্যায়ে নানাভাবে ভাজ ও পেঁচ বদ্ধ হয়ে বিশেষ আকারের সক্রিয় প্রোটিন অণু তৈরি হয় (চিত্র ৩.১৪)। এ ধরনের এক একটি প্রোটিন অণুদ্বারাই তৈরি হয় ক্যাপসিডের গাঠনিক

---

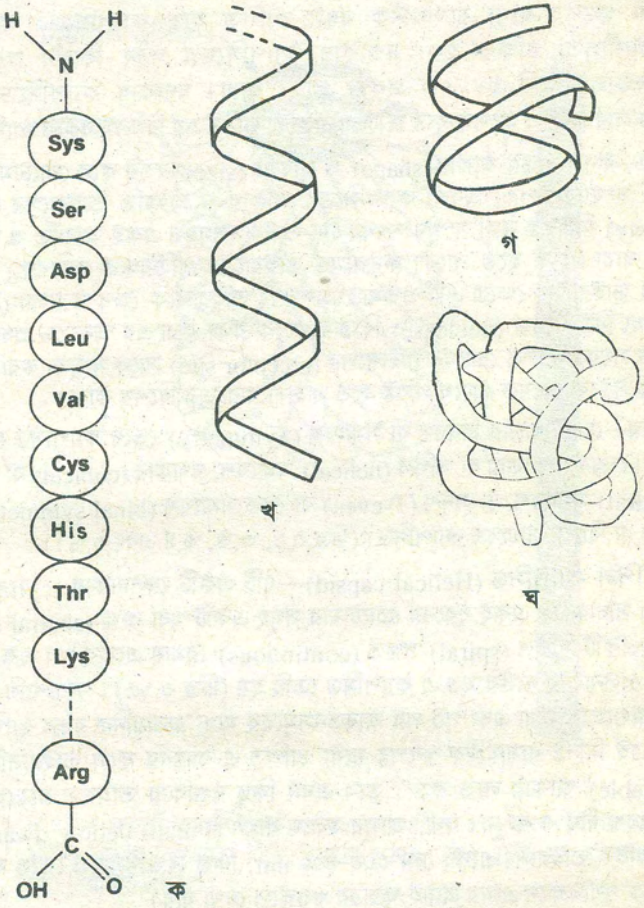
* ডালটন আণবিক ওজন পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত একক। ১ ডালটন = ১টি হাইড্রোজেন অণুর ওজন।



চিত্র ৩.১২ : এমিনো এসিড অণু। একটি কার্বনের সাথে একটি এমিনো ($-NH_2$) ও একটি কার্বক্সিল ($-C=0$) গ্রুপ যুক্ত থাকে। আরো একটি পার্শ্বশৃঙ্খল থাকে যা R দ্বারা দেখান হয়েছে। (R=H, CH_3, CH_3CHCH_3 এবং আরো অনেক কিছু হতে পারে।)



চিত্র ৩.১৩ : দুটি প্রোটিন অণু। (ক) গ্লাইসিন ও এলানিন নামক দুটি এমিনো এসিড দিয়ে তৈরি প্রোটিনের উদাহরণ। গ্লাইসিনের কার্বক্সিল ও এলানিনের এমিনোগ্রুপ পেপটাইড বন্ধনী (তীরচিহ্ন) দিয়ে যুক্ত হয়ে এ দ্বি-পেপটাইড প্রোটিন তৈরি হয়েছে। এ প্রোটিন অণুর একপ্রান্তে এমিনো অন্যপ্রান্তে কার্বক্সিল গ্রুপ রয়েছে। (খ) একটি পরিকল্পিত চতুর্পেপটাইডের গঠন। (জীবদেহে প্রাপ্য প্রোটিনসমূহ বিশ্লেষণ করলে প্রধানত ২০ প্রকার এমিনো এসিড পাওয়া যায়। প্রতিটি প্রোটিন অণু গঠিত হয় ৫০ থেকে বহু লক্ষ এমিনো এসিড অণুর সমন্বয়ে।)



চিত্র ৩.১৪ : প্রোটিন অণুর গাঠনিক পর্যায়সমূহ। (ক) প্রোটিন অণুর প্রাথমিক গঠন। এটি একটি সরল পেপটাইড শৃঙ্খল। যথাক্রমে সিস্টাইন (Sys), সিরিন (Ser), এসপারটিক এসিড (Asp), লিউসিন (Leu), ভ্যালিন (Val), সিস্টিন (Cys), হিস্টিডিন (His), থ্রিওনিন (Thr), লাইসিন (Lys), আর্জিনিন (Arg) এবং আরো অনেক এমিনো এসিড অণু (উহ্য দেখান হয়েছে) সরল রেখায় যুক্ত হয়ে এটি তৈরি হয়েছে। (খ) প্রোটিন অণুর দ্বিতীয়ক (secondary) গঠন। রেখাকার পেপটাইড শৃঙ্খলের R গ্রুপগুলোর অবস্থানে বাঁক নিয়ে এটি সর্পিল আকৃতি লাভ করে। (গ) প্রোটিন অণুর তৃতীয়ক (tertiary) গঠন। সর্পিলাকার দ্বিতীয়ক গঠনের বিভিন্ন অংশের মধ্যে দ্বিসালফাইড (S-S) বন্ধনী সৃষ্টি হয়ে এটি বিভিন্নভাবে ভাজ হয়ে তৈরি হয়। (ঘ) প্রোটিন অণু চতুর্থক (quarternery) গঠন। এটি গুটিকাকার, সুস্থিত প্রোটিন অণু। দুই বা তদধিক ভাজ, পেঁচ ও কুণ্ডলযুক্ত তৃতীয়ক গঠনের বিভিন্ন অংশ হাইড্রোজেন বন্ধনী (-H) দ্বারা যুক্ত হয়ে এটি তৈরি হয় এবং এর ফলেই তা একটি ত্রিমাত্রিক বিশেষ আকারবিশিষ্ট সক্রিয় প্রোটিন অণুতে পরিণত হয়।

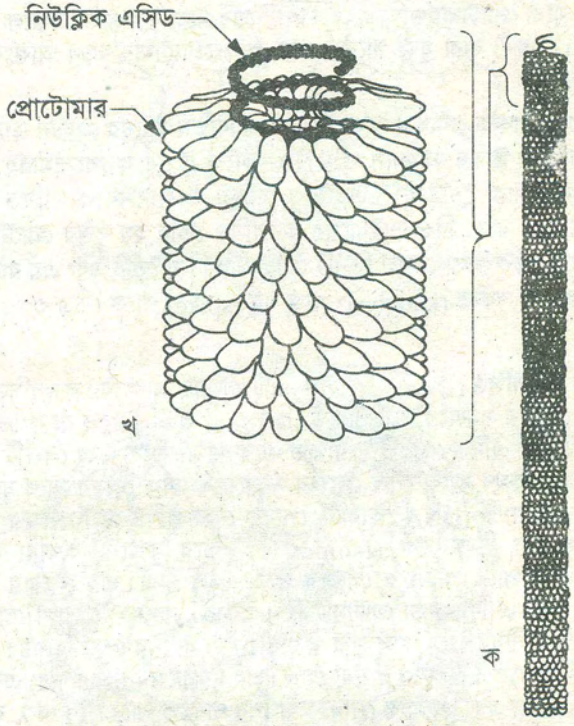
উপএকক এক একটি প্রোটোমার। বহু সংখ্যক প্রোটোমার পর পর সর্পিল রেখায় সজ্জিত হয়ে একটি দণ্ডাকার ক্যাপসিড গঠিত হয়। দুটি পাশাপাশি অবস্থিত প্রোটোমারের নির্দিষ্ট রাসায়নিক গ্রুপের মধ্যে রাসায়নিক বন্ধন স্থাপিত হয়ে ক্যাপসিডের কাঠিন্য ও অপরিবর্তনশীলতা রক্ষিত হয়। দণ্ডাকার ক্যাপসিডের গঠন কিছুটা সরল। এর প্রোটোমারগুলো তৈরি হয় এক প্রকার প্রটিন দ্বারা। ঘণাকার ক্যাপসিডের ক্ষেত্রে প্রটোমারগুলোর বিন্যাস অপেক্ষাকৃত জটিল। এগুলো গঠিত হয় বিভিন্ন প্রকার প্রোটিন দ্বারা।

কাজ—ক্যাপসিডের আকার (shape) ও আকৃতি (size) নির্ভর করে প্রোটোমারসমূহের বিন্যাস ও সংখ্যার উপর। অবশ্য ক্যাপসিডের আকার ও আকৃতি ভাইরাসের প্রজাতিত্ব (specificity) নির্ধারক নয়। সম্পূর্ণ সম্পর্কহীন ভাইরাসসমূহও একই আকৃতি ও আকারের ক্যাপসিড দ্বারা গঠিত হতে পারে। ক্যাপসিড ভাইরাসের প্রতিরক্ষক আবরণ ; বিশেষত প্রাবরণহীন ভাইরাসের ক্ষেত্রে এটি একমাত্র আবরণ। ভাইরাসকে জৈব তরলের (organic fluid) মধ্যে নিউক্লীয়েজ (nuclease) বিক্রিয়া থেকে রক্ষা করা এর অন্যতম প্রধান কাজ। ভাইরাসকে সংক্রমণযোগ্য কোষের গ্রাহীস্থলের (receptor site) সাথে সংযুক্ত করা এবং এর নিউক্লিক এসিডকে পোষক কোষে প্রবিষ্ট হতে সাহায্য করা এর বিশেষ কাজ।

প্রকার—প্রোটোমারের বিন্যাস বা সমাবেশ (Symmetry) ভেদে ক্যাপসিড চার রকম হতে পারে। যেমন, দণ্ডাকার বা সর্পিল (helical) সমাবেশ, ঘণাকার (cubical) বা বিংশতল (icosahedral) সমাবেশ, T–সদৃশ (T-even) বা দ্বৈত সমাবেশ (binal symmetry) এবং ইস্টকাকার বা বিশেষ সমাবেশ ক্যাপসিড। (চিত্র ৩.১, ৩.৩, ৩.৪ এবং ৩.৬)।

১. সর্পিল ক্যাপসিড (Helical capsid)—এটি একটি বেলনাকার (cylindrical) দণ্ডবিশেষ। সাধারণতঃ একই ধরনের প্রোটোমার সমূহ একটি মধ্য অক্ষ (central axis)কে কেন্দ্র করে একটি সর্পিল (spiral) সন্তত (continuous) রেখায় একের পর এক সজ্জিত হয়ে ফাঁপা বেলনাকার দণ্ডের মত এ ক্যাপসিড তৈরি হয় (চিত্র ৩.১৫)। পাশাপাশি অবস্থিত প্রোটোমারকগুলোর মধ্যে এবং পর পর আবর্তনসমূহের মধ্যে রাসায়নিক বন্ধন স্থাপিত হয়। উভয় ক্ষেত্রেই নির্দিষ্ট রাসায়নিক গ্রুপের মধ্যে স্থাপিত এ বন্ধনের ফলে ভাইরাসটি একটি সুস্থায়ী (stable) আকার লাভ করে। তবে এমন কিছু দণ্ডাকার ভাইরাস রয়েছে যাদের ক্যাপসিড বেশ দীর্ঘ ও ভঙ্গুর। যথা, আলুর হলদে বামন (Potato yellow dwarf) এবং ভুট্টার মোজাইক ভাইরাস। এদের দৈর্ঘ ৩০০–৪০০ nm, কিন্তু বিশুদ্ধিকালে ভেঙে যায় বলে আণুবীক্ষনিক পর্যবেক্ষণে এদের প্রায়ই ক্ষুদ্রতর খণ্ডরূপে দেখা যায়।

২. বিংশতলক ক্যাপসিড (Icosahedral capsid)—এটি একটি বহুপার্শ্ব (polyhedral), সমমাত্রিক (isometric), বদ্ধ খোলক (shell) বিশেষ। অধিকাংশক্ষেত্রে এটি বিংশতল। এর রয়েছে বিশটি সমমাপের ত্রিভূজাকার পার্শ্ব বা তল, ত্রিশটি প্রান্ত এবং বারোটি কোনা (চিত্র ৩.৪)। প্রোটিন উপএকক সমূহ দুপর্যায়ে বিন্যস্ত হয়ে এটি তৈরি হয়। প্রথম পর্যায়ে প্রোটোমারগুলো রাসায়নিক যোজ্যতার ভিত্তিতে মিলিত হয়ে দুরকম ক্যাপসোমার উৎপন্ন করে। পাঁচটি প্রোটোমার মিলে তৈরি হয় একটি পঞ্চমার (pentamer) বা পঞ্চক (panton) এবং ছয়টি প্রোটোমার মিলে তৈরি হয় একটি ষঢ়মার (hexamer) বা ষষ্ঠক (hexon, চিত্র ৩.১৬)। দ্বিতীয় পর্যায়ে পঞ্চক ও ষষ্ঠকগুলো বিভিন্ন সংখ্যায় ও শৃঙ্খলায় বিন্যস্ত হয়ে নানা আকৃতির বিংশতল ক্যাপসিড তৈরি করে। এর বারোটি কৌণিক অবস্থানে



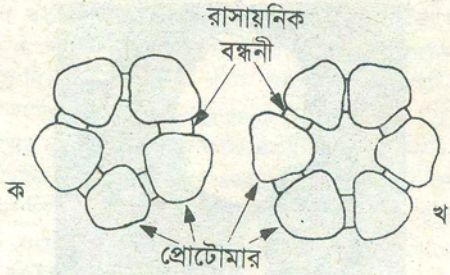
চিত্র ৩.১৫ : দণ্ডাকার ক্যাপসিডে নিউক্লিক এসিড ও প্রোটিন উপএকক (প্রোটোমার) সমূহের সর্পিল বিন্যাস নকশাকার চিত্রে দেখানো হয়েছে। (ক) একটি সম্পূর্ণ ভাইরাস কণা, (খ) বিবর্দ্ধিত একাংশ।

থাকে বারোটি পঞ্চক এবং ত্রিভুজাকার তলের বাকী অংশ পূর্ণ হয় এক বা একাধিক ষষ্ঠক দ্বারা (চিত্র ৩.১৭)। এ ধরনের সুশৃঙ্খল বিংশতলক (icosahedron)-কে তিনটি বিভিন্ন প্রতিসম (symmetrical) অবস্থানে দেখা যেতে পারে। যথা—দ্বিপ্রতিসম (bisymmetrical), ত্রিপ্রতিসম (trisymmetrical) এবং পঞ্চপ্রতিসম (pentasymmetrical, (চিত্র ৩.১৮—ক, খ ও গ)। বিংশতল ক্যাপসিডের আকৃতি নির্ভর করে ক্যাপসোমারের সংখ্যার উপর এবং প্রতিটি ক্যাপসিড তৈরি হয় নির্দিষ্ট সংখ্যক ক্যাপসোমারের নির্দিষ্ট বিন্যাসের ফলে। ক্ষুদ্রতম বিংশতলক ক্যাপসিড তৈরি হয় কেবল ১২টি পঞ্চক (৬০টি প্রোটোমার) দ্বারা। এতে কোন ষষ্ঠক থাকে না। পরবর্তী ক্ষুদ্রতম ক্যাপসিড তৈরি হয় ১২টি পঞ্চক ও ২০টিক ষষ্ঠক দ্বারা। এমনি করে বিভিন্ন গ্রুপের ভাইরাস ক্যাপসিডে ক্যাপসোমারের মোট সংখ্যা হতে পারে ১২, ৩২, ৭২, ১৬২, ২৫২ ইত্যাদি। জানামতে বৃহত্তম বিংশতল ক্যাপসিড তৈরি হয় ১,৪৭২টি

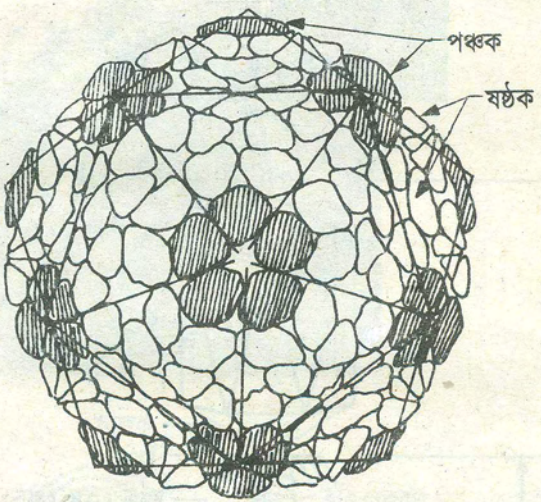
ক্যাপসোমার দ্বারা (Fenner and White)। শুধু ষষ্ঠক ক্যাপসোমার দ্বারা কোন ক্যাপ তৈরি হয় না। শুধু ষষ্ঠক যুক্ত হলে কেবল একটি বিস্তৃত সমতল পাত তৈরি ক্যাপসোমারের মধ্যে প্রোটোমারগুলো এবং ক্যাপসিডের মধ্যে ক্যাপসোমারগুলো অসহ (noncovalent) বন্ধনী দ্বারা যুক্ত থাকে। তবে আন্তঃপ্রোটোমার বন্ধন আন্তঃক্যাপসে বন্ধনের চেয়ে দৃঢ়তর।

প্রাণিভাইরাসে পঞ্চক ও ষষ্ঠকগুলো সাধারণতঃ বিভিন্ন ধরনের প্রোটিন প্রোটোমার তৈরি হয়। পক্ষান্তরে উদ্ভিদ ভাইরাস ও RNA-ফাজে উভয় ক্যাপসোমারই এক প্র প্রোটিন প্রোটোমার দ্বারা তৈরি হয়। এছাড়াও বিভিন্ন ভাইরাসের ক্যাপসিড গঠনে বিভিন্নতা লক্ষ্য করা যায়। রিও ভাইরাসের ক্যাপসিড তৈরি হয় দুস্তর প্রোটোমার দ্বা এডেনো ভাইরাসে ষষ্ঠকগুলো কেবল তিনটি প্রোটোমার দিয়ে তৈরি এবং এর বারোটি কে বারোটি খর্বাকার শক্ত স্ফীত (knobbed) প্রান্ত শঙ্কু (spike) থাকে (চিত্র ৩.২১, Davis *al.* 1980)।

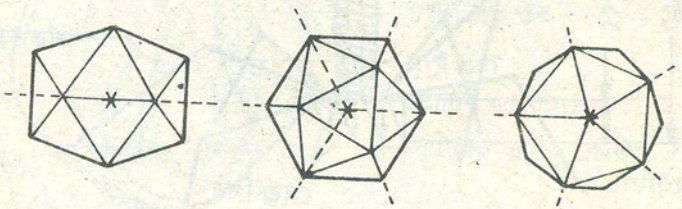
৩. **দ্বৈত ক্যাপসিড** (Binal capsid)—এটি বেঙাচি আকারের ক্যাপসিড। বিংশত মাথা ও সর্পিল লেজের সমন্বয়ে, এটি গঠিত (চিত্র ৩.৭, ৩.১৯)। বহু ব্যাকটেরীয় ফাজ ধরনের। এর নিউক্লিক এসিড কোরটি সংরক্ষিত থাকে মাথার মধ্যে এবং লেজটি থাকে ফাঁ নলের মত শূন্য। সংক্রমণ কালে ফাজ লেজের সাহায্যে পোষক দেহের সাথে যুক্ত হয় এ এর মধ্য দিয়েই জিনোমটি (DNA কোরটি) পোষক দেহে প্রবিষ্ট হয়। ফাজের মাথার গঠ সাধারণতঃ বিংশতল সমমাত্রিক (isometric), তবে কখনো কখনো লম্বাকার (elongated) হতে পারে। মাথা ও লেজের সংযোগস্থল গ্রীবা। এর লেজের গঠনে কি বিভিন্নতা দেখা যায়। এ বিভিন্নতা মোটামুটি তিন প্রকার। যেমন, (অ) খুব ছোট, ২০ n এর কম, সরল অনমনীয় লেজ। কলিফাজ T3 ও T7 এ ধরনের লেজ বিশিষ্ট। (আ) সর গঠন, অতি দীর্ঘ (১০×১৫০nmপর্যন্ত), নম্য লেজ। এর দূরপ্রান্তে (distalend) একটি স্ফীতি (knoh) অথবা এক বা একাধিক তন্তু (fibre) বা পিন থাকতে পারে। T1 ও λ কলিফাজে লেজ এ ধরনের। (ই) T2, T4 ও T6 ইত্যাদি কলিফাজের লেজের গঠন সবচেয়ে জটিল এর রয়েছে একটি ফাঁপা মধ্যনল (central tube), যাকে কখনো কখনো কোর বলে অভিহিত করা হয়। একে বেষ্টন করে রয়েছে একটি কুঞ্চনশীল (contractile) শিথ লেজাবরণ। প্রোটিন প্রোটোমারসমূহ সর্পিলভাবে সজ্জিত হয়ে এ শিথ তৈরি হয়। সাধারণত ২৪টি সর্পিল বেষ্টনীর দ্বারা তৈরি এ শিথ কোরকে প্রায় সম্পূর্ণ আবৃত করে থাকে (চি ৩.১০)। তবে সংক্রমণকালে কেবল মধ্যনল বা কোরটি আক্রান্তের কোষপ্রাচীর বিদীর্ণ ক এবং শিথ সঙ্কুচিত হয়ে বাইরে থেকে যায়। মধ্যনলের সাথে এর পুরোপ্রান্তে (proximal end অর্থাৎ গ্রীবার কাছে যুক্ত রয়েছে একটি ষড়ভূজাকার পাতলা চাকতির মত বস্তু, একে কলা (collar) বলে। কলারের ছয়টি কোনে সংযুক্ত সূক্ষ্ম আঁশের মত বস্তুকে গুম্ফ (whisker বলে। কোরের দূরপ্রান্তে যুক্ত থাকে ছয়টি পিন (pin) ও ছটি স্পর্শক তন্তু (tactile fibre সমন্বিত ষড়ভুজাকার প্রান্তপাত (base plate)। সাধারণ অবস্থায় তন্তুগুলো দুভাজ হয়ে এব ভাজবিন্দুতে গুম্ফগুলোর সাথে আকৃষ্ট হয়ে গুটিয়ে থাকে। কিন্তু পোষকের সংস্পর্শে এলে এদের মধ্যে বিশেষ চেতনা সঞ্চারিত হয়। তখন স্পর্শকতন্তু ও গুম্ফগুলোর মধ্যবর্ত আকর্ষণ প্রত্যাহৃত হয় এবং গুম্ফগুলো পোষক পৃষ্টে ছড়িয়ে পড়ে অবস্থান নেয় (চিত্র ৩.১৯)। যতটা জানা গেছে এ সকল ফাজের লেজ ২০ প্রকারেরও বেশি প্রোটিন দি তৈরি।



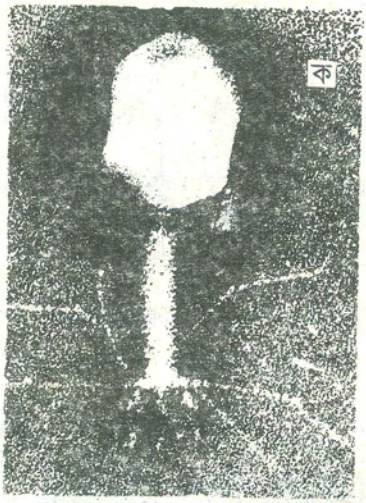
চিত্র ৩.১৬ : বিংশতল ক্যাপসিডের প্রাথমিক সমাবেশ। (ক) পঞ্চক, (খ) ষষ্ঠক।

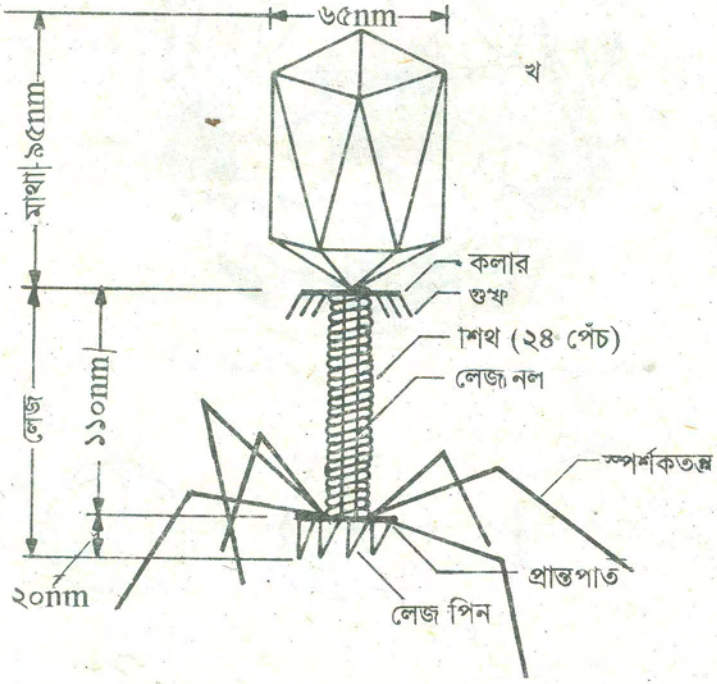


চিত্র ৩.১৭ : বিংশতল ক্যাপসিডে পঞ্চক (রেখাঙ্কিত) ও ষষ্ঠক (সাদা) ক্যাপসোমারের বিন্যাস।



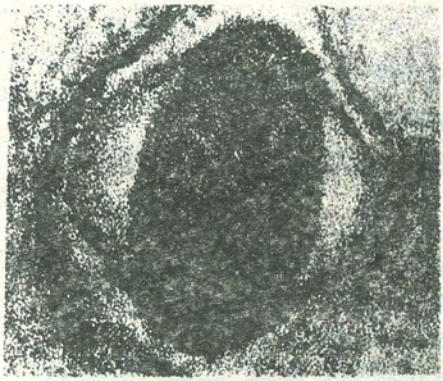
চিত্র ৩.১৮ : বিংশতল ক্যাপসিডের তিনটি বিভিন্ন প্রতিসম অবস্থান। (ক) দ্বিপ্রতিসম ; (খ) ত্রিপ্রতিসম ও (গ) পঞ্চপ্রতিসম।



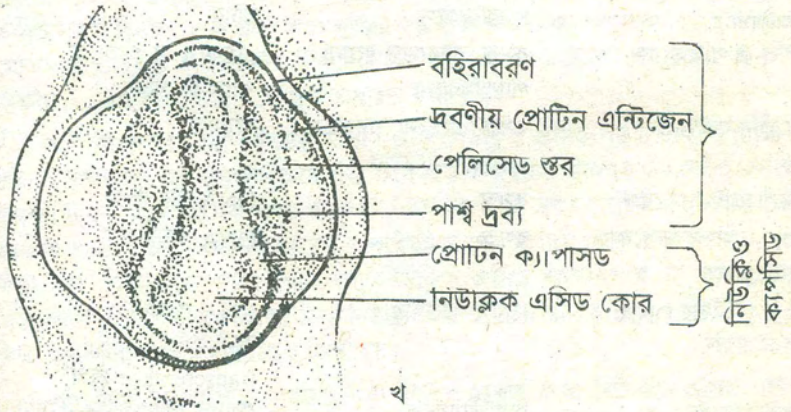


চিত্র ৩.১৯ : T4 কলিফাজ। (ক) ইলেক্ট্রনবীক্ষণিক চিত্র, (খ) রেখাচিত্রে বিভিন্ন সহাংশ।
[General Virology, S.E. Luria *et al.*-এর সৌজন্যে।]

৪. বিশেষ ধরনের ক্যাপসিড—বসন্ত গোত্রের ভাইরাসের ক্যাপসিড সমাবেশ বিশেষ ধরনের। এ সকল প্রাবৃত ভাইরাসের প্রোটিন ক্যাপসিড ও নিউক্লিক এসিড সম্মিলিতভাবে যে নিউক্লিওক্যাপসিড গঠন করে তা অনেকটা দ্ব্যবতল (biconcave), কখনওবা কিছুটা সমাবতল (plainoconcave) চাকতির মতো (চিত্র ৩.২০)। এতে প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিডের ঘনিষ্ঠ সংযোগের ফলে একটি বিশেষ নির্মিতি (structure) তৈরি হয়। প্রায় ৪০ প্রকার প্রোটিন দিয়ে এটি তৈরি। এছাড়াও এ চাকতির দুপাশে রয়েছে গ্লাইকোপ্রোটিন ও ফসকো প্রোটিন দিয়ে তৈরি দুটি (ক্ষেত্র বিশেষে একটি) পার্শ্ব দ্রব্য (lateral bodies), ফ্রিংকেল–কনরাট এগুলোকে অন্তঃঅঙ্গাণু (internal organelle 1985) বলে অভিহিত করেছেন (চিত্র ৩.২০)।



ক



খ

চিত্র ৩.২০ : বসন্ত ভাইরাস। লম্বচ্ছেদে বিভিন্ন সহাংশ। (ক) ইলেক্ট্রনবীক্ষণিক চিত্র, (খ) ক থেকে অঙ্কিত রেখাচিত্র। [Microbiology, C.F. Norton এর সৌজন্যে।]

কিছু বিশেষ ভাইরাস প্রোটিন—কোনো কোনো ভাইরাস কানায়, অন্য আরো কিছু প্রোটিন রয়েছে। এগুলো এনজাইম জাতীয়। এগুলো ভাইরাস ক্যাপসিডের অংশ না হলেও ক্যাপসিডের কোন বিশেষ অংশে সংশ্লিষ্ট কিম্বা ক্যাপসিডের ভেতরে অবস্থিত থেকে ভাইরাসের বিভিন্ন কার্যে গুরুত্বপূর্ণ সহায়তা দান করে। সারণী ৩.৮–এ এ ধরনের কিছুসংখ্যক প্রোটিনের নাম ও এদের কার্য সম্বন্ধে উল্লেখ করা হল।

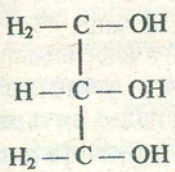
ক্যাপসিডের মধ্যে কোরের অবস্থান—

ইলেকট্রন আণুবীক্ষণিক পরিশীলন (electron microscopy), এক্সরে কেলাসচিত্রন (X-ray crystallography), নিউট্রন বিচ্ছুরণ (deffraction) ইত্যাদি অতি উন্নত পদ্ধতিতে ক্যাপসিডের মধ্যে স্বল্পপরিসর সুনির্দিষ্ট স্থানে সুদীর্ঘ নিউক্লিক এসিড (বিশেষতঃ DNA) অণুর কেমন করে স্থান সঙ্কুলান হয় তা আংশিক জানা গেলেও এখনও পুরোপুরি অনুধাবন করা সম্ভব হয় নি (Davis et al. 1980)। বিভিন্ন ধরনের ক্যাপসিডে এর অবস্থান পদ্ধতি বিভিন্ন।

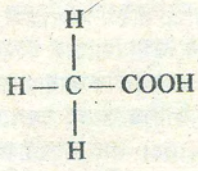
সারণি ৩.৮ : কিছু বিশেষ ভাইরাস এনজাইম ও কাজ

এনজাইমের নাম	যে ভাইরাসে আছে	কাজ
নুরামিনিডেজ	অর্থোমিকসো, প্যারামিকসো	এন–এসিটাইল নুরামিনিক এসিডের মুক্তি
RNA পলিমারেজ	অর্থোমিকসো, প্যারামিকসো, বুনিয়া, র‍্যাবডো, এরেনা	RNA অনুলিপন
DNA পলিমারেজ	পারভো, মানব যকৃৎ প্রদাহ (hepatitis)	DNA অনুলিপন
mRNA প্রান্তাবরক (capping)	বসন্ত, রিও, র‍্যাবডো, প্যারামিকসো	mRNA প্রান্তিক পরিবর্তন ঘটান
পলি–এ পলিমারেজ	বসন্ত, র‍্যাবডো, এরেনা, প্যারামিকসো	mRNA–র ৩´ প্রান্তে পরিবর্তন ঘটান
প্রোটিন কাইনেজ	বসন্ত, এডেনো, র‍্যাবডো, mRNA–টিউমার	অজ্ঞাত
টপো আইসোমারেজ	বসন্ত	DNA অনুলিপন
DNA নির্ভর ফসফো–হাইড্রোলেজ	বসন্ত	DNA অনুলিপন
RNA–নির্ভর DNA পলিমারেজ	RNA–টিউমার	RNA থেকে DNA অনুলিপন (reverse transcreptase রূপে)
লাইসোজাইম	ব্যাটেরীয়ফাজ	পোষক কোষপ্রাচীর বিগলন

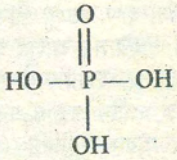
জোকলিক ও অন্যান্য, ১৯৮৪ এর সাহায্যে।



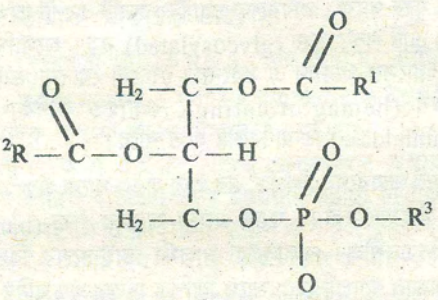
ক



খ



গ



ঘ

চিত্র ৩.২১ : ফসফোলিপিড অণুর গঠন। (ক) গ্লিসাবোল, (খ) মেদাম্ল (গ) ফফেরিক এসিড (ঘ) ফসফো লিপিড অণুর সাধারণ গাঠনিক সংকেত (stiuctural formula).

১. **সর্পিল ক্যাপসিডে**—সর্পিল ক্যাপসিডের মধ্যে সর্পিল সন্তত (continuous) রেখায় সজ্জিত প্রোটোমারগুলোর ভেতরের দিকে একটি সর্পিল খাজের মধ্যে নিউক্লিক এসিড সূত্রটি বিন্যস্ত থাকে এবং স্বল্প শক্তির বন্ধনে আবদ্ধ থাকে। আংশিক বিগলিত তামাক মোজাইক ভাইরাসের ইলেকট্রন বীক্ষণিক চিত্র (চিত্র ৩.১৫) থেকে এর RNA-র এরূপ অক্ষীয় (axial) অবস্থান সম্বন্ধে সুস্পষ্ট ধারণা করা যায়।

২. **বিংশতল ক্যাপসিডের মধ্যে**—এতে নিউক্লিক এসিড সূত্রটি টাকুতে (spool) পেঁচান সূতার মত খুব সুশৃঙ্খলভাবে শক্ত করে জড়ান অবস্থায় ক্যাপসিডের কেন্দ্রে অবস্থিত থাকে। টাকুর মতই অনেক সময় ইলেকট্রনবীক্ষণিক চিত্রে এর মধ্যস্থলে বেলনাকার ছিদ্রও দেখতে পাওয়া যায় । বিশেষ ধরনের অপকেন্দ্রীকরণের মাধ্যমে কোর ও ক্যাপসিড পৃথক করা যায়। ক্যাপসিড সমাবেশের জন্য নিউক্লিক এসিড অত্যাবশ্যক না হলেও উভয় সহাংশের যুগ্ম অবস্থান ও আন্তঃক্রিয়া নিউক্লিওক্যাপসিডের স্থায়িত্ব বিধানে সহায়তা করে। পক্ষান্তরে শূন্য ক্যাপসিড সহজেই বিনষ্ট হয়।

৩. **দ্বৈত ক্যাপসিডের মধ্যে**—এর বহুতল মাথার মধ্যে নিউক্লিক এসিড কোরটি শক্তভাবে জড়ানো অবস্থায় থাকে, অনেকটাই বিংশতল ক্যাপসিডের কোরের মতো। লেজ থাকে ফাঁকা।

গ. প্রাবরণ

ক্যাপসিডের চতুর্দিকের এ আবরণকে ভাইরাসের বহিরাবরণ বলা যেতে পারে। মানুষের হার্পিস, হাম, ডেঙ্গু, পীতজ্বর ; পাখির রাউস সারকোমা, Mad itch of cattle, ইত্যাদি বহু প্রাণি ভাইরাস ; আলুর হলদে বামন, ভুট্টা মোজেক ইত্যাদি কিছুসংখ্যক উদ্ভিদ ভাইরাস এবং PM2, ϕ6 ইত্যাদি অল্পসংখ্যক ব্যাকটেরীয় ভাইরাসে প্রাবরণ রয়েছে। সাধারণতঃ একটি অন্তস্থ প্রটিন স্তর ও একটি বহিস্থ লিপিড স্তরের সমন্বয়ে এটি তৈরি (চিত্র ৩.৬খ)। প্রোটিন স্তর ভাইরাস সুনির্দিষ্ট (virus specific) এবং লিপিড স্তরটি একটি ফসফোলিপিড দ্বিস্তর—প্রাবরণে প্রোটিন রয়েছে দুপ্রকার, গ্লাইকো প্রোটিন ও ধাত্র (matix) প্রোটিন। ইলেকট্রনবীক্ষণিক চিত্রে এগ্লাইকোপ্রটিনগুলোকে শক্ত শঙ্কুর মত বাইরের দিকে খাড়া হয়ে থাকতে দেখা যায় (চিত্র ৩.২৩, ৩.২৪), ভেতরের দিকে এগুলো অন্তস্থ প্রোটিন স্তরের সাথে কখনওবা ক্যাপসিড প্রোটিনের সাথে যুক্ত থাকে। প্রাবরণের প্রোটিন স্তরটি একটি অখণ্ডস্তর এবং অন্তস্থতম (innermost) স্তর। এটি শর্করাযুক্ত (glycosylated) নয়। অর্থোমিকসো প্যারামিকসো, র‍্যাবডো ইত্যাদি ভাইরাসের প্রাবরণ এ ধরনের। কোনো কোনো ভাইরাসে গ্লাইকোপ্রোটিন শঙ্কুগুলো রক্ততঞ্চন (hemaglutinating), লোহিত কণিকা নাশন (hemolysis) ও নুরামিনিডেজ (nuraminidase) ক্রিয়া বিশিষ্ট হতে পারে।

এমন কিছু ভাইরাস রয়েছে যাদের প্রাবরণের লিপিড স্তর প্রায় তরল থাকে এবং প্রোটিন অণুর মনমারগুলো থাকে পরস্পর সংযোগবিহীন। ফলে এদের আকার শক্ত (hard) ও সুনির্দিষ্ট নয় বরং অনির্দিষ্ট ও পরিবর্তনশীল। পক্ষান্তরে আলফা ভাইরাসের বিংশতল ক্যাপসিড ও র‍্যাবডো ভাইরাসের দণ্ডাকার ক্যাপসিডের সাথে লিপিড দ্বিস্তর খুব ঘনিষ্ট ভাবে লেগে থাকে তাই আলফা ভাইরাসকে প্রায় বর্তুলাকার এবং র‍্যাবডো ভাইরাসকে বুলেটাকার দেখা যায়।

অধিকাংশ আবৃত ভাইরাসেরই প্রাবরণ ফসফো লিপিড পোষক কোষ ঝিল্লীর অনুরূপ। এর উৎপত্তি হয় পোষক কোষের নিউক্লীয় ঝিল্লী অথবা কোষঝিল্লী থেকে। এসকল ভাইরাস পোষক কোষ থেকে নির্গত হবার সময় ঝিল্লীতে মুকুলের মত স্ফীতি উৎপাদন করে এবং ঝিল্লী দ্বারা আবৃত অবস্থায়ই বিচ্ছিন্ন হয়। ইলেকট্রন বীক্ষণিক চিত্রে এদের নির্গমন পদ্ধতি স্পষ্ট লক্ষ্য করা যায়।

বসন্ত ভাইরাসের প্রাবরণ অত্যন্ত জটিল। এটি একটি ত্রিস্তর লিপোপ্রটিন আস্তরণ। এর বহিঃপৃষ্ঠ মসৃন নয়, এতে রেখাঙ্কন (striction) অথবা সূত্রাকার বা নলিকাকার বস্তুর মতো অলঙ্করণ দেখা যায়। এর ভেতরে কেন্দ্রস্থলে রয়েছে নিউক্লিয় ক্যাপসিড বা কোর। কোরের দুপাশে রয়েছে দুটি, কোনো কোনো ক্ষেত্রে একপাশে একটি চাকতির মত পার্শ্বদ্রব্য (lateral body)। এর সবটুকু বেষ্টন করে রয়েছে একটি অপেক্ষাকৃত স্বচ্ছ স্তর। এ স্তরের বাইরের অংশটুকুই প্রাবরণ (চিত্র ৩.৪, ৩.২০)। বসন্ত ভাইরাসের প্রাবরণ ফসফোলিপিড পোষক কোষ ঝিল্লীর লিপিড থেকে সমপূর্ণ ভিন্নতর এর উৎপত্তি পোষক কোষ ঝিল্লী থেকে হয় না। এ ভাইরাস কণার সহাংশসমূহের উৎপাদন ও সংযোজন সম্পূর্ণ হয় পোষক কোষের মধ্যে। প্রাবরণ প্রোটিনের প্রকার ক্যাপসিড প্রোটিনের মতই ভাইরাস জিনোম দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। কিন্তু প্রাবরণে লিপিড এবং ক্ষেত্র বিশেষে এর শর্করা সহাংশের প্রকার নিয়ন্ত্রিত হয় পোষক কোষ দ্বারা। সেজন্য বিভিন্ন পোষক কোষে উৎপন্ন হবার কারণে একই ভাইরাস প্রজাতির

বিভিন্ন প্রতিস্ব (idividual) বিভিন্ন লিপিড ও শর্করা দ্বারা গঠিত হতে পারে। (ডেভিস ও অন্যান্য, ১৯৮০)।

মিশ্র আনবিক গঠনের জলে অদ্রবনীয় কয়েকটি জৈব রসায়ন (organic chemical)কে একত্রে লিপিড বলা হয়। জীব জগতে প্রাপ্য চার প্রকার লিপিড—মেদ (fat), মোম (wax), স্ফিংগোলিপিড ও ফসফোলিপিড। এর মধ্যে সাধারণত ফসফোলিপিডই ভাইরাস প্রাবরণে পাওয়া যায়। এটি গঠিত হয় গ্লিসারোল ও কয়েকটি মেদাম্ল (fatty acid) অণুঅবশেষ দ্বারা এর একটি অবস্থানে মেদাম্ল ফসফোরিক এসিড ($H\pm_3PO_4$) দ্বারা প্রতিস্থাপিত (replaced) হয় (চিত্র ৩.২১)।

কয়েকটি সুদৃষ্ট ভাইরাসের গাঠনিক বর্ণনা

১. তামাক মোজাইক ভাইরাস

(দণ্ডাকার অনাবৃত RNA কোর টোবামো, ভাইরাস গ্রুপ)।

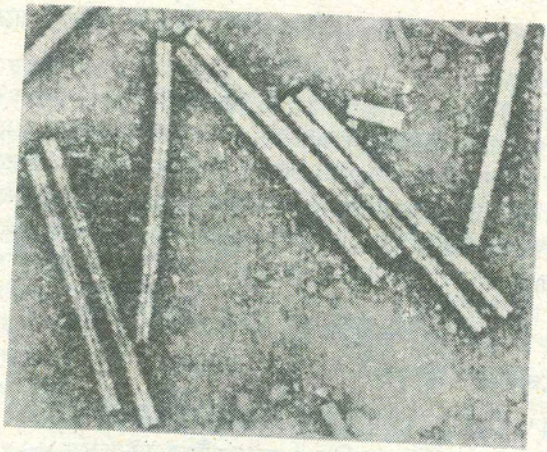
সর্বপ্রথম জানা ও সর্বাধিক গবেষিত এ ভাইরাসটিকে বাইজেরিঙ্ক ১৮৯৮ সালে তামাকের মোজেক রোগের কারণ হিসাবে সনাক্ত করেন। ১৯৩৫ সালে স্ট্যানলি সর্বপ্রথম রুগ্ন তামাক পাতা থেকে এ ভাইরাস বিশুদ্ধ কেলাসরূপে অন্তরিত (isolate) করতে সমর্থ হন। একই বছর পিরিও বাউডেন একে রাসায়নিকভাবে নিউক্লিওপ্রোটিন বলে অভিমত ব্যক্ত করেন। এরপর বার্ণেল ও ফ্রাঙ্কুচেন, হারিস ও নাইট, ওয়াটসন, লুরিয়া, ফ্রঙ্কলিন এবং আরো অনেক বিজ্ঞানীর চেষ্টায় এর সম্বন্ধে বিস্তৃত তথ্য জানা সম্ভব হয়েছে।

বৈজ্ঞানিক রচনায় তামাক মোজাইক ভাইরাসের ভৌতরাসায়নিক গঠন বিশদ বর্ণনা পাওয়া যায়। এটি একটি অনম্য দণ্ডাকার অনাবৃত RNA ভাইরাস। এর দৈর্ঘ্য ৩০০ এবং ব্যাস ১৮nm। ক্ষুদ্রতর দৈর্ঘ্যের ভাইরাসও দেখা যায়, তবে এরা সংক্রমণ অক্ষম। পূর্ণদৈর্ঘ্যের একটি ভাইরাসের আণবিক ওজন ৩৯–৪০×১০^৬ ডালটন। আপাত বেলনাকার হলেও এদণ্ডাকার কণার প্রান্তদৃশ্য ষড়ভুজাকার এবং এর কেন্দ্রে রয়েছে একটি ৪ ন্যানোমিটার ব্যাস ছিদ্র। সর্বমোট ২১৩০টি অভিন্ন প্রোটিন প্রোটোমারের সর্পিল সমাবেশে ক্যাপসিডটি তৈরি; প্রতি তিন পেচ ঘূর্ণনে ৪৯টি করে প্রোটোমার রয়েছে এবং মোট ১২৯টি পেচদ্বারা ক্যাপসিডটি গঠিত। জাতক (strain) ভেদে প্রতিটি প্রোটিন প্রোটোমার (=অণু) ১৫৮–১৬১টি এমিনো এসিড দ্বারা তৈরি। এসকল প্রোটিন অণুর এমিনো এসিড ক্রমও (sequence) জানা সম্ভব হয়েছে। ক্যাপসিডের আণবিক ওজন ১৭.৫–১৮×১০^৩ ডালটন এবং তা কণার ৯৪.৪%। এক সূত্র একটি RNA দ্বারা এর কোর গঠিত। ক্যাপসিডের মধ্যবর্তী ফাঁপা স্থানে এবং সর্পিলভাবে সজ্জিত প্রোটোমারগুলোর সাথে সমান্তরালভাবে স্প্রিং–এর মতই সর্পিলভাবে এটি অবস্থিত। ৬,৪০০টি নিউক্লীয়টাইড দিয়ে এটি গঠিত এবং প্রতি তিনটি নিউক্লিওটাইড এক একটি প্রোটোমারের সাথে সংযোগবদ্ধ। ভাইরাস কণার মোট ওজনের এটি ৫.৬% এবং এর আনবিক ওজন ২×১০^৬ ডালটন।

২. হামভাইরাস

(দণ্ডাকার আবৃত, ১ সূত্র রেখাকার RNA, প্যারামিক্সো ভাইরিডি গোত্র)

অত্যন্ত সংক্রামক শিশুদের রোগ হিসাবে অতি প্রাচীন কাল (১৭ শতক) থেকেই হাম সারা পৃথিবীতে পরিচিত ছিল। কিন্তু মাত্র ১৯৫৪ সালে এনডার্স হাম ভাইরাস অন্তরিত করতে সক্ষম হন।



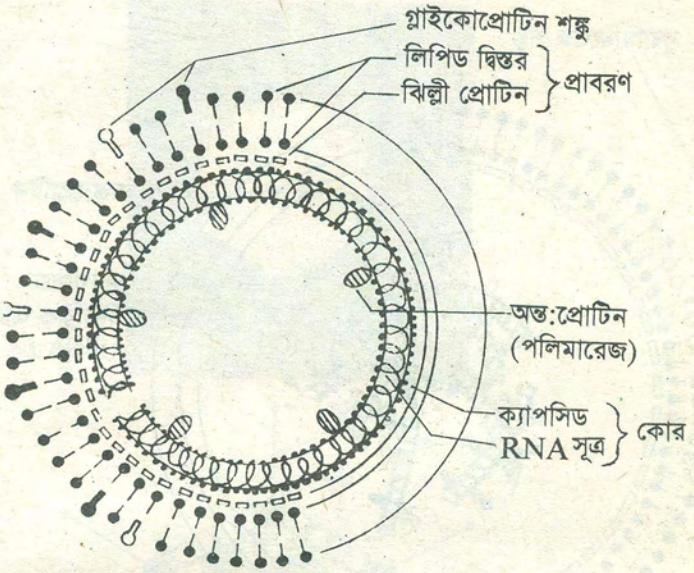
চিত্র ৩.২২ : তামাকের মোজাইক ভাইরাস (ইলেকট্রনবীক্ষণিক চিত্র)।

নেতিরঞ্জিত (negatively stained) ভাইরাসের ইলেকট্রন আণুবীক্ষণিক পর্যবেক্ষণ দ্বারা এর গঠন সম্বন্ধে অনেক তথ্য জানা সম্ভব হয়েছে। অনেকটা বর্তুলাকার এ ভাইরাসের ব্যাস ১২৫–২৫০nm। প্রায় ১০nm বেধ (thickness) বিশিষ্ট একটি প্রাবরণ দ্বারা এটি আবৃত। বাইরের দিকে একটি লিপিড দ্বিস্তর ও ভেতরের দিকে একটি প্রোটিন স্তর দ্বারা প্রাবরণটি গঠিত। এর পৃষ্ঠে সজ্জিত রয়েছে বহু সংখ্যক ৮–১২nm দীর্ঘ শঙ্কু (spike)। দুধরনের গ্লাইকো প্রোটিন দ্বারা এগুলো গঠিত (চিত্র ৩.২৩)। অখণ্ড কণার আণুবীক্ষণিক পর্যবেক্ষণ দ্বারা এর ভেতরে অবস্থিত নিউক্লিওক্যাপসিডের অবস্থান ও গঠন বোঝা যায় না। হাম আক্রান্ত কোষের ছেদনকর্তনকালে কখনো কখনো ভাইরাস কণার ছেদন পাওয়া যায়। ছেদিত কণার ইলেকট্রনবীক্ষণিক পর্যবেক্ষণ থেকে প্রাবরণের মধ্যে সূত্রাকার নিউক্লিওক্যাপসিডের চক্রাকার অবস্থান বোঝা যায়। নেতিরঞ্জিত স্লাইডে এ অবস্থান প্রায়ই বিপর্যস্ত হয়। তাই স্লাইড তৈরিতে অতি সতর্কতা প্রয়োজন। ক্যাপসিড গঠিত হয় একপ্রকার প্রোটিন প্রোটোমার দ্বারা। নিউক্লিওয়েড গঠিত হয় নেতিমেরুত্বের (negative polarity) একটি দীর্ঘ একসূত্র RNA (6×10^6 ডা) দ্বারা। রাসায়নিক বিশ্লেষণে দেখা যায় এর মোট ভরের ৭৪% প্রোটিন, ১৯% লিপিড, ৬% শর্করা এবং ১% RNA। নিউক্লিওক্যাপসিডের মোট পরিমাণ ভাইরাস ভরের ২০%–২৫%।

৩. ফ্লু ভাইরাস

(দণ্ডাকার আবৃত বহুখণ্ডিত RNA কোর, অর্থোমিকসো ভাইরিডি গোত্র)

ফ্লু একটি সংক্রামক বৈশ্বিক (pandemic) ব্যাধি। এ উপমহাদেশে ফ্লু কখনো খুব গুরুতর রোগ বলে বিবেচিত না হলেও শীতপ্রধান দেশে কোথাও কোথাও ফ্লু বা ইনফ্লুয়েঞ্জা কখনো কখনো মহামারীরূপেও দেখা দিয়েছে। ইনফ্লুয়েঞ্জা ভাইরাস A, B ও C সংক্রমণের দ্বারাই এ রোগ সৃষ্টি হয়। ফ্লু মহামারীর জন্য দায়ী A। ফ্লু একটি পরিবর্তনশীল আকার



চিত্র ৩.২৩ : হাম ভাইরাস। [Microbiology, Davis, *et al.* এ প্রস্তাবিত মডেলের আলোকে অঙ্কিত।]

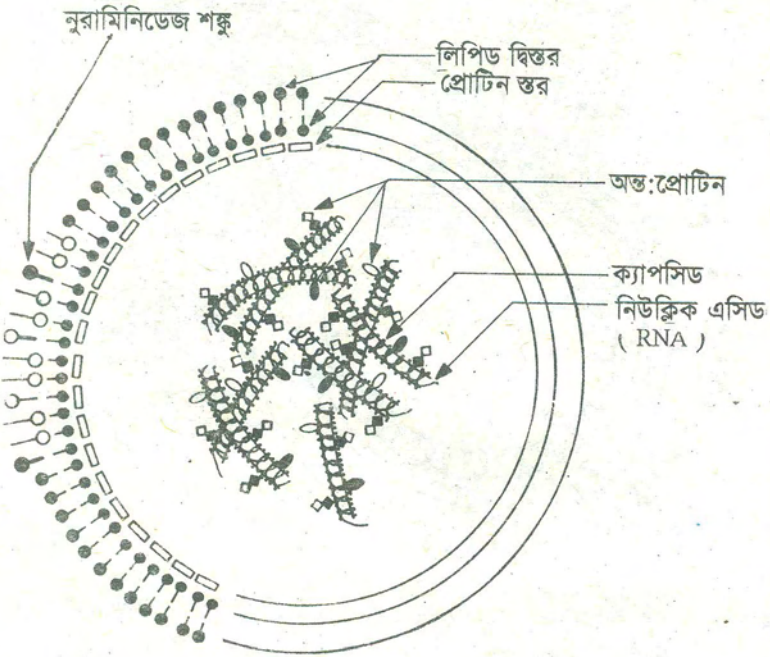
ও আকৃতির ভাইরাস (চিত্র ৩.২৪)। মোটামুটি গোলক বা ডিম্বাকার এ ভাইরাসের ব্যাস ৯০–১০০nm। হাম ভাইরাসের মতই ফ্লু ভাইরাসের প্রাবরণও হিমাগ্লুটিনিন ও নুরামিনিডেজ শঙ্কু সমাকীর্ণ থাকে। ফ্লুভাইরাস A–এর শঙ্কু সমাবেশ সম্পূর্ণ পৃষ্ঠ জোড়া অবিচ্ছিন্ন কিন্তু C–এর পৃষ্ঠে তা বিচ্ছিন্ন ও অসম্পূর্ণভাবে ছড়ান থাকে। একটি অখণ্ড লিপোপ্রোটিন ঝিল্লী দ্বারা এর প্রাবরণ গঠিত। লিপিড দ্রাবক প্রয়োগে এ ঝিল্লী বিগলিত করা হলে আটটি নিউক্লিওক্যাপসিড পাওয়া যায়। সর্পিল সমাবেশে গঠিত ক্যাপসিডগুলোর মধ্যস্থ কোর গঠিত হয় ১ সূত্র RNA দ্বারা, এগুলো নেতিসূত্র। RNA সূত্রগুলোর গড় দৈর্ঘ ৬০nm। প্রাবরণের মধ্যে নিউক্লিওক্যাপসিডগুলোর অবস্থান অনির্দিষ্ট ও বিশৃঙ্খল। এর বিভিন্ন রাসায়নিক সহাংশের ভরানুপাত RNA ০.৮–১.%, প্রোটিন ৭০%, শর্করা ৬% এবং লিপিড ২০–২৪%।

৪. এডেনো ভাইরাস

(বিংশতল অনাবৃত, দ্বিসূত্র DNA কোর, এডেনো ভাইরিডি গোত্র)।

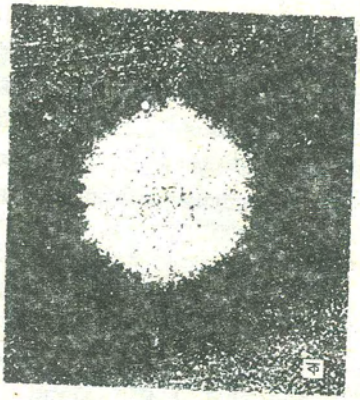
১৯৫২ সালে রো ও তার সহযোগীগণ শিশুদের গলবিলের স্ফীতি [illegible] এডেনয়েডের (adenoid) কোষাবাদ থেকে এ ভাইরাস অন্তরিত করেন। এডেনো নামের [illegible] থেকেই। এরা মানুষের টনসিল ও গলবিল টিসুর সুপ্ত সংক্রমণ সৃষ্টি করে।

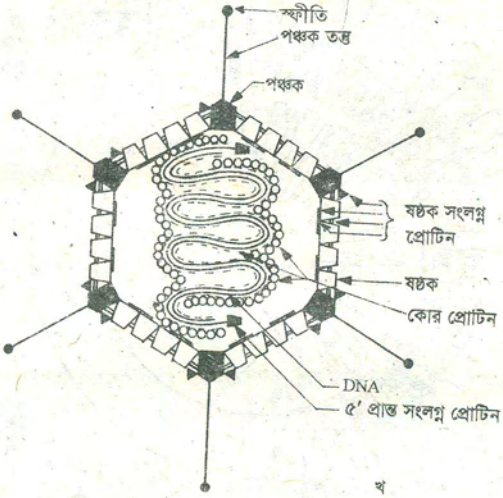




চিত্র ৩.২৪ : ফ্লু (ইনফ্লুয়েঞ্জা) ভাইরাস।
[ডেভিস ও অন্যান্য কৃত Microbiology এর সাহায্যে অঙ্কিত।]

এডেনো দ্বিসূত্র DNA বিশিষ্ট অনাবৃত বিংশতল ভাইরাস (চিত্র ৩.২৫)। এ ভাইরাসের সংবৃদ্ধি ঘটে নিউক্লিয়াসের মধ্যে। প্রজাতি ভেদে এদের ব্যাস ৬০–৯০nm হতে পারে। এদের ক্যাপসিড গঠিত হয় ২৪০টি ষষ্ঠক ও ১২টি পঞ্চক অর্থাৎ সর্বমোট ২৫২টি ক্যাপসোমার দ্বারা। পঞ্চকগুলো কৌনিক অবস্থানে রয়েছে এবং কৌণিক বিন্দুতে রয়েছে ১২টি শঙ্কু (spike)। এদের পঞ্চক তন্তুও (panton fibre) বলা হয়। শঙ্কুগুলোর মূলের দিকে একটি বহু পার্শ্ব ভিত (base) এবং বাইরের দিকে এর প্রান্তে রয়েছে একটি স্ফীতি (knob)। পঞ্চক ও ষষ্ঠকগুলোর সাথে আরো চার প্রকার প্রোটিন থাকে যা কোর ও ক্যাপসিড প্রোটিনের মধ্যে সংযোগ রক্ষা করে এবং কণার সমাবেশ ও স্থায়িত্ব রক্ষায় সহায়তা করে। একটি দ্বিসূত্র DNA ও কয়েকটি প্রোটিনের সমন্বয়ে এর কোর গঠিত। DNA–র পরিমান কণার ১১.৬–১৩.% এবং আণবিক ওজন ২৫×১০^{৬} ডালটন। এডেনো ভাইরাসের DNA দ্বিসূত্রের দুটি অনন্য (unique) বৈশিষ্ট রয়েছে—প্রথমত, প্রতিটি সূত্রের প্রান্তীয় নিউক্লিওটাইডগুলো ব্যুৎক্রমিকভাবে (inverse order) অনুলিপিত (replicated) থাকে, ফলে DNA–র গুণাবনতি (denaturation) ঘটলে দুটোরই অনুপূরক (complimentary) দুপ্রান্ত সংযুক্ত হয়ে দুটি একসূত্র বৃত্তের উৎপত্তি হয়। দ্বিতীয়ত,প্রান্তীয় ডিঅক্সিসাইটোসিনের সাথে একটি ছোট প্রোটিন অণু (৫৫×১০^{৩} ডালটন) যুক্ত থাকে।





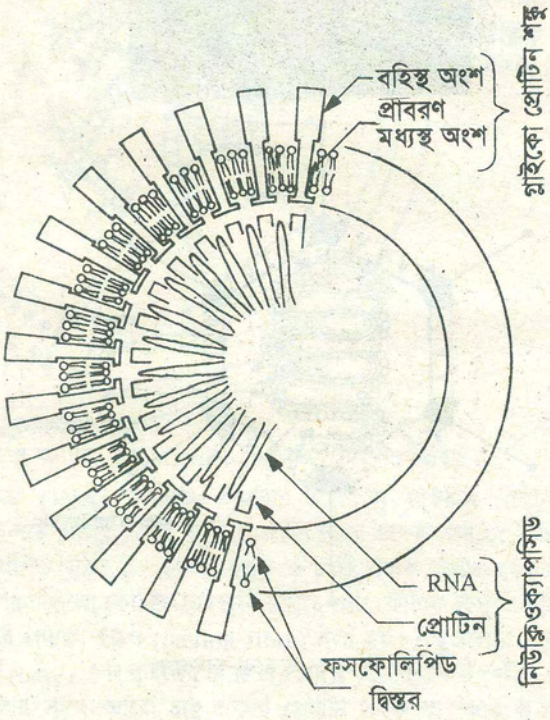
চিত্র ৩.২৫ : এডেনো ভাইরাস।

৫. সেমলিকি ফরেস্ট ভাইরাস

(বিংশতল আবৃত, RNA কোর, টোগা ভাইরিডি গোত্র)

Semliki Forest ভাইরাস টোগাভাইরিডি গোত্রের অন্তর্ভুক্ত। সেমলিকি ফরেস্ট ভাইরাস মানব রোগাত্মক নয়। তবে মানুষ, অশ্ব ও অন্যান্য প্রাণীর মূর্ধাপ্রদাহ (encephalitis), জ্বর ইত্যাদি বহু জটিল রোগের উৎপাদক ভাইরাস এ গোত্রের সদস্য। এদের সম্বন্ধে গবেষণা বিপজ্জনক তাই গবেষণা হয়েছে প্রধানত সিন্দবিস ও সেমলিকি ফরেস্ট ইত্যাদি ভাইরাস নিয়ে।

এরা আকারে প্রায় গোলক। নেতি রঞ্জিত স্লাইডের সাহায্যে এর শঙ্কু সমাকীর্ণ প্রাবরণ পৃষ্ঠ বেশ ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ করা যায়। এসব গ্লাইকোপ্রোটিন শঙ্কুগুলো ফসফোলিপিড দ্বিস্তর গঠিত প্রাবরণের মধ্যে গ্রথিত থাকে। প্রাবরণের ভেতরে নিউক্লিওক্যাপসিড ৩২টি ক্যাপসোমারের সমাবেশে গঠিত। এর নিউক্লিক এসিড একটি ইতিসূত্র সংক্রমণ সক্ষম RNA (চিত্র ৩.২৬)। RNA-র পরিমাণ ৪×১০^{৬} ডা। ৭০nm ব্যাসবিশিষ্ট সেমলিকি অরণ্য ও সিন্দরিস ভাইরাস ক্ষুদ্রতম প্রাবৃত প্রাণিভাইরাস বলে পরিচিত। এর নিউক্লিওক্যাপসিডের ব্যাস ৩০nm।



চিত্র ৩.২৬ : সেমলিকি ফরেস্ট ভাইরাস।

৬. বসন্ত ভাইরাস

(বিশেষ ধরনের সর্পিল সমাবেশ, দ্বিসূত্র DNA কোর, প্রাবৃত, পক্সভাইরিডি গোত্র)

অতি প্রাচীনকাল থেকেই একটি ঘাতক রোগ হিসাবে বসন্ত মানব সমাজে পরিচিত। অতীতে ইয়োরোপসহ পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে এরোগ মারাত্মক মহামারীরূপে দেখা দিয়েছে বহুবার। মানব বসন্ত ভাইরাস ভেরিওলার গঠন অত্যন্ত জটিল। বুইস্ট (Buist, 1887)

সর্বপ্রথম বসন্ত ক্ষতর পূঁজ থেকে এ ভাইরাস অন্তরিত ও শনাক্ত করেন। পাশেন (Paschen, 1906) সর্বপ্রথম এর বর্ণনা প্রকাশ করেন। ভেরিওলা অত্যন্ত সংক্রামক এবং একে নিয়ে গবেষণা বিপজ্জনক। তাই সরাসরি একে নিয়ে গবেষণা খুব বেশি হয় নি। তবে বহুলাংশে এর সদৃশ গোবসন্ত ভাইরাস ভেকসিনিয়া নিয়ে প্রচুর গবেষণা হয়েছে।

বসন্ত ভাইরাসের সাধারণ আকার অনেকটা ইটের মতো, তবে কোণাগুলো গোল। ভাইরাস কণার পাতলা ছেদনের (thin section) ইলেকট্রন বীক্ষনিক পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে এর অন্তর্গঠন সম্বন্ধে অনেক কিছু জানা সম্ভব হয়েছে। এর ভেতরে একেবারে কেন্দ্রস্থলে রয়েছে নিউক্লিওক্যাপসিড। নিউক্লিয়য়েড গঠিত একটি দ্বিসূত্র DNA অণুদ্বারা। এর ক্যাপসিড গঠনে পূর্বোক্ত কোন ধরনের প্রোটোমার সমাবেশ দেখা যায় না। বরং এতে DNA কোর ও ক্যাপসিড প্রোটিন যুগ্মভাবে সমাবেশিত হয়ে একটি বিশেষ নির্মিতি (structure) গঠন করে। এর আকার অনেকটা দ্ব্যবতল (biconcave) চাকতির (dise) মতো এবং এর দুঅবতল পার্শ্বে রয়েছে দুটি উত্তল (convex) চাকতির মত পার্শ্বদ্রব্য (lateral body)। এরপর রয়েছে একটি অপেক্ষাকৃত স্বচ্ছ ধরনের সম্পূর্ণ স্তর। সবশেষে এটি আবৃত রয়েছে লিপোপ্রোটিন দ্বিস্তর নির্মিত একটি প্রাবরণ দ্বারা (চিত্র ৩.৪)। নেতিরঞ্জিত ভাইরাসের ফ্রিজ্‌ইচ্‌ং পদ্ধতিতে তোলা ইলেকট্রনবীক্ষনিক চিত্রে প্রজাতিভেদে এদের প্রাবরণপৃষ্ঠে নানা রকম অলঙ্করণ (ornamentation) দেখা যায়। এগুলো হতে পারে নলাকার বা সূত্রাকার বা রেখার মত। আবার এ অলঙ্করণগুলো কখনওবা হতে পারে সরল বা কখনওবা দানাদার ও জোড়া জোড়া (চিত্র ৩.২০)।

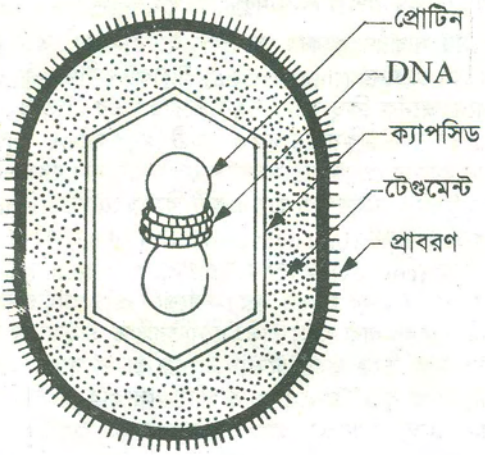
৭. হার্পিস সিমপ্লেক্স্ ভাইরাস

(বিংশতল আবৃত, দ্বিসূত্র DNA, হার্পিস ভাইরিডি গোত্র)।

Vericella গনভুক্ত ভাইরাসসমূহের মধ্যে মানব জলবসন্ত ভাইরাসই সমধিক পরিচিত। একে Varicella-Zosterও বলা হয়। জল বসন্ত একটি অত্যন্ত সংক্রামক রোগ। মানুষই জলবসন্ত (Herpes simplex) ভাইরাসের একমাত্র পোষক। ওয়েলার (Weller) ১৯৫৪ সালে কোষাবাদ (Cell culture) থেকে এবং রোগীর দেহ থেকে এ ভাইরাস অন্তরিত করতে সক্ষম হন (চিত্র ৩.২৭)।

১৮০–২০০nm ব্যাসবিশিষ্ট এ ভাইরাস কণার সহাংশগুলো—(ক) ৭৫nm ব্যাসবিশিষ্ট কোর, যা গঠিত হয়েছে একটি দ্বিসূত্র রেখাকার DNA ও সহযুক্ত একটি প্রোটিন দ্বারা। এ কণার কেন্দ্রে অবস্থিত একটি টাকুর (spool) মত প্রোটিনের নির্মিতির উপর এর দীর্ঘ DNA সূত্রটি সূতার মত জড়ান অবস্থায় থাকে। (খ) কোরটি ঘিরে রয়েছে একটি বিংশতল ক্যাপসিড। এর ব্যাস ৯৫–১০৫ nm। ক্যাপসিড গঠিত হয়েছে ১৬২টি ক্যাপসোমার দ্বারা। এতে রয়েছে চার প্রকার বিশেষ ধরনের প্রোটিন। (গ) ক্যাপসিড বেষ্টন করে রয়েছে একটি বেশ পুরু দানাদার স্তর। আটটি সুনির্দিষ্ট পলিপেপটাইডের সমন্বয়ে গঠিত এক ধরনের গুটিকাকার প্রটিন দ্বারা এ স্তর তৈরি। একে বলা হয় টেগুমেন্ট। (ঘ) উপর্যুক্ত সম্পূর্ণ বস্তুটিকে আবৃত করে রয়েছে বহু খর্বাকার শঙ্কু (spike) সমাকীর্ণ একটি লিপোপ্রটিন প্রাবরণ। প্রাবরণ লিপিড ভাইরাস কণার প্রায় ২২% এবং তা প্রধানত পোষকের নিউক্লীয় ঝিল্লী থেকে উৎপন্ন পোষক নির্দিষ্ট (host specifc) ফসফোলিপিড (চিত্র ৩.২৭)।

অন্যান্য আবৃত ভাইরাসের মতোই জলবসন্ত ভাইরাসও কক্ষতাপে অনেকটা অস্থিত (unstable) এবং লিপিড দ্রাবকের উপস্থিতিতে তাৎক্ষণিকভাবে নিষ্ক্রিয় হয়ে পড়ে।



চিত্র ৩.২৭ : জলবসন্ত (Herpes simplex) ভাইরাস। [Microbiology, Davis, *et al.*]

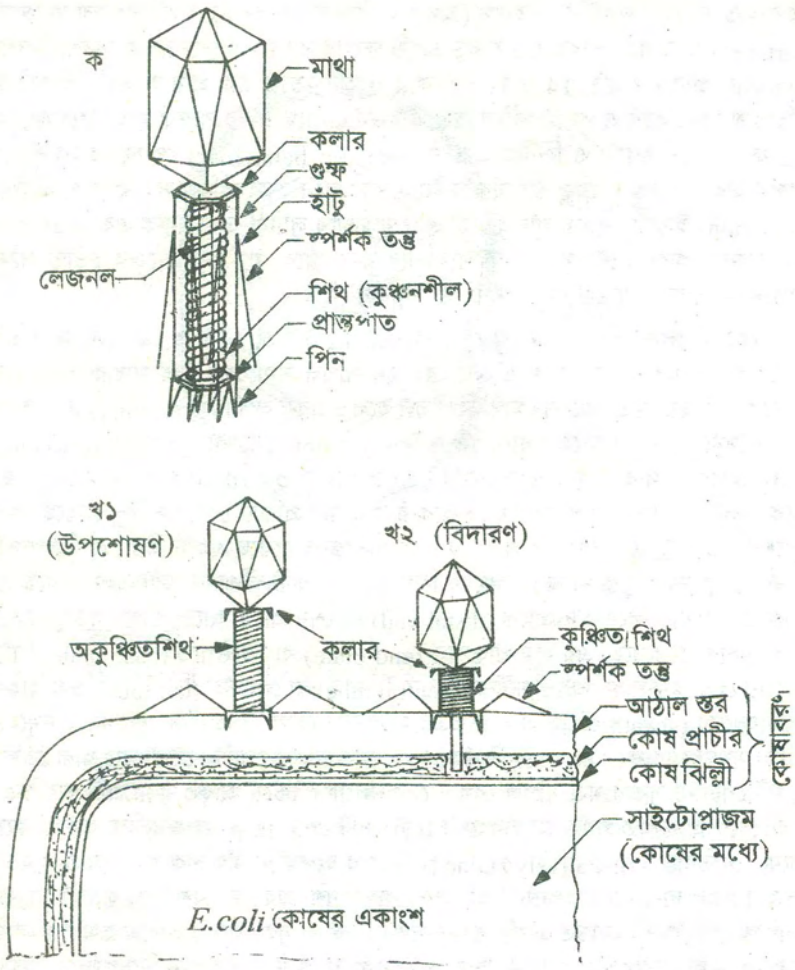
৮. T2 কলিফাজ

(দ্বিসূত্র রেখাকার DNA, দ্বৈত সমাবেশ ভাইরাস, মায়োভাইরিডি গোত্র)

১৯১৫–'১৬ সালে এফ. ডব্লিউ. টর্ট ও ডি. হেরেলে মৃত্তিবাসী ব্যাকটেরিয়া নিয়ে কাজ করার সময় ব্যাকটেরীয় লনের স্বচ্ছ রূপান্তর প্রপঞ্চটি (চিত্র ১.৪) লক্ষ্য করেন। এটি যে একটি ব্যাকটেরিয়া বিধ্বংসী প্রক্রিয়া এবং তা যে কোন এক অদৃশ্য ঘাতক অস্তিত্বের প্রভাবেই সংঘটিত হচ্ছে তাও তাঁরা বুঝতে পেরেছিলেন। তাই তাঁরা এর নাম দিয়েছিলেন ব্যাকটেরীয়ফাজ বা ব্যাকটেরিয়াভুক। কিন্তু যান্ত্রিক সীমাবদ্ধতার কারণে, কেবল ব্যাকটেরিয়ারোধী ছাঁকন কাগজে এর ছাঁকনযোগ্যতা পর্যবেক্ষণ ব্যতীত এ অদৃশ্য অস্তিত্ব সম্বন্ধে আর বিশেষ কিছুই তারা তখন পর্যন্ত জানতে পারেন নি। ১৯৪১–'৪৬ পর্যন্ত আর. সি. উইলিয়াম্স্, আর. জি. উইকফ, সিডনি ব্রেনার, এবং আর. ডব্লিউ. হর্ন সহ আরো অনেক বিজ্ঞানী ইলেকট্রন অনুবীক্ষণ ব্যবহারের পদ্ধতিগত উন্নতিসহ সহায়ক বিশেষ কিছু প্রযুক্তি উদ্ভাবন করেন। তন্মধ্যে ইতিরঞ্জন (positive staining), নেতিরঞ্জন (negative staining), ফ্রিজ–ইচিং (freeze-etching), ধাতব ছায়াপাত (metal shadowing) ইত্যাদি বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। এসব প্রযুক্তি ব্যবহার করে একটি ফাজ কণাকে ভেঙে ভিন্ন ভিন্নভাবে এর প্রতিটি সহাংশের গঠন একেবারে পারমাণবিক পর্যায় পর্যন্ত অনুধাবন করা বহুলাংশে সম্ভব হয়েছে। এ সকল গবেষণায় যে বিজ্ঞানীগণ উল্লেখযোগ্য অবদান রাখেন তাদের মধ্যে বিশেষ উল্লেখযোগ্য কয়েকজন হচ্ছেন—অস্ট্রেলীয় বার্ণেট, হাঙ্গেরীয় শ্লেসিঙ্গার, এবং আমেরিকান ডেলব্রুক, লুরিয়া, হার্শে ও কোহেন।

ফাজ গবেষণায় যে উল্লেখযোগ্য অগ্রগতি সম্ভব হয়েছে তার অধিকাংশই কয়েকটি বৃহদাকৃতি *E. coli* পরজীবী ভাইরাস (অর্থাৎ কলিফাজ) গবেষণার ফল। এগুলো আক্রামী (virulent) ফাজ বলে পরিচিত বেশ বড় একটি গ্রুপের সদস্য। এ গ্রুপেরই T-সদৃশ, নিদর্শ্য (typical) প্রতিনিধি T2, T4 ও T6। আকার ও আকৃতিতে এরা প্রায় অভিন্ন। প্রাকৃতিক পরিবেশে মানব বর্জ্য ও পয়ঃপ্রণালী বাহিত আবর্জনার সাথে এদের পাওয়া যায়। বিশেষভাবে T2 ফাজের ভৌতগঠন ও জিনীয় আচরণ, (genetic behaviour) পোষকের সাথে এর সম্পর্ক এবং পোষক ও ফাজ উভয়ের জিনীয় দ্রব্যের গঠন, পারস্পরিক সম্পর্ক ও পরিব্যক্তি (mutation) ইত্যাদি বিষয়ে লুরিয়া একা এবং যুগ্মভাবে লুরিয়া ও ডেলব্রুক এবং এডগার ও উড অনেক কাজ করেছেন। এদের গবেষণার ফল থেকে T2 কলিফাজের ভৌত গঠন সম্বন্ধে যে পরিচ্ছন্ন চিত্রটি পাওয়া যায়, তা নিম্নরূপ—

মাথা ও লেজ এদুটি প্রধান অংশের সমন্বয়ে T2 গঠিত, (চিত্র ৩.১৯ তুলনীয়)। এর মাথার গঠন বিংশতল সমাবেশ ও লেজের গঠন সর্পিল সমাবেশ। তাই সাধারণভাবে এর গঠনকে বলা হয় দ্বৈতসমাবেশ। মাথা বিংশতল হলেও একটু লম্বাকার (elongated) ; ব্যাস ৬৫ ও দৈর্ঘ্য ৯৫ nm। লেজের ব্যাস ১৬ ও দৈর্ঘ্য ১১০ nm। লেজের পুরোপ্রান্তে (proximal end), লেজও মাথার সংযোগ স্থলে একটি ষড়ভুজাকার পাতলা (thin) চাকতির মত রয়েছে, একে কলার (collar) বলা হয়। ষড়ভুজাকার কলারের প্রতিটি কোণে সংলগ্ন রয়েছে কিছু আঁশের মত তন্তু, এগুলোকে বলে গুম্ফ এবং কেন্দ্রস্থলে রয়েছে একটি ছিদ্র ; এ ছিদ্রপথেই লেজ মাথার সাথে যুক্ত থাকে। কলারের ঠিক নিচেই একটি ক্ষীণতর ছোট এলাকা রয়েছে, একে বলে গ্রীবা। লেজের দূরপ্রান্তে (distal end) বা শেষ প্রান্তে আরো একটি ষড়ভুজাকার পাতলা চাকতি রয়েছে, এর নাম প্রান্তপাত (end plate) বা ভিত্তিপাত (base plate)। T2 ফাজের লেজ গঠিত হয় অন্তস্থ মধ্যনল (central tube) বা লেজনল (tail tube) এবং বহিস্থ লেজাবরণের (sheath বা tail sheath) এর সমন্বয়ে। লেজনল প্রোটিন প্রোটোমার সমূহের সর্পিল সমাবেশের ফলে তৈরি একটি ফাঁপা নল। লেজাবরণও প্রোটিন প্রোটোমার দ্বারা তৈরি। একটি পেঁচানো সূতার মত সর্পিল রেখায় লেজনলকে পেঁচিয়ে আবৃত করে এটি অবস্থিত। গ্রীবা থেকে প্রান্তপাত পর্যন্ত লেজাবরণের মোট ২৪টি পেঁচ (turn) লেজনলকে আবৃত করে থাকে। নেতিরঞ্জিত (negalively stained) ফাজের ইলেকট্রন বীক্ষণিক চিত্রে (চিত্র ৩.২৮) লেজাবরণের দানার মত প্রোটোমারগুলোর পাশাপাশি অবস্থান বেশ স্পষ্টই দেখা যায়। ভিত্তিপাতের কেন্দ্রে অবস্থিত একটি ছিদ্রের সাথে লেজনল যুক্ত থাকে, ফলে এর মধ্যস্থ ফাঁপা ছিদ্রপথ থাকে বাহিরের দিকে মুক্ত। ভিত্তি পাত্রের প্রতি কৌনিক অবস্থানে নিচের দিকে একটি করে সূক্ষ্মাগ্র পিন থাকে এবং উপরের দিকে থাকে একটি করে অতিশরু দীর্ঘতন্তু। স্পর্শক তন্তু নামের এ তন্তুগুলোর মাঝখানে একটি ভাজ রয়েছে। এ ভাজটিকে বলা হয় হাটু (knee)। ফাজ যখন নিষ্ক্রিয় অবস্থায় থাকে স্পর্শক তন্তুগুলো হাটুর কাছে ভাজ বদ্ধ হয়ে লেজের চারদিকে গুটিয়ে থাকে। এ সময় হাঁটু ও গুম্ফ এক ধরনের রাসায়নিক আকর্ষণে পরস্পরের সাথে যুক্ত থাকে বলে জানা গেছে। T2 ফাজের কোর তৈরি হয় একটি রেখাকার, দীর্ঘ, দ্বিসূত্র DNA দ্বারা। এর ওজন ১৩০×১০^{৬} ডা প্রায়, সম্পূর্ণ ফাজ কণার প্রায় ৫০%। এ পর্যন্ত জানা অন্য সকল ভাইরাসের তুলনায়, এতে নিউক্লিক এসিডের পরিমাণ অনেক বেশি। তাছাড়া, এতে সাইটোসিনের বদলে হাইড্রক্সি মিথাইল সাইটোসিন রয়েছে। ১০০ এরও অধিক



চিত্র ৩.২৮ : T-সদৃশ ফাজ। (ক) সংক্রমণ পূর্ব অবস্থা, (খ) সংক্রমণ শুরু—খ১. উপশোষণ, খ২. বিদারণ।

সংখ্যক জিন সমন্বিত অতিদীর্ঘ এ DNA অত্যন্ত দৃঢ় ও শক্তভাবে পেঁচানো গুটির মতো মাথার মধ্যেই রক্ষিত থাকে। লেজনল থাকে শূন্য। T2-র ক্যাপসিড ও লেজে ৩০ প্রকারেরও অধিক প্রোটিন রয়েছে। যখন পোষক কোষের সংশ্রবহীন, কর্মতৎপরতাহীন, স্পর্শকতন্ত গুটানো নিষ্ক্রিয় ফাজ পোষক কোষের সংস্পর্শে আসে তখন আকস্মিকভাবে এর মধ্যে এক

ধরনের চেতনা সঞ্চার হয় এবং সাথে সাথে এর মধ্যে পরিলক্ষিত হয় বিশেষ কর্ম চাঞ্চল্য ও সক্রিয়তা। স্পর্শকতন্তুগুলো হঠাৎ আক্রমণাত্মক বাহু বিস্তার করে পোষক পৃষ্ঠে ছড়িয়ে পড়ে এবং উপশোষিত হয়। পোষক পৃষ্ঠের নির্দিষ্ট গ্রাহীস্থলে (receptor site) স্পর্শক তন্তুগুলোর এ উপশোষণ অপ্রত্যাবর্তী (ireversible)। অর্থাৎ ব্যাকটেরীয় ফাজ একবার পোষক ব্যাকটেরিয়ার পৃষ্ঠে উপশোষিত হলে আর কখনই সংযোগ চ্যুত হয় না এবং আক্রান্ত ব্যাকটেরিয়া আমৃত্যু এ ফাজ খোলক নিজ দেহে বহন করে। উপশোষিত ফাজের লেজনল যখন পোষকের কোষপ্রাচীর বিদীর্ণ করে তখন লেজাবরণ সঙ্কুচিত হয়ে এ ব্যাপারে সহায়ক ভূমিকা পালন করে, তাই একে বলা হয় কুঞ্চনশীল লেজাবরণ (contraclite sheath)। কোষ প্রাচীর বিদারণের পর ফাজের মাথার মধ্য থেকে নিউক্লিক এসিড লেজনলের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত হয়ে পোষক কোষে প্রবেশ করে এবং এর পরই পোষক কোষের মধ্যে শুরু হয় ফাজের সংবৃদ্ধি প্রক্রিয়া।

চতুর্থ অধ্যায়

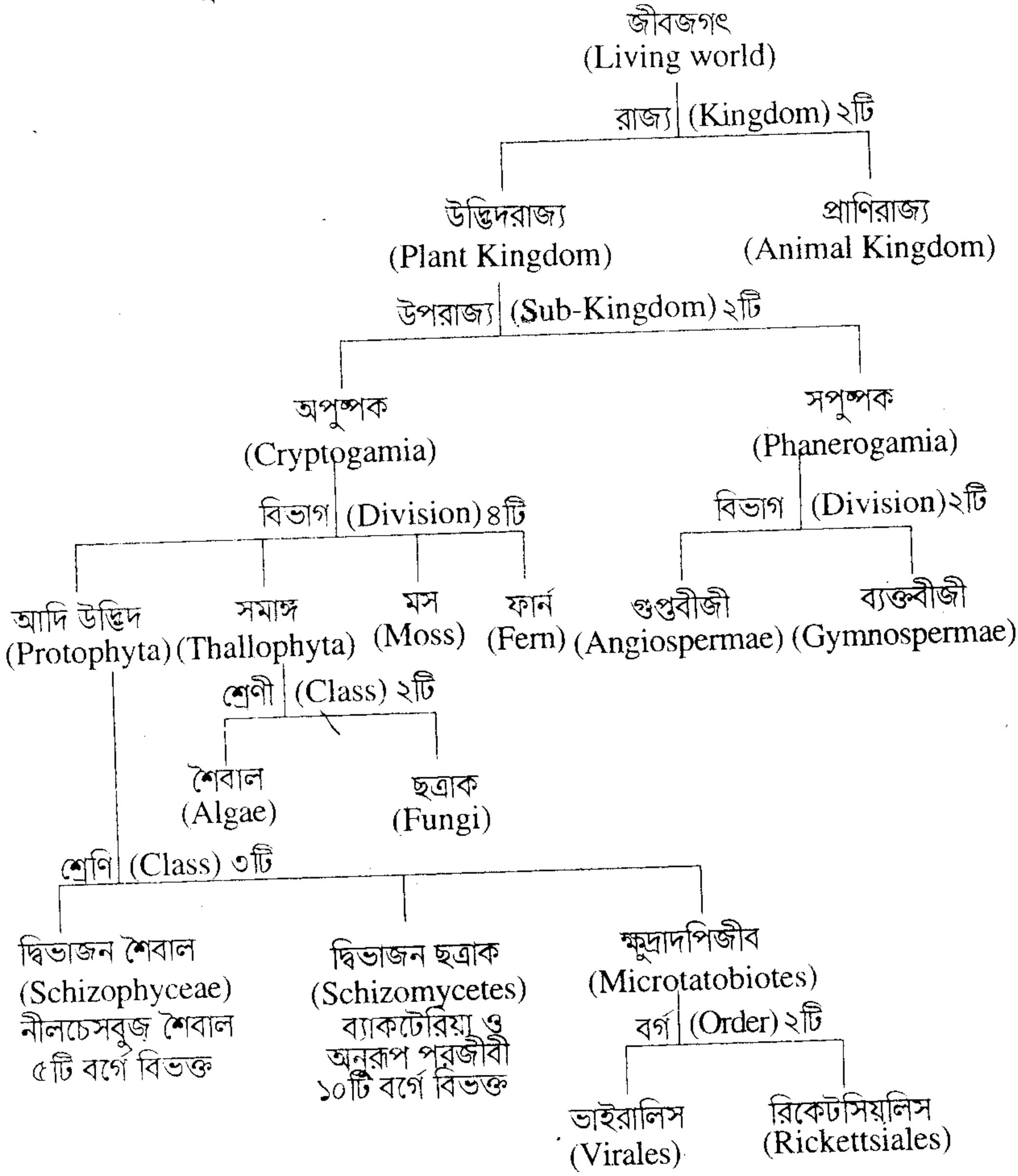
ভাইরাস শ্রেণিবিধি

শ্রেণিবিধি (taxonomy) ভাইরাসতত্ত্বের একটি জটিল ও বিতর্কিত (disputed) অধ্যায়। জীব জগতের অন্যান্য শাখাতে যে ধরনের তথ্য ও যুক্তিনির্ভর এবং বিজ্ঞানসম্মত ও পূর্ণাঙ্গ শ্রেণিবিধি ও নামকরণ পদ্ধতি প্রণয়ন সম্ভব হয়েছে, ভাইরাসের ক্ষেত্রে তা অনেকাংশে অসম্পূর্ণ রয়ে গেছে। এ পর্যন্ত যতোটা জানা গেছে প্রাণিভাইরাসের সংখ্যা সহস্রাধিক, উদ্ভিদ ও ব্যাকটেরীয় ভাইরাসের সংখ্যা দু'সহস্রের কাছাকাছি। এ ছাড়া ছত্রাক, শৈবাল, মাইকোপ্লাজমা, রিকেটসি ইত্যাদি অঙ্গীরও (organism) পরজীবী ভাইরাস রয়েছে। তদুপরি নতুন ভাইরাসের নামও মাঝে মাঝে প্রজ্ঞাপিত (reported) হয়। এ বিপুল সংখ্যক ভাইরাসকে তাদের গাঠনিক ও জৈবনিক (biological) বৈশিষ্ট্য এবং পারস্পরিক সাদৃশ্য ও পার্থক্যের ভিত্তিতে অনুধাবন ও মূল্যায়নসহ তাদের সম্পর্কিত বিভিন্ন ধরনের পরিশীলন (study) কার্যক্রম সুশৃঙ্খলভাবে পরিচালনার জন্য অন্যান্য জীবের মতো এদেরকেও বৈজ্ঞানিক যুক্তি ও নিয়ম অনুযায়ী শ্রেণিবিন্যস্ত (classify) করা প্রয়োজন।

জীবজগতে ভাইরাসের অবস্থান

ভাইরাসের শ্রেণিবিন্যাস বিষয়ে আলোচনার সুবিধার্থেই সমগ্র জীবজগতের শ্রেণিবিন্যাস (classification) ব্যবস্থায় ভাইরাসের অবস্থান কোথায় তা আগেই জেনে নেয়া ভালো এবং সুবিধাজনক। সুইডেনের অধিবাসী ক্যারোলাস লিনিয়াসই (Carolus Linnaeus) সর্বপ্রথম উদ্ভিদ রাজ্যকে (plant kingdom) শ্রেণিবিন্যস্ত করতে চেষ্টা করেন। তিনি প্রথমে উদ্ভিদ রাজ্যকে ২৪টি শ্রেণিতে বিভক্ত করেন (১৭৩৫)। তিনি প্রথম ২৩টি শ্রেণিতে বিন্যস্ত করেন সব সপুষ্পক উদ্ভিদকে এবং ২৪তম শ্রেণিটিতে বিন্যস্ত করেন আণুবীক্ষণিক জীবসহ সব অপুষ্পক উদ্ভিদকে। এরপর দুই ইংরেজ বিজ্ঞানী বেনথাম ও হুকার (G. Bentham and J. D. Hooker) উদ্ভিদদেহের সামগ্রিক গঠনগত সাদৃশ্য (similarity) ও বৈসাদৃশ্যের (dissimilarity) উপর ভিত্তি করে একটি শ্রেণিবিধি প্রস্তাব করেন (১৮২৬–৯৩)। এটি প্রাকৃতিক শ্রেণিবিধি নামে পরিচিত। এতে সমগ্র উদ্ভিদরাজ্যকে প্রথমেই দুটি উপরাজ্যে (sub-kingdom) বিভক্ত করা হয়েছে। যথা—অপুষ্পক উপরাজ্য ও সপুষ্পক উপরাজ্য। যেসব উদ্ভিদে ফুল হয় না এবং জনন সংঘটিত হয় বীজাণু (spore) দ্বারা, তাদেরই অপুষ্পক উপরাজ্যের অন্তর্ভুক্ত করা হয়। এ উপরাজ্যকে আবার তিনটি বিভাগে (division) ভাগ করা হয়েছে। যেমন—সমাঙ্গ, মস ও ফার্ন বিভাগ। যেসব উদ্ভিদের দেহ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভক্ত নয়, এবং জননাঙ্গ এককোষী, এদেরসহ সব আণুবীক্ষণিক জীবকে সমাঙ্গ বিভাগের অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। কিন্তু ব্যাকটেরিয়া ভাইরাস, রিকেটসি ইত্যাদি আণুবীক্ষণিক ও অতি আণুবীক্ষণিক (uttra-microscopic) জীবগুলো গঠন বৈচিত্র্য ও জীবনাচরণে এ বিভাগের অন্তর্ভুক্ত শৈবাল ও ছত্রাকের তুলনায় এতই স্বতন্ত্র যে এদের সবগুলোকে একই দলভুক্ত করা কোনো মতেই যুক্তিসঙ্গত মনে করেননি বিজ্ঞানী সাকস (Sachs, ১৮৭৪) এবং

জীবজগতের শ্রেণিবিন্যাস ছক ও ভাইরাসের অবস্থান



ক্রাসিলনিকভ (Krassilnikov, ১৯৪৯)। তাঁরা ব্যাকটেরিয়া, ভাইরাস ও রিকেটসির জন্য অপুষ্পক উপরাজ্যের অধীনে আদিউদ্ভিদ বিভাগ (division protophyta) নামে আলাদা একটি বিভাগ প্রস্তাব করেন। গঠন বৈচিত্র্যের উপর ভিত্তি করে আদিউদ্ভিদ বিভাগকে আবার তিনটি শ্রেণিতে বিভক্ত করা হয়েছে। যথা—ক্ষুদ্রাদপি জীব (Microtatobiotes, Philip 1955), দ্বিভাজন ছত্রাক (Schizomycetes, Naegeli 1857) এবং দ্বিভাজন শৈবাল (Schizophyceae, Cohn 1879)। ক্ষুদ্রাদপি জীব, যাদের ব্যাকটেরিয়ারোধী ফিল্টারে আটকানো যায় না, তাদের আবার দুটি বর্গে (order) বিভক্ত করা হয়েছে। যথা—ভাইরালিস (Virales, Breed & Hitchens 1944) এবং রিকেটসিয়ালিস (Rickettsiales, Buchanan & Buchanan, 1938)।

ভাইরাসের কয়েকটি প্রাথমিক শ্রেণিবিন্যাস

মানব সমাজে এবং পৃথিবীতে ভাইরাসের উপস্থিতি রোগাত্মক (pathogen)রূপে। মানুষের এবং মানুষের জীবনের জন্য অপরিহার্য অনেক গৃহপালিত উদ্ভিদ ও প্রাণীর রোগ উৎপাদক অস্তিত্ব (entity)রূপেই ভাইরাস প্রথমাবধি পরিচিত। তাই ভাইরাসের গবেষণা ক্ষেত্রে প্রথমদিকের শ্রেণিবিন্যাসে সব সময়েই দেখা গেছে পোষক নির্ভরতা। অর্থাৎ ভাইরাসের শ্রেণিবিন্যাস ব্যবস্থায় নির্ণায়ক (criterion)রূপে ব্যবহৃত হয়েছে পোষকের নাম বা শ্রেণী বা দলবিশেষের নাম। তখনকার শ্রেণিবিন্যাসগুলো ছিল এরকম—

ক. ১. উদ্ভিদভাইরাস
২. প্রাণিভাইরাস
৩. ব্যাকটেরীয়ভাইরাস (bacteriophage)

খ. ১. উদ্ভিদভাইরাস—
১.১ উচ্চতর উদ্ভিদভাইরাস
১.২. ছত্রাকভাইরাস (mycophage)
১.৩. শৈবালভাইরাস
১.৪. ব্যাকটেরীয়ভাইরাস

২. প্রাণিভাইরাস—
২.১. অমেরুদণ্ডী ভাইরাস
২.২. মেরুদণ্ডীভাইরাস
২.১.১. উষ্ণরক্ত মেরুদণ্ডীভাইরাস
২.২.২. শিতলরক্ত মেরুদণ্ডীভাইরাস

৩. দ্বৈতপোষক ভাইরাস—
৩.১. উদ্ভিদ–পতঙ্গ ভাইরাস
৩.২. পতঙ্গ–মেরুদণ্ডী ভাইরাস

গ. ১. উদ্ভিদভাইরাস—
১.১. শৈবালভাইরাস
১.২. ছত্রাকভাইরাস (mycophage)
১.৩. উচ্চতর উদ্ভিদভাইরাস

২. প্রাণিভাইরাস—
২.১. মানবভাইরাস
২.২. অন্যান্য মেরুদণ্ডীভাইরাস
২.৩. পতঙ্গভাইরাস

৩. আদিকোষী ভাইরাস—
৩.১. ব্যাকটেরীয় ফাজ (bacteriophage)
৩.২. সায়ানোফাজ (cyanophage)
৩.৩. একটিনোফাজ (actinophage)

ঘ. মানবভাইরাস–মানবভাইরাসসমূহকে পরবর্তী পর্যায়ে শ্রেণিবিন্যস্ত করা হয় আক্রান্ত অঙ্গের নামানুসারে। যথা—

১. চর্মরোগ (dermatropic) ভাইরাস, যথা—হাম, বসন্ত, হার্পিস ইত্যাদি।
২. স্নায়ুরোগ (neurotropic) ভাইরাস, যথা—মূর্ধাপ্রদাহ (encephalitis) ভাইরাস।
৩. অন্তরঙ্গ রোগ (viscerotropic) ভাইরাস, যথা—যকৃৎপ্রদাহ (hepatitis) ভাইরাস।
৪. বহুঅঙ্গরোগ (pantropic) ভাইরাস, যথা—ডেঙ্গুজ্বর ভাইরাস।

ভাইরাস গবেষণার অগ্রগতির সাথে সাথে বিভিন্ন ধরনের বিবেচনা ও নির্ণায়ক (criteria) নির্ভর অনেক শ্রেণিবিধি প্রস্তাবিত হয়েছে ১৯৪০ এরপর থেকেই। তবে অধিকাংশ প্রস্তাব নানা প্রকার সীমাবদ্ধতার জন্য উল্লেখযোগ্য গ্রহণযোগ্যতা অর্জন করতে পারেনি।

কয়েকটি পরিত্যক্ত প্রস্তাব

হোলমেস (F. O. Holmes) ১৯৪১-'৫৬ সালে ভাইরাসের একটি বিস্তারিত শ্রেণিবিধি প্রস্তাব করেন। এটি সেসময়ে আমেরিকান উদ্ভিদ রোগতত্ত্ব সমিতির উপসংঘ নামকরণ কমিটি*র অনুমোদন লাভ করে। ১৯৪৮ সালেই Bergeys Manual of Determinative Bacteriology পুস্তকের ৬ষ্ঠ সংস্করণে হোলমেসের শ্রেণিবিধিটি সামান্য পরিবর্তনসহ সম্পূর্ণ গৃহীত হয়। এতে ভাইরাসকে বিশেষ ধরনের জীবাণু (microorganism) বলে বিবেচনা করা হয় এবং এদের জন্য বরাদ্দ করা হয় একটি বর্গের মর্যাদা। এর নাম দেয়া হয় বর্গ ভাইরালিস (order virales)। অতঃপর একে বিভক্ত করা হয় তিনটি উপবর্গে (sub-order)—

১. উপবর্গ ফাজিনি (phagineae), ব্যাকটেরীয় ভাইরাস ;
২. উপবর্গ ফাইটোফাজিনি (phytophagineae), উদ্ভিদভাইরাস ;
৩. উপবর্গ জুফাজিনি (zoophagineae), প্রাণিভাইরাস।

উপবর্গগুলোকে পরবর্তী পর্যায়ে আবার গোত্র ও প্রজাতিতে বিভক্ত করা হয়। এ শ্রেণিবিধিটি সে সময়ে কিছু ভাইরাস রোগতাত্ত্বিকের সমর্থন লাভ করলেও বৃহত্তর ভাইরাসবিদ সমাজ তা কখনোই গ্রহণ করেন নি।

হ্যানসন (H. P. Hansen) ১৯৫৬–'৫৭ সালে ভাইরাসকে চারটি বর্গে বিভক্ত করে একটি নতুন প্রস্তাব উপস্থাপন করেন। বর্গগুলোর নামকরণ হয় এভাবে—

ক. এফিভাইরালিস (Aphivirales), বিপাকতন্ত্র আক্রমণকারী ভাইরাস ;
খ. সিকাভাইরালিস (Cicavirales), জননতন্ত্র আক্রমণকারী ভাইরাস ;
গ. ইনভাইরালিস (Invirales), একাধিক কর্মতন্ত্র ও টিসু আক্রমণকারী ভাইরাস ;
এবং
ঘ. জেনোভাইরালিস (Xenovirales), বৃদ্ধি ও চলন (growth and movement) প্রক্রিয়া সংশ্লিষ্ট অঙ্গ আক্রমণকারী ভাইরাস।

---

* . Nomenclature Committee of American Phytopathological Society.

পরবর্তী পর্যায়ে গোত্র, উপগোত্র, প্রজাতি ইত্যাদিতে বিভক্ত এ শ্রেণিবিধিটি ছিল বেশ জটিল। কিন্তু এটিও গ্রহণযোগ্যতা অর্জনে ব্যর্থ হয়।

আন্দ্রে লোফ প্রস্তাবিত শ্রেণিবিধি

১৯৬২ সালে আন্দ্রে লোফ (Andre Lwoff) ও তাঁর সহযোগীগণ ভাইরাসের গঠনভিত্তিক একটি শ্রেণিবিধি প্রস্তাব করেন। সে প্রস্তাব Provisional Committee on Nomenclature of Viruses (PCNV) কর্তৃক অনুমোদিত হয়। ভাইরাসের প্রাথমিক চারটি গাঠনিক বৈশিষ্ট্যকে মৌলিক নির্ণায়ক (criterion) রূপে গ্রহণ করে তাঁদের সে প্রস্তাব তৈরি হয়েছিল।

I. লোফের শ্রেণিবিধি পরিকল্পনার পরিরেখা (outline)

ক. আবিষ্কৃত ও সনাক্তকৃত সকল ভাইরাসকে পর্ব ভাইরার (phylum vira) অন্তর্ভুক্ত করা হয়।

খ. নিউক্লিক এসিডের প্রকার—DNA অথবা RNA, এর উপর ভিত্তি করে পর্ব ভাইরাকে দুটি উপপর্বে (sub-phylum) বিভক্ত করা হয়।

গ. ক্যাপসিড সমাবেশ (symmetry) কি প্রকার—সর্পিল (helical), ঘনাকার (cubical) অথবা দ্বৈত (bnial), এর উপর ভিত্তি করে উপপর্বগুলোকে দুটি অথবা তিনটি শ্রেণিতে (class) বিভক্ত করা হয়।

ঘ. নিউক্লিওক্যাপসিড কি প্রকার—প্রাবৃত (enveloped) অথবা অনাবৃত (naked), এর উপর ভিত্তি করে শ্রেণিগুলোকে বিভক্ত করা হয় বর্গে (order)।

ঙ. পরবর্তী পর্যায়ে বর্গগুলোকে নিম্নোক্ত দুটি বিভিন্ন ধরনের নির্ণায়কের উপর ভিত্তি করে বিভিন্নসংখ্যক গোত্রে (family) বিভক্ত করা হয়। নির্ণয়েক দুটি—

১. সর্পিল ক্যাপসিডের ক্ষেত্রে এর ব্যাসের উপর ভিত্তি করে এবং

২. ঘনাকার ক্যাপসিডের ক্ষেত্রে এর ক্যাপসোমারের সংখ্যার উপর ভিত্তি করে।

চ. পরবর্তী গণ ও প্রজাতি পর্যায়ের শ্রেণিবিন্যাসে যে নির্ণায়কগুলো ব্যবহৃত হয় সেগুলো হচ্ছে—

১. নিউক্লিক এসিডের প্রাথমিক গঠন (বেজের প্রকার ও বিন্যাসক্রম ইত্যাদি),
২. ক্যাপসিডের ওজন ও এন্টিজেনিক (antigenic) গুণাবলী,
৩. ক্যাপসিডের গঠনে প্রোটিন ব্যাতীত অন্যান্য অণু বা অণুসমূহের উপস্থিতি ও গাঠনিক ভূমিকা,
৪. পোষক নির্দিষ্টতা (host specificity),
৫. জনন পদ্ধতি,
৬. সংক্রমণ ক্ষমতা,
৭. নিদানিক (clinical) প্রতিক্রিয়া, ইত্যাদি।

উল্লেখ্য যে, প্রান্তিক শ্রেণীবিন্যাসে উপর্যুক্ত প্রতিটি নির্ণায়ক প্রতি ক্ষেত্রে উপস্থিত থাকে না, সাধারণত উপস্থিত একটি, দুটি বা কয়েকটি নির্ণায়কই এসকল ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

II. নামকরণ

নামকরণের ক্ষেত্রে লোফ ও তাঁর সহযোগীগণ লিনিয়াসের (Linnaeus) অনুকরণে দ্বিপদ নাম বা দ্বিনাম পদ্ধতি (binomial nomenclature) প্রস্তাব করেন। তাঁদের প্রস্তাবিত ভাইরাস নামের কয়েকটি উদাহরণ সারণি ৪.১-এ উল্লেখ করা হল।

সারণি ৪.১ : প্রস্তাবিত ভাইরাস দ্বিনামের কয়েকটি উদাহরণ

ভাইরাস	প্রস্তাবিত দ্বিনাম
Tobacco mosaic	Proto-virus tabaci
T2 bacteriophage	Phago-virus tsecundus
Small pox	Pox-virus variolae
Polyoma	Polyoma-virus neoformans
Human herpes	Herpes-virus hominis
Influenza	Myxo-virus influenzae
Rabies	Rabies-virus canis
Polio	Polio-virus primus
Arbo	Arbo-virus occidentales

এস্থলে উল্লেখ্য যে, রোগলক্ষণ ও পোষকভিত্তিক নামকরণের যে পদ্ধতি ভাইরাস পরিশীলনের (study) আদি থেকে প্রচলিত ছিল এ দ্বিনাম পদ্ধতি কখনই তার স্থলাভিষিক্ত হতে পারে নি। তবে লোফ প্রস্তাবিত দ্বিনাম পদ্ধতি ভাইরাসবিদ সমাজে গৃহীত না হলেও তাঁর প্রস্তাবিত শ্রেণিবিধিটি ব্যাপক গ্রহণযোগ্যতা লাভ করে। যদিও মূল শ্রেণিবিন্যাস কাঠামোতে উদ্ভিদ, প্রাণী ও ব্যাকটেরীয় ভাইরাসসমূহকে পৃথকভাবে বিবেচনা করে এ পদ্ধতি পরিকল্পিত হয়নি, তবুও বলা যায়, কার্মিক (functional) প্রয়োজনেই প্রাণিভাইরাস, উদ্ভিদভাইরাস, ব্যাকটেরীয় ভাইরাস ইত্যাদি পূর্বেকার প্রাথমিক স্তরবিন্যাস এ পদ্ধতি ব্যবহারকারীগণ প্রথম থেকে রক্ষা করে এসেছেন। সম্ভবত উদ্ভিদ, প্রাণী ও ব্যাকটেরীয় ভাইরাস গবেষকগণ স্ব স্ব প্রয়োজনেই এদের স্বতন্ত্রভাবে বিবেচনা করা সুবিধাজনক মনে করেছেন। সাম্প্রতিককালের বিশিষ্ট ভাইরাসবিদ সালভেদর লুরিয়া মনে করেন, 'যেহেতু ভাইরাস আবিষ্কৃত হয়েছে রোগাত্মক হিসাবে, সেহেতু এদের পোষকভিত্তিক শ্রেণিবিন্যাস সঙ্গত' (১৯৭৮)।

উদ্ভিদ ভাইরাসের গ্রুপ বিন্যাস

উদ্ভিদভাইরাসসমূহকে স্বতন্ত্রভাবে কতগুলো গ্রুপে (group) বিন্যস্ত করার বিষয়টি মায়ার (Mayer) ১৯৫৩ সালে এবং বাওডেন (Bawden) ১৯৬৪ সালে উল্লেখ করেন, এরপর ব্রাণ্ডেস

(Brandes) ও বার্কস (Barks) ১৯৬৫ সালে উদ্ভিদ ভাইরাসসমূহকে ছয়টি গ্রুপে বিভক্ত করেন এবং এ বিন্যাস ব্যবস্থায় গ্রুপগুলোকে গোত্রের সমমানের এক একটি পর্যায় বলে বিবেচনা করেন। গ্রুপেরই একটি সুদৃষ্ট (common) ভাইরাসের নামে প্রতিটি গ্রুপের নামকরণ করা হয়। যেমন, Tobacco mosaic virus group, Potato X virus group ইত্যাদি। উদ্ভিদভাইরাসের শ্রেণিবিন্যাস পদ্ধতির সাথে গ্রুপ ধারণা ও গ্রুপ বিন্যাস প্রক্রিয়ায় আরো যারা অবদান রাখেন তারা হচ্ছেন—গিব্‌স (Gibbs) ও অন্যান্য (১৯৬৬), হ্যারিসন (Harrison) ও অন্যান্য (১৯৭১) এবং ম্যাথিউস (Matthews, ১৯৭৯)। হ্যারিসন ও তাঁর সহযোগীগণ উদ্ভিদ ভাইরাসগুলোকে ১৬টি গ্রুপে বিভক্ত করেন ও গ্রুপনামকে একটু সংক্ষেপ করে ব্যবহার করেন। যেমন— Tobamovirus group (Tobacco–এর Toba এবং mosaic–এর mo), Potexvirus group (Potato X virus group–এর বদলে), ইত্যাদি। এরপর (১৯৮২) ম্যাথিউস–এর নেতৃত্বে International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV) দ্বারা উদ্ভিদভাইরাসের গ্রুপ বিন্যাস পদ্ধতি সমর্থিত হয়। ICTV–এর ১৯৮২ এর প্রজ্ঞাপনে (report) কিছু নতুন গ্রুপের প্রস্তাবসহ মোট ২৭টি উদ্ভিদভাইরাস গ্রুপের অনুমোদন দেয়া দেয়া হয়।

সারণি ৪.২–এ পর্ব ভাইরার একটি সমন্বিত শ্রেণিবিন্যাস কাঠামো দেখান হয়েছে। এরপর ৪.৩, ৪.৪ ও ৪.৫ নং সারণিতে যথাক্রমে শ্রেণিবিন্যস্ত প্রাণী, উদ্ভিদ ও আদিকোশী ভাইরাসের তিনটি তালিকা উপস্থাপিত হয়েছে। প্রধানত এ বিন্যাসগুলোই বর্তমান ভাইরাস গবেষকগণ ব্যবহার করছেন। তবে, এর প্রান্তিক পর্যায়ে গ্রহণ বর্জনসহ অন্যান্য পরিবর্তন মাঝে মাঝে হয়েছে এবং হচ্ছে।

মোটামুটিভাবে এ পর্যন্ত আবিষ্কৃত ও শনাক্তকৃত অধিকাংশ উদ্ভিদ, প্রাণী ও ব্যাকটরীয় ভাইরাসকে সারণি ৪.২–এ প্রদত্ত পরিকল্পনা অনুযায়ী বিন্যস্ত করে তিনটি সারণিবদ্ধ (tabulated) তালিকা এ অধ্যায়ে সংযোজিত হল। প্রাণিভাইরাসসমূহকে বিন্যস্ত করা হয়েছে ২৩টি গোত্রে (সারণি ৪.৩)। উদ্ভিদভাইরাসের ২৩টি গ্রুপসহ শৈবাল ও ছত্রাক ভাইরাসসমূহকে বিন্যস্ত করা হয়েছে সারণি ৪.৪–এ। ব্যাকটেরীয় ফাজকে বিন্যস্ত করা হয়েছে ১১টি গোত্রে এবং এর সাথে অন্তর্ভুক্ত হয়েছে সায়ানোফাজ ও মাইকোপ্লাজমা ভাইরাসসমূহ। উল্লেখ্য যে, চূড়ান্তভাবে শনাক্ত হয়নি এমন দুএকটি গণ ও প্রজাতিও উল্লেখিত হয়েছে এসব তালিকায়।

পূর্বেই বলা হয়েছে যে, ভাইরাসের নামকরণ হয়েছে প্রধানত পোষক ও রোগলক্ষণের ভিত্তিতে। তবে ব্যতিক্রম রয়েছে অনেক। নামকরণ হয়েছে ইংরেজি ও গ্রীক অক্ষর এবং সংখ্যা দিয়ে, যেমন—fd, T2, β, λ, M13, ϕX174 ইত্যাদি (প্রধানত ব্যাকটেরীয় ফাজের ক্ষেত্রে)। নামকরণ হয়েছে জায়গার নামে, যেমন—Semliki forest, সাখালিন, ডেরাগাজিখান এবং Shark River ইত্যাদি। নামকরণ হয়েছে সম্পূর্ণ অর্থের সম্পর্কহীন শব্দ দিয়ে যেমন—পলিও, Pox বসন্ত, Voriola, Vaccinia, Rubella, ইনফ্লুয়েঞ্জা ইত্যাদি।

সারণি ৪.২ : পর্ব ভাইরার সম্বন্বিত শ্রেণিবিন্যাস পরিকল্পনা

কোর (উপপর্ব)	ক্যাপসিড সমাবেশ (শ্রেণি)	প্রাবরণ +/- (বর্গ)	দণ্ড-ব্যাস / বিংশতল-ক্যাপ.সংখ্যা	ভাইরাস (—) অথবা ভাইরিডি (~)	নিদর্শন প্রজাতি ও (অন্যান্য)
RNA (Ribo-vira)	সর্পিল (Ribo-helica)	অনাবৃত	১০–১৬ nm	Potex—	Potato X
			১৭–২০ nm	Tobamo—	Tobacco mosaic
			২৫ nm	Hordy—	Barley stripe mosaic
		প্রাবৃত (Sagovirales)	১০–১৭ nm	Orthomyxo ~	Influenza
			১৮ nm	Paramyxo ~	Measles
	ঘনাকার (Ribo-cubica)	অনাবৃত (Gymnovirales)	৩২টি	Nepo—	Tobacco ringspot
			৩২টি	Picorna ~	Polio
			৫২টি	Calici ~	Vesicular exanthema
			৯২টি	Reo ~ Phytoreo—	HTLV (AIDS) wound tumor
		প্রাবৃত (Togavirales)	৩২টি	Toga ~	Yellow fever
			১৬২টি	Retro ~	Rous sarcoma
DNA (Doxy-vira)	সর্পিল (Deoxy-helica)	অনাবৃত	৬ nm	Ino~	fd (M13)
		প্রাবৃত (Chaetovirales)		Pox~	Vaccinia, Variola
	ঘণাকার (Deoxy-cubica)	অনাবৃত (Haplo virales)	১২টি	Micro~	ϕX174
			৭২টি	Caulimo—	Cauliflower mosaic
			৭২টি	Papo~	Papilloma
			২৫২টি	Adeno~	Adeno
			৮১২টি	Irido~	Tipula_ iridescent,
		প্রাবৃত (Peplovirales)	১৬২টি	Herpes	Herpes semplex
	দ্বৈত (Deoxy-binala)	অনাবৃত (Eurovirales)		Myo~	T 2 (T4, P2)
				Podo~	T 7 (T3, PH)
				Sypho~	λ (T1, ϕ 80)

দ্রষ্টব্য : সারণিতে ব্যবহৃত কয়েকটি সংক্ষেপ। কোর = নিউক্লিক এসিড কোর ; +/– = আছে/নাই ; দণ্ড–ব্যাস = দণ্ডাকার ভাইরাসের ক্ষেত্রে ব্যাসের মাপ ; ক্যাপ. সংখ্যা = বিংশতল ভাইরাসের ক্ষেত্রে ক্যাপসিডের ক্যাপসোমার সংখ্যা ; — = ভাইরাস (যথা, Nepo— = Nepovirus, অর্থাৎ উদ্ভিদ ভাইরাসের একটি গ্রুপ) ; ~ = viridae (যথা, Toga ~ = Togaviridae, অর্থাৎ প্রাণিভাইরাসের একটি গোত্র)।

সাধারণভাবে ভাইরাস নামের লিখন ও কথনরীতি—Human hepatitis virus অথবা Hapatitis virus of human (মানব যকৃৎপ্রদাহ ভাইরাস অথবা মানবের যকৃৎপ্রদাহ ভাইরাস)। Tobacco mosaic virus অথবা Mosaic virus of tobacco (তামাকের মোজাইক ভাইরাস অথবা তামাক মোজাইক ভাইরাস), ইত্যাদি। এই হচ্ছে প্রচলিত রীতি।

সারণি ৪.৩, ৪.৪ ও ৪.৫-এ ব্যবহৃত সংক্ষেপ (abbreviation) **সমূহ :**

১ RNA, ১ DNA=এক সূত্র RNA, এক সূত্র DNA.

২ DNA, ২RNA = দ্বিসূত্র DNA, দ্বিসূত্র RNA.

RNA ও DNA সম্বন্ধে বর্ণনায় বৃত্তাকার (circular) বলা না হলে রেখাকার (linear) ধরে নিতে হবে।

খণ্ডিত বা একাধিক খণ্ড বলা না হলে অখণ্ড তথা একখণ্ড ধরে নিতে হবে।

নেতি সূত্র (negative strand) বলা না হলে ইতি সূত্র (positive strand) ধরে নিতে হবে।

দণ্ডাকার = অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্রাকৃতি ও অনম্য (nonflexible) সর্পিল সমাবেশ ভাইরাস কণা।

সূত্রাকার = অপেক্ষাকৃত দীর্ঘ ও নম্য (flexible) সর্পিল সমাবেশ ভাইরাস কনা।

বিংশতল = বিংশতল সমাবেশ।

দ্বৈত = দ্বৈত সমাবেশ।

nm = ন্যানোমিটার (nanometre)।

১ RNA রেখাকার, সর্পিল দণ্ডাকার, প্রাবৃত--এর অর্থ, A nonflexible, helical symmetry, enveloped virus particle containing a single stranded linear RNA-molecule (core).

ডা = ডালটন (১ ডা=১টি হাইড্রোজেন অণুর ওজন, এটি আণবিক জীববিদ্যায় ব্যবহৃত অণু ও পরমাণুর ওজন মাপার একক)।

১২ × ৮০০nm = ১২ nm ব্যাস ও ৮০০ nm দীর্ঘ দণ্ড (দণ্ডাকার ভাইরাসের ক্ষেত্রে)।

১০–১৫ × ৮০০--১৫০০nm = ১০ থেকে ১৫ nm ব্যাস ও ৮০০ থেকে ১৫০০ nm দীর্ঘ দণ্ড।

ব্যা = ব্যাস (diameter)।

দৈ = দৈর্ঘ্য (length), দী = দীর্ঘ (long)।

৩০nm = ৩০nm ব্যাস কণা (বিংশতল অথবা বর্তুলাকার ভাইরাসের ক্ষেত্রে ব্যাসের মাপ)।

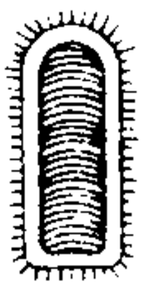
২৭–৩০ nm = ২৭ থেকে ৩০ nm ব্যাস বিশিষ্ট বিংশতল ভাইরাস কণা।

RNA ১৮% = RNA–এর পরিমাণ, ওজনে সম্পূর্ণ কণার ১৮ শতাংশ।

নি. প্র. = নিদর্শন প্রজাতি।

যথা প্রয়োজন ভাইরাস নামের পাশে বন্ধনীতে পোষকের নাম উল্লেখ করা হয়েছে।

সারণি ৪.৩ : শ্রেণিবিন্যস্ত প্রাণিভাইরাস

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গোত্র নাম, নিদর্শন প্রজাতি	গোত্র বৈশিষ্ট্য, উপগোত্র এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট (common) সদস্য প্রজাতি
১RNA, দণ্ডাকার, প্রাবৃত	
১। র‍্যাবডোভাইরিডি (Rhabdo viridae) Vesicular stomatitis (মেরুদণ্ডী) 	বুলেটাকার, ১৩০–৩৮০×৬০-৯৫ nm বিভিন্ন আকৃতির (size) কণা ; রেখাকার নেতিসূত্র (negative strand) RNA ৪×১০^{৬} ডা ; প্রোটিন ৭০% ; প্রাবরণ লিপিড সমৃদ্ধ ; প্রধাণত পতঙ্গ বাহিত। প্রাণপঙ্কীয় (cytoplasmic) এ সকল ভাইরাস প্লাজমা ঝিল্লী থেকে মুকুলন (buddling) প্রক্রিয়ায় অবমুক্ত হয়। যথাযথ ভাবে সনাক্ত হয়নি এমন ভাইরাসও এ গোত্রে আছে। এর দুটি গণ রয়েছে। উদাহরণসহ গণগুলো— ক. Vessiculovirus, যথা—Vesicular stomatitis (স্তন্যপায়ী ও পতঙ্গ) ও এর কয়েকটি জাতক (strain) এবং আরো কয়েকটি সদস্য ; খ. Lyssavirus, যথা—Hydrophobia (মানব), Rabies (সারমেয়), Lagos bat, Sigma virus of *Drosophila* ইত্যাদি।
১RNA, সূত্রাকার, প্রাবৃত	
২। ফিলোভাইরিডি (Filoviridae) Ebolavirus 	দীর্ঘ সূত্রাকার কণা, ৮০০–৯০০×৮০ nm, কখনো কখনো আরো (১৪০০০ nm পর্যন্ত) দীর্ঘ ; ১ RNA রেখাকার, ৪.২×১০^{৬} ডা. ; প্লাজমা ঝিল্লী থেকে মুকুলন প্রক্রিয়ায় অবমুক্ত হয়। অতি রোগাত্মক (pathogemic) কয়েকটি মানব প্রজাতি রয়েছে। যথা—Ebola (মানব), Marburg (মানব, বানর)। এটি একটি নতুন প্রস্তাবিত গোত্র।
৩। প্যারামিক্সোভাইরিডি (Paramyxoviridae) ক. Newcastle disease (মুরগি) খ. Measles (হাম, মানব) গ. Respiratory syncytial (মানব শিশু)	পরিবর্তনশীল বর্তুলাকার, ১৫০–৩০০ nm ; সর্পিল নম্য কোর ১৮×১০০০ nm ; ১ অণু রেখাকার RNA, নেতিসূত্র, ৬×১০^{৩} ডা, বৃহত্তম প্রোটিন RNA পলিমারেজসহ ৭ প্রকার প্রটিন রয়েছে ; প্রাবরণ লিপিড সমৃদ্ধ, গ্লাইকোপ্রোটিন শঙ্কু বিশিষ্ট এবং এর নুরামিনিডেজ ও হিমাগ্লুটিনিন সক্রিয়তা রয়েছে। এর ৩টি গণ রয়েছে। উদাহরণসহ গণগুলো— ক. Paramyxovirus—বৃহত্তম গণ ; সদস্য ভাইরাসগুলো মানুষ, অন্যান্য স্তন্যপায়ী ও পাখির

সারণি ৪.৩ : সন্তত

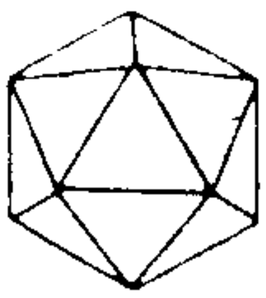
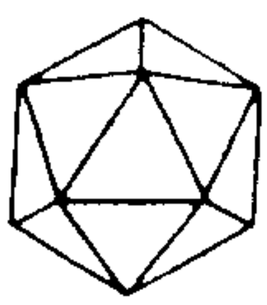
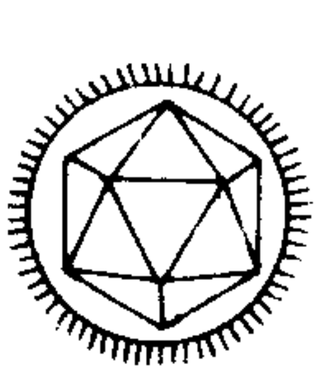
কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গোত্র নাম, নিদর্শন প্রজাতি	গোত্র বৈশিষ্ট্য, উপগোত্র এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
	রোগাত্মক এবং পোষক নির্দিষ্ট। যথা— Parainfluenza 1-4 (মানব, গো, মুষিক, মেষ), Parainfluenza (পক্ষী, বানর, সারমেয়), Parrot paramyxo, Mumps (মানব)। খ. Morbillivirus—Canine distemper, Rinderpest(রোমন্থক স্তন্যপায়ী). গ. Pneumovirus—Pneumonia of mice.
৪। করোনাভাইরিডি (Coronaviridae) Avian infections bronchitis	পরিবর্তনশীল বর্তুলাকার, ৬০–২০০ nm, সর্পিল নম্য নিউক্লিও ক্যাপসিড ; রেখাকার ইতিসূত্র RNA, ৬×১০^৬ ডা ; মোট প্রোটিন ৫৫×১০^৩ ডা ; ৩–৪ প্রকার, গ্লাইকোপ্রটিন ও লিপিড নির্মিত প্রাবরণ ; নির্দিষ্ট দূরত্ব অন্তর গদাকার (club shaped) শঙ্কু বিশিষ্ট হওয়াতে একে জ্যোতিচ্ছটা বিকীর্ণ সূর্যের মত দেখায়। কয়েকটি উদাহরণ—Human Corona, Blue comb disease (টার্কি), Canine corona, Human enteric, Mouse hepatitis, Transmissible gastroenteritis (শূকর)।
১RNA একাধিকখণ্ড, সর্পিল, প্রাবৃত	
৫। এরেনাভাইরিডি (Arenaviridae) Lymphocytic choriomeningitis (মানব, মুষিক)	সাধারণত বর্তুলাকার, ১০০–২০০ nm, প্রাবরণ শঙ্কু বিশিষ্ট লিপিড দ্বিস্তর ; কোরের মধ্যে রাইবোজোম রয়েছে ; ২ খণ্ড নেতিসূত্র RNA ১.১ ও ২.৭ × ১০^{৬}ডা. এবং ১ খণ্ড ক্ষুদ্রতর রাইবোজোমীয় RNA রয়েছে ; প্রোটিন ৬৩×১০^৩ ডা, পোষক পরিধি ছোট। কয়েকটি উদাহরণ—Lassa (মানব), Mozambique (মানব ও মুষিক), Hemorrhagic fever or Hemorrhagic dengu (মানব)।
৬। বুনিয়াভাইরিডি (Bunyaviridae) ক. California encephalitis খ. Sandfly fever Sicilian গ. Nairobi sheep disease	বড় গোত্র, ডিম্বাকার বা বর্তুলাকার ৯৫ nm ; দীর্ঘ সর্পিল নিউক্লিওক্যাপসিড ২.০–২.৫ nm ব্যাস ; ৩ খণ্ড রেখাকার নেতিসূত্র RNA, ৩–৫, ১–২ এবং ০.৩–০.৮×১০^৬ ডা ; প্রাবরণ লিপিডসমৃদ্ধ ; মেরুদণ্ডী ও পতঙ্গের মধ্যে পোষক পরিধি বড়, মশক ও এঁটেল (tick) বাহকের ভূমিকা পালন করে। এর ৪টি গণ রয়েছে। উদাহরণসহ গণগুলো—

সারণি ৪.৩ : সন্তত

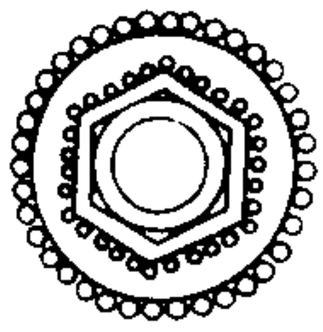
কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গোত্র নাম, নিদর্শন প্রজাতি	গোত্র বৈশিষ্ট্য, উপগোত্র এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
ঘ. Uukuniemi	ক. Bunyavirus—California encephalitis (মেরুদণ্ডী), Doglus. খ. Phlebovirus—Sandfly fever Sicilian virus (মানব), Itaporanga, Karimabad, Raft Valley fever (মানব)। গ. Nairovirus—Nairobi sheep discase, Crimean-Congo hemorrhagic fever (মেষ), Hazara. ঘ. Uukuvirus—Uukuniemi virus, Manawa, Oceanside (প্রধানত মানব রোগাত্মক)।
৭। অর্থোমিক্সোভাইরিডি (Orthomyxoviridae) Influenza virus (মানব)	পরিবর্তনশীল বর্তুলাকার, ১০০ nm. কোর ৬–৯ nm ব্যাস, অতি দীর্ঘ সূত্রাকার ; দীর্ঘ ও হ্রস্ব ৮ খণ্ড নেতি সূত্র RNA ০.২–১.০×১০^{৬} ডা, অন্তত ৮টি জিন বা প্রোটিন সংকেত বিশিষ্ট ; প্রোটিনের প্রধান অংশ ধাত্র (matrix) এবং তা প্রাবৃত ; প্রধান ৩টি প্রোটিন RNA পলিমারেজের সাথে যুক্ত ; প্রাবরণ লিপিডসমৃদ্ধ, হিমাগ্লুটিনিন ও নুরামিনিডেজ শঙ্কু (spike) বিশিষ্ট। Influenza B and C (মানব), Influenza A (মানব, পাখী, শূকর, অশ্ব ও অন্যান্য পশু) ইত্যাদি কয়েকটি সুদৃষ্ট উদাহরণ। দ্রুত পরিব্যক্তির ফলে ফ্লুভাইরাসের নতুন নতুন এন্টিজেনিক জাতক (strain) তৈরি হয়।
১RNA, বিংশতল, অনাবৃত	
৮। পিকর্নাভাইরিডি (Picornaviridae) Polio (মানব)	ক্ষুদ্রকণা, ২৭ nm ; ১ RNA ইতিসূত্র, ২.৫×১০^{৬} ডা ; ক্যাপসিড প্রোটিন ৪ প্রকার, প্রতিটি ৬০ অণু দ্বারা গঠিত, ৩৪–৫১×১০^{৩} ডা ; পোষক নির্দিষ্ট এবং এসিড pH সহিষ্ণু। এর ৪টি গণ রয়েছে। উদাহরণসহ গণগুলো— ক. Enterovirus—Human hepatitis, Coxakie (মানব), Mouse polio, Simian entero, Bovine entero. খ. Cardiovirus—Mouse encephalomyelitis, গ. Rhinovirus—Bovine rhino, Cold (মানব), Human rhino, Equine rhino. ঘ. Aphthovirus—Foot and mouth disease of cattle, Sat 1, 2, 3, ইত্যাদি।

BANGLADESH LIBRARY Dhaka

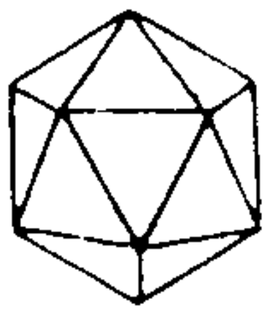
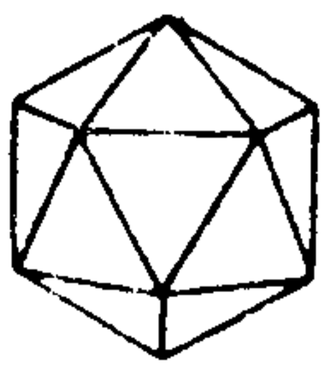
সারণি ৪.৩ : সন্তত

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গোত্র নাম, নিদর্শন প্রজাতি	গোত্র বৈশিষ্ট্য, উপগোত্র এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
৯। ক্যালিসিভাইরিডি (Caliciviridae) Vesicular exanthema of swine 	৩৮ নেমি কণা ; ১RNA ২.৮×১০^{৬} ডা, ১৮% ; একপ্রকার ৬৭×১০^{৩} ডা.১৮০টি প্রোটিন অণু দ্বারা ক্যাপসিড গঠিত, ক্যাপসিড পৃষ্ঠে কাপাকার (calix-like) গর্ত রয়েছে। কয়েকটি উদাহরণ—Feline calici, Gastroenteritis (মানব), San Miguel sea lion virus.
১RNA একাধিক খণ্ড, বিংশতল, অনাবৃত	
১০। নোডাভাইরিডি (Nodaviridae) 	২৯ nn কণা ; রেখাকার একসূত্র ১RNA, ২ খণ্ড, ১.৫, ০.৩৬×১০^{৬} ডা., দুটি একত্রে সংক্রামী ; সংবৃদ্ধি প্রাণপঙ্কীয় ; পতঙ্গ পোষক পরিধি বড় ; মশক বাহিত হয়ে দুগ্ধপোষ্য শিশুর দেহে সংক্রমণ ঘটাতে পারে। কয়েকটি উদাহরণ—Nodamura, Black beetle, Arkansas bee Boolarra (পতঙ্গ), ইত্যাদি।
১RNA, বিংশতল, প্রাবৃত	
১১। টোগাভাইরিডি (Togaviridae) ক. Sindbis (মানব) খ. Yellow fever (মানব) গ. Rubella ঘ. Bovine viral diarrhea. 	প্রাবৃত প্রাণিভাইরাসদের মধ্যে এরা ক্ষুদ্রতম ; প্রায় বর্তুলাকার, ৪০–৭০nm ; নিউক্লিওয়ক্যাপসিড ৩০nm ; RNA ইতিসূত্র ৪.০–৪.৫×১০^{৬} ডা ; প্রাবরণ গ্লাইকোপ্রোটিন ও লিপিড নির্মিত ; প্রাণপঙ্কীয়, প্লাজমাঝিল্লী থেকে মুকুলন প্রক্রিয়ায় অবমুক্ত হয়। এর চারটি গণ রয়েছে। উদাহরণসহ গণগুলো— ক. Alphavirus—Venezuelian encephalitis (অশ্ব), Semliki forest. খ. Flavivirus—Dengu (মানব), Japanese encephalitis, Salivary virus of bats. গ. Rubivirus—Rubella and Rubeola (মানব, জার্মান হাম)। ঘ. Pestivirus—Swine fever, Hog cholera, Equine arthritis.
১২। রেট্রোভাইরিডি (Retroviridae) Rous sarcoma	আপাতবর্তুলাকার, ৯০nm ; নিউক্লিওক্যাপসিড বিংশতল, ১০০ nm ; এতে রয়েছে ২টি RNA অণু, ওজন ৩.৩×১০^{৬} ডা, এদের অবস্থান H–বন্ধনী দ্বারাযুক্ত

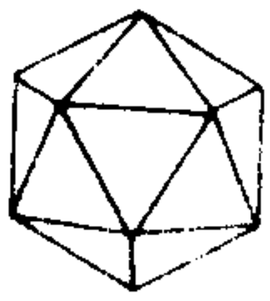
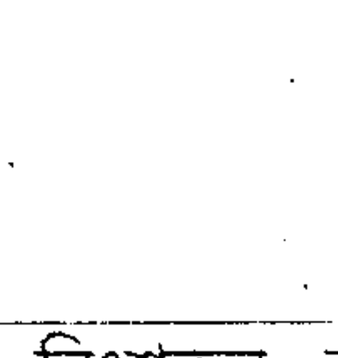
সারণি ৪.৩ : সন্তত

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গোত্র নাম, নিদর্শন প্রজাতি	গোত্র বৈশিষ্ট্য, উপগোত্র এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
	যুক্তদ্বয়ী (duplex) রূপে। এদের সাধারণ বৈশিষ্ট্য জননকালে RNA থেকে প্রথমে একটি DNA প্রতিলিপিত হয়, অবশ্য এজন্য প্রয়োজনীয় বিপ্রতিলিপক (reverse transcriptase) এতে থাকে। উৎপন্ন DNA পরবর্তীতে জননকালে ব্যবহৃত হয়। এতে ২টি প্রাবরণ প্রোটিন ছাড়াও আরো ৪ প্রকার ক্যাপসিড এবং/অথবা ধাত্র প্রোটিন থাকে যার তিনটিই ফস্‌ফোপ্রোটিন। প্রাবরণ লিপিড সমৃদ্ধ এবং শঙ্কুবিশিষ্ট। এরা নানা ধরনের দুষ্ট জনিষ্ণুতা (malignance) সৃষ্টি করে। এর ৩টি উপগোত্র রয়েছে— ক. Oncovirinae—বৃহত্তম এবং সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ ও পরিজ্ঞাত উপগোত্র। এদের RNA টিউমার ভাইরাসও বলা হয়। গাঠনিক পার্থক্যের ভিত্তিতে গঠিত এর চারটি গণ—অংকো ভাইরাস A টাইপ, B টাইপ, C টাইপ ও D টাইপ। A টাইপ–সুস্থায়ী (stable) নয়। B টাইপ—কেন্দ্রস্থিত বর্তুলাকার নিউক্লিয়য়েড ও দীর্ঘ পৃষ্ঠ শঙ্কুবিশিষ্ট। জননকালে মুকুলন প্রক্রিয়ায় অবমুক্ত হয়। যতটা জানা যায় কেবল Mouse memmary tumor virus ও এর কয়েকটি নিকট আত্মীয়ই এর সদস্য। C টাইপ—এগুলো হ্রস্য শঙ্কু ও কেন্দ্রস্থিত নিউক্লিয়য়েড বিশিষ্ট অর্ধচন্দ্রাকার কণারূপে মুকুলন প্রক্রিয়ায় অবমুক্ত হয়। এদের অধিকাংশ দুষ্ট (defective)। এদের একই জাতক বিভিন্ন পোষকে সংক্রমিত হতে পারে এবং পরিবেশ ভেদে বিভিন্ন দুষ্টজনিষ্ণুতা (malignance) সৃষ্টি করতে পারে। পোষক ভিত্তিক এর তিনটি গণ হচ্ছে—C টাইপ স্তন্যপায়ী, যথা—Feline sarcoma ও Leukemia ; Murine sarcoma ও Leukumia, ইত্যাদি ; C টাইপ পক্ষী—যথা, Rous sarcoma (দুষ্ট নয়), Avian Leukosis, Mill Hill 2 ইত্যাদি ; C টাইপ সরিসৃপ—যথা, Reptilian sarcoma. D টাইপ—এগুলো স্ফীত প্রান্ত হ্রস্ব শঙ্কুবিশিষ্ট কণা। অবমুক্তি মুকুলন প্রক্রিয়ায়। আদর্শ উদাহরণ Mason Pfizer (breast carcinoma of rhesus monkey), Human T-cell Leukemia ভাইরাসও এ ধরনের।

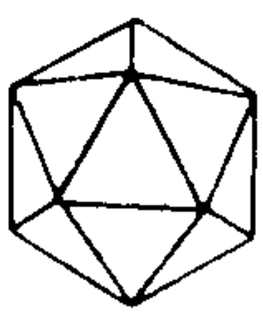
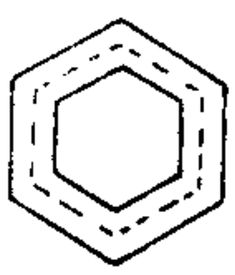
সারণি ৪.৩ : সন্তত

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গোত্র নাম, নিদর্শন প্রজাতি	গোত্র বৈশিষ্ট্য, উপগোত্র এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
	খ. Spumavirinae—আক্রান্ত কোষে এরা ফেনা উৎপন্নকরে বলে এদের ফেনিল (foamy) ভাইরাসও বলা হয়। Bovine syncytial, Human foamy, এরা টিউমার তৈরি করে না।
	গ. Lentivirinae–এরা ধীরভাইরাস বলে পরিচিত এবং টিউমার উৎপন্ন করে না। Visna virus (মেষ) ; Equine infectious anemia, মেষ ফুসফুস ও মানব স্নায়ুতন্ত্রের ধীর ভাইরাস।
২RNA একাধিক খণ্ড, বিংশতল, অনাবৃত	
১৩। বিরনাভাইরিডি (Birnaviridae) Infectious pancreatic necrosis of trout 	৬০ nm কণা ; ২.৫ এবং ২.৩×১০^{৬} ডা ২ দ্বিসূত্র রেখাকার দুই খণ্ড RNA বিশিষ্ট ; ৪ প্রকার প্রোটিনসহ RNA ট্রান্সক্রিপটেজ রয়েছে, এরা প্রাণপঙ্কীয় ভাইরাস। Infectious bursal disease of chicken, *Drosophila* X virus. ইত্যাদি এ গোত্রের সদস্য।
১৪। রিওভাইরিডি (Reoviridae) ক. Reovirus type 1 খ. Blue tongue গ. Epidemic polyarthritis ঘ. Cytoplasmic polyhedrosis 	বৃহৎ বিংশতল অনাবৃত কণা, কখনো কখনো দ্বিস্তর ক্যাপসিড বিশিষ্ট । খোলক সহ ব্যাস ৭৫–৮০ nm, অন্তস্থকণা ৪৫ nm ; ১০–১২ খণ্ড দ্বিসূত্র RNA, ০.৫–২.৭×১০^{৬} ডা এবং প্রতিটি RNA পলিমারেজ বিশিষ্ট। এর ৪টি গণ রয়েছে। উদাহরণসহ গণগুলো— ক. Orthoreovirus—Simian reo, Nelson bay (পাখি), Ris 1, 2, 3 (মানব, বানর), Rovirus type 1 (মানব, নি. প্র.) ; খ. Orbivirus—XBM (গো), African horse sickness, Blue tongue (মেষ, নি. প্র.) ; গ. Rotavirus—Calf rota, Human infantile enteritis, Pararota (মানব, মুরগি)। Epidemic poly arthritis (মানব, নি. প্র.) ; ঘ. Cypovirus—*Trichoplasia ni, Spodoptera exigua*. Cytoplasmic polyhedrosis (পতঙ্গ, নি. প্র.)।

সারণি ৪.৩ : সন্তত

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গোত্র নাম, নিদর্শন প্রজাতি	গোত্র বৈশিষ্ট্য, উপগোত্র এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
১DNA, বিংশতল, অনাবৃত	
১৫। পারভোভাইরিডি (Pervoviridae) ক. Kilham rat খ. *Junonia* 	ক্ষুদ্রাকৃতি কণা, ২০ nm ; ১ সূত্র DNA ১.৫–২.০×১০^{৬} ডা ; ৩ প্রকার প্রটিন দ্বারা গঠিত ক্যাপসিড ; ৩–৯ pH এবং ৬০^{০} সে পর্যন্ত তাপ সহিষ্ণু। এর ৩টি গণ রয়েছে ; উদাহরণসহ গণগুলো— ক. Parvovirus—এরা মেরুদণ্ডীর পরজীবী ভাইরাস, নেতিসূত্র (এক বা একাধিক) DNA কোরবিশিষ্ট। Porcine parvo, Minute virus of mice, Bovine parvo, B19 (মানব), Goose parvo, ইত্যাদি। খ. Densovirus–এরা পতঙ্গ ভাইরাস, এতে নেতি বা ইতি সূত্র DNA থাকতে পারে, এরা ঘন অন্তঃনিউক্লীয় পিণ্ডসমূহ উৎপন্ন করে, ফলে নিউক্লিয়াসের আকৃতি বৃদ্ধি পায়। কেবল পোষক পতঙ্গের নামে এদের নামকরণ হয়। যথা—*Ades, Bombyx, Acheta,* ইত্যাদি। গ. Dependovirus (পরালম্বভাইরাস)–এরা এডেনো লগ্ন (adeno associated) ভাইরাস, এরা এডেনো (ক্ষেত্র ভেদে হার্পিস) ভাইরাসের সহসংক্রমণের উপর নির্ভরশীল ; ১DNA নেতি বা ইতিসূত্রবিশিষ্ট। এরা পোষক নির্দিষ্ট, বহু স্তন্যপায়ী এডেনো পোষকেও এদের পাওয়া যায়। কয়েকটি উদাহরণ—Bovine dependo, Ovine dependo, Canine dependo, Canine parvo, Equine dependo, ইত্যাদি।
২DNA, বিংশতল, অনাবৃত	
১৬। এডেনোভাইরিডি (Adenoviridae) Human adenovirus 	এ গোত্রের সকল সদস্যের আকার এক, ৮০ nm ব্যাস, ২৫২টি ক্যাপসোমার দ্বারা গঠিত ক্যাপসিড ; এর ১২টি কৌনিক অবস্থানে ১২টি স্ফীত (knobed) প্রান্ত গ্লাইকো প্রটিন শঙ্কু (১০–৩০nm দীর্ঘ) রয়েছে ; দ্বিসূত্র DNA রেখাকার, ২০–২৫×১০^{৬} ডা, ক্ষেত্র বিশেষে ২৮–৩০×১০^{৬} ডা, পর্যন্ত হতে পারে ; অন্ততঃ ১০ প্রকার প্রোটিন দ্বারা ক্যাপসিড গঠিত। এরা সাধারণত শ্বাস যন্ত্রের ঊর্ধ্বাংশে সংক্রমণ সৃষ্টি করে। ২টি গণ রয়েছে। উদাহরণসহ গণগুলো—

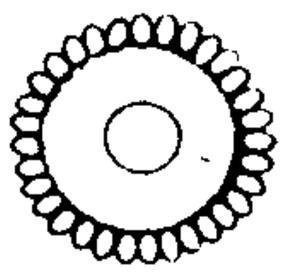
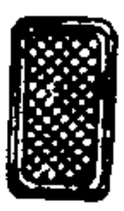
সারণি ৪.৩ : সন্তত

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গোত্র নাম, নিদর্শন প্রজাতি	গোত্র বৈশিষ্ট্য, উপগোত্র এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
	ক. Mastadenovirus—Human adeno (h1-h34), Laryngotrachitis (সারমেয়), Bovine adeno, Simian adeno, equ-1 (অশ্ব), ইত্যাদি। খ. Aviadenovirus—Fowl adeno, mel 1,2 (টার্কী), Avian adeno, ইত্যাদি।
২DNA, বৃত্তাকার, বিংশতল, অনাবৃত	
১৭। প্যাপোভাইরিডি (Papoviridae) ক. Rabbit papilloma, খ. Simian polyoma (SV40) 	আকৃতিভেদে দুটি গণে বিভক্ত। যথা— ক. বৃহত্তর কণা Papilloma, ৫৫ nm ; ১ অণু দ্বিসূত্র বৃত্তাকার DNA, ৫×১০^{৬} ডা ; ক্যাপসিড প্রোটিন সংখ্যা ৭। যথা—Human papilloma, Canine papilloma, Hamstar papilloma, Human wart, ইত্যাদি ভাইরাস। খ. ক্ষুদ্রতর কণা Polyoma, ৪৫ নেমি ; ২ সূত্র বৃত্তাকার DNA , ৩×১০^{৬} ডা ; ক্যাপসিড প্রোটিনসংখ্যা ৫ ; কেবল স্তন্যপায়ীর রোগাত্মক। কখনো কখনো টিউমার ও ক্যানসার উৎপাদক। যথা—Simian polyoma, K (মুষিক), BK (মানব) এবং JC (মানব)।
২DNA ১-২ খণ্ড, বিংশতল, অনাবৃত/প্রাবৃত	
১৮। ইরিডোভাইরিডি (Iridoviridae) Tipula iridescent virus 	সম্প্রতি শ্রেণিকৃত বিভিন্ন গঠন বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন বৃহৎ ও বিষম আকৃতি কণার বড় গোত্র। গ্লাইকোপ্রোটিন বিহীন এবং অন্তস্থ লিপিড খোলক (ভগ্ন রেখা) বিশিষ্ট বৃহৎ বিংশতল, ১৩০–৩০০ nm কণা ; ১–২ খণ্ড দ্বিসূত্র DNA ১০০–২৫০×১০^{৬} ডা বৃত্তাকারে সমন্বিত (circularity permuted) ; প্রাণপঙ্কীয় ; এ গোত্রের African swine fever virus এখনও যথাযথভাবে শ্রেণিকৃত হয়নি। এঁটেল (tick) বাহিত এ ভাইরাস বাহকের দেহে অনুলিপিত হয়। এ গোত্রের ৪টি গণ জানা যায়। উদাহরণসহ গণগুলো— ক. Iridovirus, যথা—পতঙ্গ পরজীবী ক্ষুদ্রতর iridescent (বর্ণিল) ভাইরাসসমূহ। অনাবৃত ১২০ nm ব্যা, ১৫–২০ প্রকার প্রোটিন (৭৫% প্রায়) এবং ৬% লিপিড রয়েছে। খ. Chloriridovirus, যথা—পতঙ্গপরজীবী বৃহত্তর iridescent virusসমূহ। প্রাবৃত ১৮০ nm কণা।

সারণি ৪.৩ : সন্তত

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গোত্র নাম, নিদর্শন প্রজাতি	গোত্র বৈশিষ্ট্য, উপগোত্র এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
	গ. Ranavirus, যথা—ব্যাঙ পরজীবী ভাইরাসসমূহ। ঘ. Lymphocystis virus, 200 nm ব্যাস বিংশতল কণা। যথা—মৎস্য ভাইরাসসমূহ।
২DNA, বিংশতল, প্রাবৃত	
১৯। হার্পিসভাইরিডি (Herpesviridae) Herpes simplex (মানব)	আপাতবর্তুলাকার কণা, ১২০–২০০ nm ; নিউক্লিওক্যাপসিড, বিংশতল ১০৫ nm ; ১ অণু দ্বিসূত্র রেখাকার DNA, গণভেদে ৮০–১৫০×১০^{৬} ডা ; ক্যাপসিড ১৬২টি ক্যাপসোমার দ্বারা গঠিত, প্রোটিন সংখ্যা ২০ এর অধিক, গণভেদে ১২–২০০×১০^{৩} ডা ; লিপিড ও গ্লাইকোপ্রোটিন নির্মিত প্রাবরণ পৃষ্ঠশঙ্কু (surface spike) বিশিষ্ট। এর ৩টি উপগোত্র রয়েছে, যথা— ক. Alphaherpesvirinae : এর ৩টি গণ রয়েছে ; উদাহরণসহ গণগুলো— i. Simplex virus—Human herpes 1, 2, Bovine herpes, Bovine mammilitis. ii. Poikilovirus—Pseudorabies, Equine rhinopneumonitis. iii. Vericellavirus—Vericella-Zoster (মানব)। খ. Betaherpesvirinae : এর ২টি গণ রয়েছে ; উদাহরণসহ গণগুলো— i. Cytomegalovirus—Human herpes 5. ii. Muromegalovirus—Murid herpesvirus 5. গ. Gammaherpesvirinae : এর ৩টি গণ রয়েছে ; উদাহরণসহ গণগুলো— i. Lymphocrytovirus—Epstein Barr (মানব), Baboon herpes, Chimpanzee herpes. ii. Thetalymphocrytovirus—Marek's disease (মুরগি), Turkey herpes. iii. Rhadinovirus—Herpesvirus ateles এবং Herpesvirus salmiri (বানর)।

সারণি ৪.৩ : সন্তত

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য	গোত্র বৈশিষ্ট্য, উপগোত্র এবং/অথবা গণ
গোত্র নাম, নিদর্শন প্রজাতি	কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
২ DNA, আপাত বর্তুলাকার, প্রাবৃত	
২০। হেপাড্নাভাইরিডি (Hepadnaviridae) Hepatitis B (HBV, মানব) 	এক খণ্ড দ্বিসূত্র DNA, নেতিসূত্রবিশিষ্ট আপাত বর্তুলাকার, প্রাবৃত ৪২ nm কণা। DNA ১×১০^{৬} ডা, ৫′ প্রান্তিক প্রোটিনবিশিষ্ট। একটি অনির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যের ইতিসূত্র DNA দ্বারা আধিক্রান্ত (overlapped, ৫০–১০০%) হয়ে ভাইরাস DNA বৃত্তাকার প্রাপ্ত হয়। কয়েকটি উদাহরণ— Pekin duck hepatitis, Beechy ground squirrel hepatitis, Woodchuck hepatitis, HBV যকৃৎ ক্যানসারের সাথে ঘনিষ্ঠভাবে সম্পর্কিত।
২DNA বৃত্তাকার এক বা একাধিক খণ্ড, দণ্ডাকার, প্রাবৃত	
২১। বাকুলোভাইরিডি (Baculoviridae) Nuclear polyhedrosis (পতঙ্গ) 	বেসিলাসাকার কণা, ৪০–৬০×২০০–৪০০ nm, লিপিড দ্বিস্তর প্রাবরণ বিশিষ্ট ; বৃত্তাকার একাধিক খণ্ড, দ্বিসূত্র DNA, ৬০–১১০×১০^{৬} ডা ; এতে ১০–২৫ প্রকার প্রোটিন রয়েছে। পতঙ্গ, মাকড়সা ও ক্রাস্টেশিয়ার কোষে অন্তঃবস্তুর (inclusion body) মধ্যে অন্তঃধৃত (occluded) অবস্থায় এদের পাওয়া যায়। এরা দু'ধরনের হয় এবং পোষক কোষে দু'ধরনের লক্ষণ সৃষ্টি করে। যথা— ক. Nuclear polyhedrosis—অন্তঃবস্তুর পিণ্ডসমূহের মধ্যে এরা পুনঃপুনঃ বিভাজিত হয়, ফলে প্রতিটি পিণ্ডের মধ্যে বহু ভাইরাস কণা একত্রিতভাবে বহু পার্শ্ব কেলাসবাহী বহু কণারূপে পাওয়া যায়। যথা— *Barathra brassica, Bombyx mori*, ইত্যাদি। খ. Granulosis—অন্তঃবস্তুর মধ্যে একক কণারূপে এদের পাওয়া যায়। যথা—*Baculo X, Cydia pomonella* (মথ), ইত্যাদি।
২২। পলিডনাভাইরিডি (Polydnaviridae) Polydnavirus 	৮৫×৩৩০ nm অথবা বিভিন্ন দৈর্ঘ্যের দণ্ডাকার কণা। বহুখণ্ড, বৃত্তাকার দ্বিসূত্র DNA বিশিষ্ট পতঙ্গভাইরাস। DNA ১.৫–২০×১০^{৬} ডা। প্রথমে নিউক্লিয়াস থেকে ও পরে প্লাজমা ঝিল্লি থেকে মুকুলন প্রক্রিয়ায় অবমুক্ত হয়।

সারণি ৪.৩ : সন্তত

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য	গোত্র বৈশিষ্ট্য, উপগোত্র এবং/অথবা গণ
গোত্র নাম, নিদর্শন প্রজাতি	কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
২DNA, সর্পিল, প্রাবৃত, জটিল	
২৩। পক্সভাইরিডি (Poxviridae) ভেক্সিনিয়া (গোবসন্ত)	বৃহদাকৃতি কণা, ইষ্টক বা পাউরুটি আকার বিশিষ্ট, ৩০০–৪০০×২০০–২৫০ nm ; ১ অণু দ্বিসূত্র DNA ৯০–২০০×১০^{৬} ডা ; এর নিউক্লিওক্যাপসিড বিশেষ ধরনের ও জটিল গঠনের, কখন কখন আকারে দ্ব্যাবতল (biconcave) হয়, এর ২ বা ১ পাশে থাকে ২ বা ১টি বিশেষ অঙ্গাণু (organellae)। এগুলোকে পার্শ্বদ্রব্য (lateral body) বলে। গ্লাইকোপ্রোটিন ও ফসফো প্রোটিনসহ অন্তত ৪০ প্রকার প্রোটিন সমন্বয়ে গঠিত একটি বহিরাবরণ দ্বারা এর নিউক্লিওক্যাপসিড আবৃত থাকে। এর গঠনও জটিল ও বিশেষ ধরনের। এর পৃষ্ঠ (surfac) সাধারণত অমসৃণ হয় এবং শঙ্কু বা নলাকার বস্তু সমাকীর্ণ থাকে ; এর ২টি পোষক ভিত্তিক উপগোত্র রয়েছে, যথা—



ক. Chordopoxvirinae (মেরুদণ্ডীবসন্ত)—এ উপগোত্রের সদস্যগুলো ২টি পার্শ্ববস্তু বিশিষ্ট। এর ৬টি গণ রয়েছে—

i. Orthopox—Vaccinia, Variola ;

ii. Parapox—Orf (নি. প্র.);

iii. Avipox—Fowlpox (নি. প্র.) ;

iv. Capripox—Sheeppox (নি. প্র.) ;

v. Leporipox—Robbit myxoma (নি.প্র.) ;

vi. Suipox—Swinepox (নি. প্র.)।

খ. Entomopoxvirinae (কীটবসন্ত)—এ উপগোত্রের সদস্যগুলো ১টি পার্শ্ববস্তু বিশিষ্ট। ৪টি গণবিশিষ্ট এ উপগোত্রের ভাইরাসগুলোর নামকরণ হয়েছে পোষকের নামে। যথা—

i. গণ A—*Melolontha melolontha* (নি.প্র.) ;

ii. গণ B—*Amsacta moorei* (নি. প্র.) ;

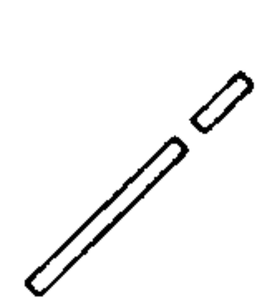
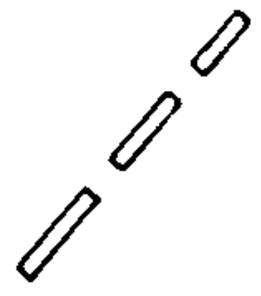
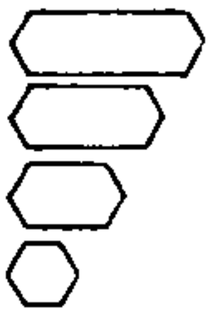
iii. গণ C—*Chironomus luridus* (নি. প্র.) ;

iv. Cotiavirus—*Pseudaletia separata.*

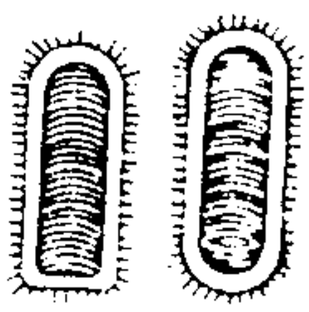
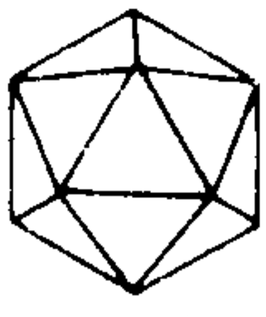
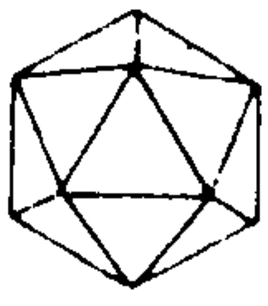
সারণি ৪.৪ : শ্রেণিবিন্যস্ত উদ্ভিদ ভাইরাস

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য	গ্রুপবৈশিষ্ট্য, উপগ্রুপ এবং/অথবা গণ
গ্রুপ নাম, নিদর্শন প্রজাতি	কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
১RNA, সূত্রাকার, অনাবৃত	
১। ক্লসটেরোভাইরাস গ্রুপ (Closterovirus group) Sugarbeet yellows virus 	অত্যন্ত নম্য ভঙ্গুর ১০–১২×৮০০–২০০০ nm। দৈর্ঘ্য ভেদে এদের ২টি উপগ্রুপে বিভক্ত করা হয়, ১২৫০–১৮০০nm গ্রুপ I, ৬০০–৭৫০nm গ্রুপ II। RNA ৫%, ২.৫–৬.৫×১০^{৬} ডা ; কোট প্রটিন ২৪–২৭×১০^{৩} ডা ; একাংশ এফাইড বাহিত। কয়েকটি উদাহরণ—Wheat yellow leaf, Carnation necrotic fleck, *Citrus* tristeza, Carrot yellow leaf, Clover yellow, Beet yellow stunt.
২। পটিভাইরাস গ্রুপ (Potyvirus group) Potato Y virus 	১১×৭২০–৭৭০ nm ; RNA ৩.৩×১০^{৬} ডা ৫% ; ক্যাপসিড প্রোটিন ৩৩×১০^{৩} ডা ; রীজবাহিত ও অস্থায়ীভাবে এফাইড বাহিত। পোষক পরিধি ছোট ; সদস্য সংখ্যা প্রায় ৩০। কয়েকটি উদাহরণ— Peanut mottle, Onion yellow leaf, Tulip colour break, Lettuce mosaic, Sugarcane mosaic, Soybean mosaic, Tobacco eche, Wheat streak mosaic, Turnip mosaic, Watermelon mosaic, Carnation vein mottle, Clover yellow vein, Carrot mosaic.
৩। কারলাভাইরাস গ্রুপ (Carlavirus group) Carnation latent virus 	১২–১৫×৬০০–৭০০ nm ; RNA ২.৩–৩.০×১০^{৬} ডা, ৬% ; প্রোটিন ৩২–৩৬×১০^{৩} ডা ; শনাক্তকৃত সদস্য ২৩, এফাইড বাহিত, অধিকাংশ সুপ্ত সংক্রমণ। উদাহরণ—Potato S, *Chrysanthemum* B, Pea streak, Lily symptom less, Lily mosaic, Cactus-2, Red clover vein mosaic, Cassava mild mosaic, Potato M.
৪। পটেক্সভাইরাস গ্রুপ (Potexvirus group) Potato X virus 	১৩×৪৭০–৫৮০ nm ; RNA ২.৩×১০^{৬} ডা ; ক্যাপসিড প্রোটিন ১৪ প্রকার ৩×১০^{৩} ডা ; শনাক্তকৃত সদস্য ১৬ ; পোষক পরিধি ছোট। যথা—Cassava common mosaic, Clover yellow mosaic, Potato mild mosaic, *Cymbidium* mosaic, *Narcissus* mosaic, Cactus X.

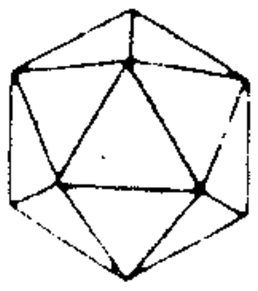
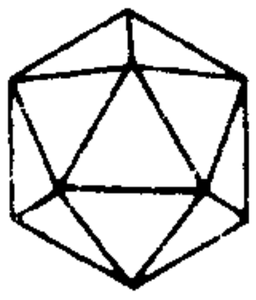
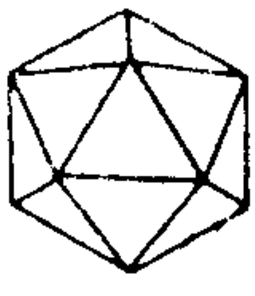
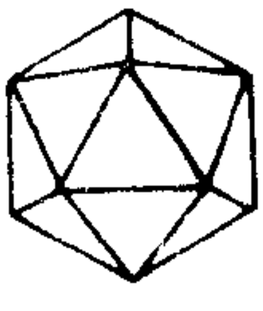
সারণি ৪.৪ : সন্তত

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গ্রুপ নাম, নিদর্শন প্রজাতি	গ্রুপবৈশিষ্ট্য, উপগ্রুপ এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
১RNA, দণ্ডাকার, অনাবৃত	
৫। টোবামোভাইরাস গ্রুপ (Tobamovirus group) Tobacco mosaic virus 	১৮×৩০০ নেমি (দৈর্ঘ্যের বিভিন্নতাও দেখা যায়) ; RNA ২×১০^{৬} ডা ; কোট প্রোটিন ১২৩০টি অণু দ্বারা গঠিত, প্রতিটি প্রোটিন অণু ১৫৮–১৬১টি এমিনো এসিড দ্বারা গঠিত ; সংক্রমণ যান্ত্রিক (mechanical)। যথা—Cucumber green mottle mosaic, Cucumber 3 and 4, Rib grass mosaic, Tomato mosaic, Sunhemp mosaic, *Odontoglossum* ringspot.
১RNA, একাধিক কণা, দণ্ডাকার, অনাবৃত	
৬। টোব্রাভাইরাস গ্রুপ (Tobravirus group) Tobacco rattle virus 	বিভিন্ন দৈর্ঘ্যের ২টি দণ্ডাকার কণা সমন্বয়ে গঠিত, ২২ nm ব্যাস, বড়টি ২০০ nm ও ছোটটি ৪৬–১১৪ nm ; RNA ২.৪ এবং ০.৬–১.৪×১০^{৬} ডা, ৫% ; কোট প্রোটিন ২২×১০^{৩} ডা, বড় কণা সংক্রমণ সক্ষম। উদাহরণস্বরূপ কেবল—Peanut clump Pipper ringspot, Pea early browning জানা যায়।
৭। হর্ডিভাইরাস গ্রুপ (Hordivirus group) Barley stripe mosaic virus 	২২×১০০–১৫০ নেমি পর্যন্ত বিভিন্ন দৈর্ঘ্যের দণ্ডাকার কণা ; ২–৪ অণু RNA প্রতিটি ১.০–১.৫×১০^{৬} ডা, ৪% ; কোট প্রোটিন ১ প্রকার, ২১×১০^{৩} ডা ; পোষক পরিধি ছোট, বীজবাহিত। যথা—*Lychnis* ringspot, Poa semilatent ইত্যাদি।
৮। আলফালফা মোজাইক ভাইরাস গ্রুপ (Alfalfa mosaic virus group) Alfalfa mosaic virus 	৪টি বেসিলাসাকার কণার সমন্বয়ে গঠিত, ১৮×৫৮, ৪৮, ৩৬ এবং ২৮ nm ; RNA যথা—ক্রমে ১.০৪, ০.৭৩, ০.৬২ এবং ০.২৮×১০^{৬} ডা ; কোট প্রোটিন মোট ২৪.২৮×১০^{৩} ডা, ১৬%। একক প্রজাতি গ্রুপ। Alfalfa mosaic virus একমাত্র সদস্য।

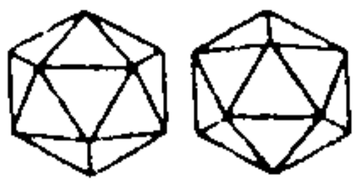
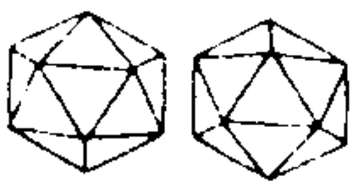
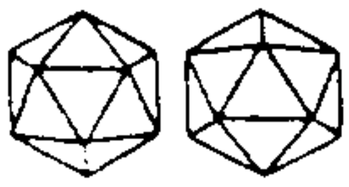
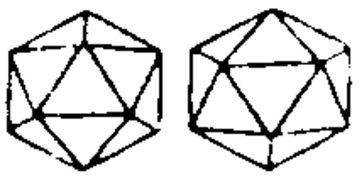
সারণি ৪.৪ : সন্তত

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গ্রুপ নাম, নিদর্শন প্রজাতি	গ্রুপবৈশিষ্ট্য, উপগ্রুপ এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
১RNA, দণ্ডাকার, আবৃত	
৯। ফাইটোর‍্যাবডোভাইরাস গ্রুপ (Phytorhabdo virus group) A. Lettuce necrotic yellow virus B. Potato dwarf virus 	এখনও চূড়ান্তভাবে ICTV অনুমোদিত গ্রুপ নয়। বেসিলাসাকার, কখন কখন বুলেটাকার, ভঙ্গুর, ৪৫–৯৫×১৩৫–৩৮০ nm ; RNA নেতি সূত্র ৪×১০^{৬} ডা, সাথে N–প্রটিন রয়েছে। ভাইরাস বিস্তার যান্ত্রিক, তবে প্রকৃতিতে অধিকাংশ এফিড বাহিত। এরা বাহকের দেহে অনুলিপিত হয়। এর দুটি উপগ্রুপ ও প্রতিটির চারটি সদস্য প্রজাতি রয়েছে। ক. উপগ্রুপ A—ভেসিকুলো ভাইরিডির (র‍্যাবডো ভাইরিডি গোত্রের উপগোত্র) সাথে সাদৃশ্য রয়েছে এ উপগ্রুপের, প্রজাতিগুলো—*Sonchus* virus. Wheat striate mosaic এবং Broccoli necrotic yellows. খ. উপগ্রুপ B—লিসা ভাইরিডির (র‍্যাবডো ভাইরিডি গোত্রের উপগোত্র) সাথে সাদৃশ্য রয়েছে এ উপগ্রুপের। এর প্রজাতি— Eggplant mottled dwarf, *Sonchus* yellow net ইত্যাদি। উভয় গ্রুপেই সম্ভাব্য অশনাক্ত আরো প্রজাতি রয়েছে।
১RNA, বিংশতল, অনাবৃত	
১০। সোবিমোভাইরাস গ্রুপ (Sobemovirus group) Southern bean mosaic virus 	২৭–৩০ nm ; RNA ১.৪×১০^{৬} ডা ; কোট প্রোটিন ১৮০ অণু দ্বারা গঠিত, ৩০×১০^{৩} ডা ; পোষক পরিধি ছোট, বীজ বাহিত ও পতঙ্গ (beetles) বাহিত। যথা— Turnip rosette, Lucerne transient streak, Rice yellow mottle.
১১। নেকরোভাইরাস গ্রুপ (Necrovirus group) Tobacco necrosis virus 	২৮nm ; RNA ১.৪×১০^{৬} ডা ; প্রোটিন ১৮০টি অণু, ২২.১৬×১০^{৩} ডা ; মাটি ও ছত্রাক (*Olpidius*) বাহিত। যথা—Cucumber necrosis, Melon necrotic spot ইত্যাদি।

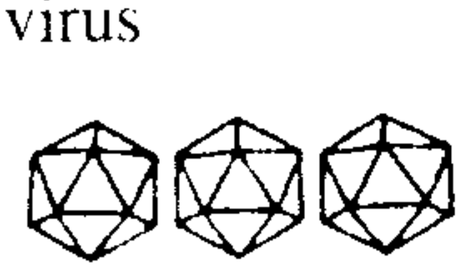
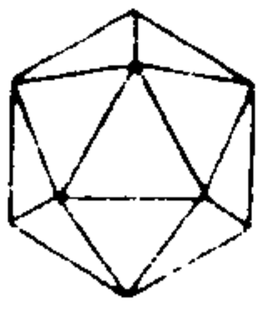
সারণি ৪.৪ : সন্তত

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গ্রুপ নাম, নিদর্শন প্রজাতি	গ্রুপবৈশিষ্ট্য, উপগ্রুপ এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
১২। লুটিওভাইরাস গ্রুপ (Luteovirus group) Barley yellow dwarf virus 	২৮ নেমি ; RNA ২×১০^{৬} ডা ; কোট প্রোটিন ২৪×১০^{৩} ডা ; একটি বড় গ্রুপ ; কিছু সংখ্যকের পোষক পরিধি বড়, কিছুর ছোট ; সব এফাইড বাহিত। যথা—Potato leaf roll, Banana bunchy top, Carrot mottle, Carrot red leaf, Oat red leaf, Pea leaf curl. Bean leaf roll, Tomato yellow top, Soybean dwarf, ইত্যাদি।
১৩। টাইমোভাইরাস গ্রুপ (Tymovirus group) Turnip yellow mosaic virus 	২৯ নেমি ; RNA সাইটিডিনসমৃদ্ধ (৪১% পর্যন্ত), ২×১০^{৬} ডা, ৩৫% ; প্রোটিন কোট ১৮০টি অণু দ্বারা গঠিত, ২০×১০^{৩} ডা ; সদস্য সংখ্যা অন্তত ১৭, সিরামতাত্ত্বিক (serological) সম্পর্কযুক্ত। Belladonna mottle, *Dulcamara* mottle, Cacao yellow mosaic, Okra mosaic, Wiid cucumber mosaic, Brinjal mosaic, *Physalis* mottle, Peanut yellow mottle.
১৪। টোমবুসভাইরাস গ্রুপ (Tombusvirus group) Tomato bushy stunt virus 	৩০ nm ; RNA ১.৫×১০^{৬} ডা, ১৭% ; কোট প্রোটিন ৪১×১০^{৩} ডা ; পোষক পরিধি বড়, বিস্তার যান্ত্রিকভাবে ঘটে, মাটি বাহিত। কয়েকটি উদাহরণ—Carnation Italian ringspot, *Cymbidium* ringspot, Eggplant mottled crinkle, *Petunia* asteroid mosaic.
১৫। ম্যাক্লোভাইরাস গ্রুপ (Machlovirus group) Maize chlorotic dwarf virus 	৩০ nm কণা ; একসূত্র RNA ৩.২×১০^{৬} ডা ; কেবল ঘাসজাতীয় উদ্ভিদে সংক্রমণ ঘটায় ; ঘাসফড়িংজাতীয় পতঙ্গ (grass hopper) বাহিত। যথা—Rice tungro virus.

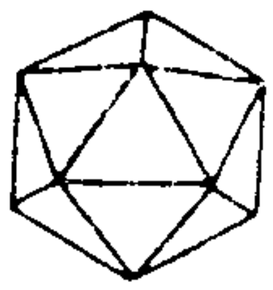
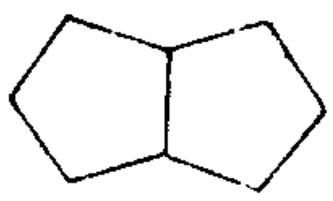
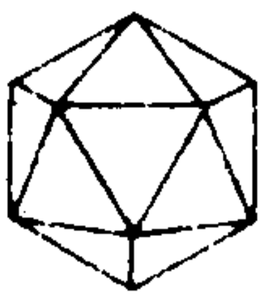
সারণি ৪.৪ : সন্তত

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গ্রুপ নাম, নিদর্শন প্রজাতি	গ্রুপবৈশিষ্ট্য, উপগ্রুপ এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
১RNA, একাধিক কণা, বিংশতল, অনাবৃত	
১৬। পি ইনেশন মোজাইক ভাইরাস গ্রুপ (Pea enation mosaic virus group) Pea enation mosaic virus 	একক প্রজাতি গ্রুপ ; অসম আকৃতি দুটি কণা, ২৮ nm এর কাছাকাছি ; একসূত্র RNA, ২ খণ্ড ১.৪ ও ১.১৫×১০^{৬} ডা ; অনুলিপন নিউক্লীয় ; দুটি একত্রে সংক্রামক ; কোট প্রোটিন ২২×১০^{৩} ডা ; এফিড বাহিত, বাহকদেহে স্থায়ী। একমাত্র সদস্য Pea enation mosaic virus.
১৭। নেপোভাইরাস গ্রুপ (Nepovirus group) Tobacco ringspot 	২৮ নেমি ২টি কণা ; একসূত্র RNA ২.৮ এবং ১.৩–২.৪×১০^{৬} ডা ; প্রায়শ উপগ্রহ RNA এর সাথে সংলগ্ন থাকে। কোট প্রোটিন ৫৮×১০^{৩} ডা.। যতোটা জানা যায় ২০টি সদস্য রয়েছে ; প্রধানতঃ মৃত্তিকাবাসী নিমাটোড বাহিত। পোষক পরিধি বড়। কয়েকটি উদাহরণ— Mulberry ringspot, *Hibiscus* ring spot, Grapevine fanleaf, Tomato black ring, Peach yellow bud ইত্যাদি।
১৮। কোমোভাইরাস গ্রুপ (Comovirus group) Cowpea mosaic virus 	২৮ নেমি ব্যাস, ২ প্রকার দুটি নিউক্লীয় প্রোটিন কণা সমন্বিত ; RNA ৩৪% ও ২৫% এবং ২.৪ ও ১.৪×১০^{৬} ডা ; কোট প্রোটিন ২২ ও ৪২×১০^{৩} ডা, প্রতিটি ২ প্রকার প্রোটিনের ৬০+৬০টি অণু দিয়ে গঠিত। কয়েকটি উদাহরণ, Bean rugose mosaic, Bean pod mottle, Bean curly dwarf, Broad bean true mosaic, Cowpea mosaic, Peanut green mottle, Red clover mottle ইত্যাদি Leguminosae গোত্রভুক্ত উদ্ভিদ ই এ গ্রুপের পোষক।
১৯। ডায়ানথোভাইরাস গ্রুপ (Dianthovirus group) Carnation ringspot virus 	ছোট গ্রুপ, বহুতল ৩০ nm ব্যাস দুটি কণা, ওজন ৭×১০^{৬} ডা ; RNA ২ অণু, ১.৫, ০.৫×১০^{৬} ডা ; দুটো একত্রিতভাবেই সংক্রমণ সক্ষম ; কোট প্রোটিন ৪০×১০^{৩} ডা ; প্রাণপঙ্কীয় ভাইরাস ; মাটি বাহিত। এ গ্রুপের দুটিমাত্র সদস্য Red clover necrotic mosaic, এবং Sweet clover necrotic mosaic এ পর্যন্ত জানা গেছে।

সারণি ৪.৪ : সন্তত

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গ্রুপ নাম, নিদর্শন প্রজাতি	গ্রুপবৈশিষ্ট্য, উপগ্রুপ এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
২০। ব্রোমোভাইরাস গ্রুপ (Bromovirus group) Brome mosaic virus 	২৬ nm, ৩টি কণা সমন্বিত ; বিভিন্ন ওজনের ৪টি RNA রয়েছে, বিতরণ এরকম—১মটিতে ১.১×১০^{৬}, ২য়টিতে ০.৭৫×১০^{৬}, ০.৩×১০^{৬} এবং ৩য়টিতে ১.০×১০^{৬} ডা ; সংক্রমণের জন্য তিনটি বিভিন্ন কণায় উপস্থিত ৩টি বৃহত্তম RNA প্রয়োজন। ভাইরাস সমাবেশ প্রাণপঙ্কীয়। কোট প্রোটিন ২০×১০^{৩} ডা, ১৮০ অণু দ্বারা গঠিত, পোষক পরিধি ছোট, কাচপোকা (Beetle) বাহিত। এ গ্রুপের সদস্যসংখ্যা চার ; যথা—Broad bean mottle, Cowpea clorotic mottle. *Melandrium* yellow fleck এবং উপর্যুক্ত নিদর্শন প্রজাতি।
২১। কুকুমোভাইরাস গ্রুপ (Cucumovirus group) Cucumber mosaic virus 	এ পর্যন্ত এ গ্রুপের ৪টি সদস্য জানা গেছে। ২৮ নেমি ব্যাস ৩টি কণা ; RNA ১.৩,১.১ এবং ০.৮+০.৩×১০^{৬} ডা ; তিনটি বিভিন্ন কণায় উপস্থিত ৩টি বৃহত্তম RNA একত্রে সংক্রমণ সক্ষম। প্রোটিন ২৪×১০^{৩} ডা ; অস্থায়ীভাবে এফিড বাহিত। পোষক পরিধি বড়। কয়েকটি উদাহরণ, যথা—Peanut stunt, *Robinia* mosaic, Tomato aspermy, ইত্যাদি।
২২। আইলারভাইরাস গ্রুপ (Ilarvirus group) Tobacco streak virus 	অন্তত ৩টি ঘনাকার ২৬–৩৫ নেমি কণা সমন্বিত ; ৪ অণু RNA ১.১, ০.৯, ০.৭, ০.৩×১০^{৬} ডা ; সব RNA একত্র, অথবা বড় ৩টি কোট প্রোটিনসহ সংক্রমণ সক্ষম। প্রোটিন ২৫×১০^{৩} ডা ; বীজ ও পরাগ বাহিত, পতঙ্গ বাহিত নয়। পোষক পরিধি বড়। কয়েকটি সদস্যের নাম, Apple mosaic, Citrus leaf rugose, Elm mottle, Lilac ring mottle, Prune dwarf, Spinach latent.
২RNA, বিংশতল, দ্বিখোলক	
২৩। ফাইটোরিও ভাইরাস গ্রুপ (Phytoreovirus group) Wound tumor virus (ক্লোভার) 	বহিঃ প্রোটিন খোলক ৭৫ নেমি ; অন্তস্থ নিউক্লীয় কেপসিড ৫৯ নেমি, ১২টি দ্বিশঙ্কু (double spike) বিশিষ্ট ; ১২ অণু দ্বিসূত্র RNA ০.৩–৩.০×১০^{৬} ডা, মোট ১৬×১০^{৬} ডা, ২২% প্রায় ; কোট প্রোটিন ৩৫–১৬০×১০^{৩} ডা, ৭ প্রকার প্রোটিন দ্বারা গঠিত ; পোষক পরিধি ছোট, ঘাসফড়িং বাহিত ভাইরাস, পোষক দেহে অনুলিপিত হয়। (এ গ্রুপটি রিওভাইরিডি গোত্রের একটি গন বলে ICTV দ্বারা বিবেচিত।) কয়েকটি

সারণি ৪.৪ : সন্তত

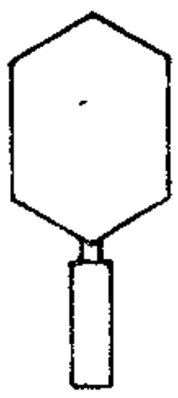
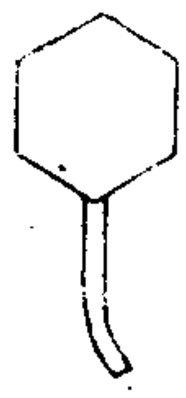
কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গ্রুপ নাম, নিদর্শন প্রজাতি	গ্রুপবৈশিষ্ট্য, উপগ্রুপ এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
	উদাহরণ—Rice dwarf, Rice gall dwarf, Maize rough dwarf ইত্যাদি। ফিজি ভাইরাস নামে ফাইটোরিও ভাইরাসের সাথে সাদৃশ্যযুক্ত উদ্ভিদ ভাইরাসের একটি গণ রয়েছে। অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্রতর এবং অধিকতর ভঙ্গুর বহিঃখোলক বিশিষ্ট এ গণের নিদর্শন ভাইরাস বলে বিবেচিত Fiji disease of cereal ছাড়াও অন্যান্য উল্লেখযোগ্য কয়েকটি ভাইরাস—Maize dwarf, Pangola stunt, Rice black streaked dwarf, Oat sterile dwarf, ইত্যাদি।
২DNA বৃত্তাকার, সমমাত্রিক কণা, অনাবৃত	
২৪। কলিমোভাইরাস গ্রুপ (Caulimovirus group) Cauliflower mosaic virus 	৫০ নেমি, প্রায় বর্তুলাকার কণা ; ১টি বৃত্তাকার দ্বিসূত্র DNA ৫×১০^{৬} ডা, ১৭% ; কোট প্রোটিন ৫০×১০^{৩} ডা ; পোষক পরিধি সীমিত ; সদস্যসমূহ সিরামতাত্ত্বিক (serologist) সম্পর্ক বিশিষ্ট। এফিড বাহিত। কয়েকটি সদস্য—Dahlia mosaic, Carnation etched ring, Strawberry vein banding, *Mirabilis* mosaic ইত্যাদি।
১DNA বৃত্তাকার, সমমাত্রিক যুক্ত দ্বয়ী, অনাবৃত	
২৫। জেমিনি ভাইরাস গ্রুপ (Geminivirus group) Maize streak virus 	১৮×৩৫ নেমি, পরস্পর সংলগ্ন ২টি কণা সমন্বিত ; সাধারণত নিউক্লিয়াসে অবস্থানকারী, প্রতিটিতে ১টি বৃত্তাকার, ১ সূত্র DNA রয়েছে, প্রতিটি ০.৮×১০^{৬} ডা, সংক্রমণের জন্য ২টিই আবশ্যক ; পোষক পরিধি ছোট, মাছি (fly) ও ঘাসফড়িং বাহিত এবং পোষকদেহে স্থায়ী। কয়েকটি উদাহরণ—Maize streak, Bean golden mosaic, Tomato golden mosaic, Cassava latent, Chloris striate mosaic, Cotton leaf curl, ইত্যাদি।
ছত্রাক ভাইরাস গ্রুপ (Mycovirus group) অথবা Mycophage গোত্র ১—Totiviridae 	প্রধানত সমমাত্রিক কণা ; ৩০–৪৮ nm ব্যা ; ১–৩টি দ্বিসূত্র RNA বিশিষ্ট। RNA-র সংখ্যাভেদে সাধারণভাবে ৩টি গোত্রে বিভক্ত। ১ অণু ২ সূত্র RNA, ৩.০–৫.৭×১০^{৬} ডা ; ৪০–৪৮ nm ব্যা কণা, প্রোটিন ১টি ৮০–১২১×১০^{৩} ডা। সাধারণভাবে এর ২টি প্রজাতিগ্রুপ রয়েছে। *Saccharomyces* cerevisiae গ্রুপ ও

BANSDOC Library
Accession No. 7284
Date 10-6-04

সারণি ৪.৪ : সন্তত

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গ্রুপ নাম, নিদর্শন প্রজাতি	গ্রুপবৈশিষ্ট্য, উপগ্রুপ এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য প্রজাতি
	Helminthosporium গ্রুপ। ছত্রাকের নামেই এদের নাম। যথা—*Ustilago maydes, Aspergillus foetidus, A. Niger* ইত্যাদি পরজীবী ভাইরাস সমূহ।
গোত্র ২—Partitiviridae	২ সূত্র ২ অণু RNA বিশিষ্ট ৩০–৩৫ nm ব্যা বিভিন্ন ধরনের কণা। RNA–র পরিমান ১.১–১.৬×১০^{৬} ডা. এবং ১টি মাত্রকোট প্রোটিন ৪২–১২১×১০^{৩} ডা.। ক্ষেত্র বিশেষে গৌণ (minor) প্রোটিন থাকতে পারে। সাধারণভাবে ৩টি প্রজাতি গ্রুপ রয়েছে। *Penicilium stoloniferum* PsV-s and *Gaeumannomyces graminis* group I & II. কয়েকটি উদাহরন— *Phialophora* spp., *Agaricus bisporus* etc. ছত্রাকের পরজীবী ভাইরাসসমূহ।
গোত্র ৩—	প্রধানত *Penicillium* spp. গুলোর পরজীবী ৩৫–৪০nm কণা। ৩ অণু RNA ২×১০^{৬} ডা বিভিন্ন ক্যাপসিড বিশিষ্ট। ১ প্রকার কোট প্রোটিন ১১৫×১০^{৩} ডা.। পোষকের নামেই এদের নাম। যেমন— *Penicillium crysogenum, P. brevicompactum, P. cyaneo-fuluum, Helminthosporium victoriae* ইত্যাদি।
শৈবাল ভাইরাস (Algal virus) ভাইরাস অথবা ভাইরাসের মত অনেক কণাকার বস্তু শৈবালে পাওয়া গেছে	এগুলোর চরিত্র বিশ্লেষণ ও শ্রেণী বিন্যাস এখনও যথাযথভাবে হয়নি। বৃহদাকার ১৫০–২৫০ নেমি বহুতলক এবং ৫৩০ নেমি দীর্ঘ দণ্ডাকার কণা পাওয়া গেছে। DNA ধারক বহুতলক পাওয়া গেছে যেসব শৈবালে— *Oedogonium* spp., *Uromema gigus, Coleochete scutata, Paramecium bursaria* ইত্যাদি। RNA ধারক দণ্ডাকার কণা পাওয়া গেছে *Chara coralina*তে।
ভিরয়েড (Viroid)	আবাদী উদ্ভিদের রোগের কারণ হিসাবে এদের আবিষ্কার শুরু হয়েছে অতি সাম্প্রতিক সময়ে (১৯৭০–এর দশক থেকে)। এগুলো বৃত্তাকার ১ সূত্র অতি ক্ষুদ্র RNA সূত্র দ্বারা গঠিত ক্যাপসিড বিহীন নগ্ন নিউক্লিক এসিড সূত্র। যতোটা জানা গেছে ২৫০ (ASBV–এ) থেকে ৬০০টি (CCCV–এ) নিউক্লিওটাইডের সমন্বয়ে এগুলো গঠিত। কয়েকটি উদাহরণ, Potato spindle tuber (PSTV). Citrus exocortis (CEV), Coconut cadung cadung (CCCV), H[illegible] (HSV), Avocado sunblotch (ASB[illegible] apical stunt (TASV), ইত্যাদি।

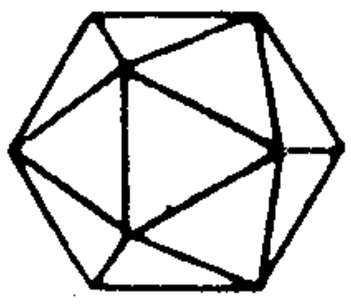
সারণি ৪.৫ : শ্রেণিবিন্যস্ত ব্যাকটেরীয় ফাজ (১–৮), সায়ানোফাজ (৯–১০) ও মাইকোপ্লাজমা ভাইরাস (১১–১২)

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গোত্র, নিদর্শন প্রজাতি	গোত্র বৈশিষ্ট্য, উপগোত্র এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য ও প্রজাতি (পোষক)
২DNA, দ্বৈত, জটিল অনম্য লেজ, অনাবৃত	
১। মায়োভাইরিডি (Myoviridae) T2 (*E. coli*) 	বৃহদাকৃতি ফাজ ; বিংশতল মাথা ১১০×৮০ nm ; গ্রীবা (neck), কলার, কুঞ্চনশীল (contractile) লেজাবরণ, ৬টি তন্তু ও ৬টি পিনসহ প্রান্তপাত বিশিষ্ট লেজ ১১০×১৬ ; ১ অণু দ্বিসূত্র DNA, ১৩০×১০^{৬} ডা, এতে সাইটোসিনের স্থলে হাইড্রক্সি মিথাইল সাইটোসিন রয়েছে, জিন সংখ্যা ১০০ ; ক্যাপসিড ও লেজ ৩০ প্রকার প্রোটিন দিয়ে তৈরি। কয়েকটি উদাহরণ, P1, P2, (*E. coli. Salmonella*) ; PBSX, SP3, SP8, SP15, SP50, SPO1, SBS1 (*Bacillus subtilis*) ; 16-19 (*Salmonella*) ; 108/106 (*Thermomonospora*) ; HM3 (*Clostridium*) ; 13 (*Mycobacterium*) ; CT4, e, m (*Rhizobium*) ; XP5 (*Xanthomonas*) ; RZB (*Streptococcus*) ইত্যাদি।
২DNA, দ্বৈত, সরু নম্য লেজ, অনাবৃত	
২। সাইফোভাইরিডি (Syphoviridae) λ (*E. coli*) 	এ গোত্রটির পূর্বেকার নাম Styloviridae ; মাথা সমমাত্রিক (isometric) ৫০–৬০ nm অথবা লম্বাকার (elongated), ৪৩×১১৩nm ; বিভিন্নদৈর্ঘ্যের শরু নম্য (flexible) ও অকুঞ্চনশীল (non-contractile) লেজ, হতে পারে ৬০, ২০০, ২৬০–৫৩৯×১০nm পর্যন্ত। দ্বিসূত্র রেখাকার DNA, হতে পারে ৩০–৫৫×১০^{৬} ডা ; কিছু সদস্য ধারক (lysogenic), কিছু মারক (lytic), কিছু এখনও শনাক্ত হয়নি। উদাহরণস্বরূপ, ধারক : λ, ϕ80, ϕD328 (*E. coli*) ; 105 (*Bacillus subtilis*) ; $\propto$ (*Bacillus megaterium*) ইত্যাদি। মারক : T1 (*E. coli*) ; P11 (*Staphylococcus aureu*) অশনাক্ত–N4, P22, (Enterobacteria) ; Tb (*Brucella*) ; HM2 (*Clostridium*), gh1, SD1 (*Pseudomonas*) ইত্যাদি।
২DNA, দ্বৈত, ক্ষুদ্র অনম্য লেজ, অনাবৃত	
৩। পোডোভাইরিডী (Podoviridae) T7 (*E. coli*)	স্ত্রীনির্দিষ্ট (female specific) এন্টারোব্যাকটেরীয় ফাজ ; অতিক্ষুদ্র (২০ nm এর কম) অনম্য অকুঞ্চনশীল লেজ বিশিষ্ট ; মাথা সমমাত্রিক ৬৫ nm ; দ্বিসূত্র DNA

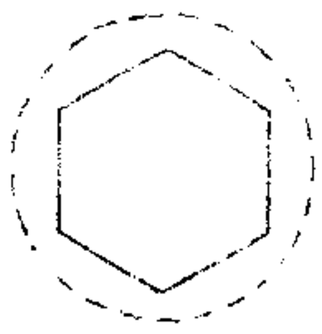
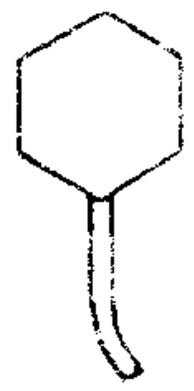
সারণি ৪.৫ : সন্তত

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গোত্র, নিদর্শন প্রজাতি	গোত্র বৈশিষ্ট্য, উপগোত্র এবং/ অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য ও প্রজাতি (পোষক)
	২৪×১০^{৬} ডা ; এতে ১৩ প্রকার প্রটিন রয়েছে, এরা আক্রামী (virulent) ফাজ। কয়েকটি উদাহরণ, T3, W31, ϕI. ϕII, sd, N4 (*E. coli*) ; H *Pasteurella pestis*) ; GV3, GV5 (*Bacillus*) ; PTB (*Yersinia pestis*) ; GA-1, ϕ29 (*Bacillus*) ইত্যাদি।
২DNA রেখাকার, বিংশতল, অনাবৃত	
৪। টেকটিভাইরিডি (Tectiviridae) PRD1 (*Pseudomonas* sp).	৬৫ nm কণা, কখন কখন দীর্ঘ কৌণিক শঙ্কু (spike) বিশিষ্ট, অন্তঃলিপিড (১৫%) রয়েছে ; দ্বিসূত্র DNA ৯×১০^{৬} ডা, ১৫% ; ১০ প্রকার প্রোটিন রয়েছে ; আন্ত্রিক বেকটেরিয়ার পিলির প্রান্তে উপশোষিত হয়। এরা প্লাজমিড নির্ভর। কয়েকটি উদাহরণ—PR3, PR4, PR5, PR772 (*Pseudomonas* ও আন্ত্রিক ব্যাকটেরিয়া) ; ϕNS 11 (*Bacillus*) ; AP 50 (*Anthrax*) ; Bam 35 (*Bacillus anthrasis*), ইত্যাদি।
৫। কর্টিকোভাইরিডি (Corticoviridae) PM2 (*Pseudomonas*)	৬০ nm বিংশতলক, কৌনিক শঙ্কু বিশিষ্ট ; এতে রয়েছে দ্বিসূত্র অতিকুণ্ডলিত DNA, ৬×১০^{৬} ডা, ১২% ; লিপিড প্রধানত ফসফোলিপিড (১৩%) ও ৪টি প্রোটিন (৭৫%) ৪৩, ৩২, ১২ ও ৫×১০^{৩} ডা। কয়েকটি উদাহরণ, যথা—NS 11 (*Bacillus acidocaldarius*), 06 N 58 P (*Pseudomonas*) চূড়ান্তভাবে সনাক্ত নয়।
১DNA বৃত্তাকার, বিংশতল, অনাবৃত	
৬। মাইক্রোভাইরিডি (Microviridae) ϕX174 (*E. coli*, C)	২৭ নেমি, ৬.৭×১০^{৬} ডা ; ১২টি কৌনিক অবস্থানে স্ফীত প্রান্ত মোটা শঙ্কু রয়েছে ; ১ অণু একসূত্র বৃত্তাকার DNA, ১.৭×১০^{৬} ডা, ৩৩%, জিনসংখ্যা ৯ ; ক্যাপসিড প্রোটিন ৪৮×১০^{৩} ডা ; পোষক প্রাচীরে শঙ্কুর দ্বারা উপশোষিত হয় ; মারক ফাজ। যথা—M20, N8, St-1, ST2, ∝ 10, Dϕ3, Dϕ4, DCD5 (আন্ত্রিক ব্যাকটেরিয়া) ; G4, G6, G13, G14, SA-1, S13, U3, WA/1, ∝3, ϕA, ϕC, 1ϕ1, 1ϕ7 (*E. coli*) ; ∝1, ∝2 (*Achromobacter*) ইত্যাদি।

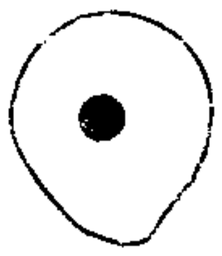
সারণি ৩.৫ : সন্ততি

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য	গোত্র বৈশিষ্ট্য, উপগোত্র এবং/অথবা গণ
গোত্র, নিদর্শন প্রজাতি	কিছু সুদৃষ্ট সদস্য ও প্রজাতি (পোষক)
১DNA বৃত্তাকার, সর্পিল সমাবেশ, আবৃত	
৭। ইনোভাইরিডি (Inoviridae) fd (*Pseudomonas*). 	দীর্ঘ (সূত্রাকার ও দণ্ডাকার) কণার দুটি গণ সমন্বয়ে গঠিত গোত্র। এগোত্রের সাধারণ বৈশিষ্ট্য, পোষক কোষের মৃত্যুছাড়াই অনুলিপিত ভাইরাস জনুর অবমুক্তি ঘটে। এর দুটি গণ রয়েছে— ক. ইনোভাইরাস-সূত্রাকার ৬×৭৫০–২০০০nm, ১ অণু বৃত্তাকার DNA, ১.৭×১০^{৬} ডা, ৩৩%, জিন সংখ্যা ৯ ; এরা আন্ত্রিক ব্যাকটেরিয়ার পুংনির্দিষ্ট ভাইরাস, পোষকের পিলিপ্রান্ত দিয়ে এদের বিদারণ (penetration) ঘটে। যথা--f1, AE2, M13, Pf1 (*Pseudomonas* এবং আন্ত্রিক ব্যাকটেরিয়া) ; Xf (*Xanthomonas*,) ; V6 (*Vibrio parahaemolyticus*) ; ইত্যাদি। খ. প্লেকট্রোভাইরাস—Mycoplasma virus type I বলে পরিচিত।
১RNA রেখাকার, বিংশতল, অনাবৃত	
৮। লেভিভাইরিডি (Leviviridae) MS2 (*E. coli*) 	একক গণ গোত্র, সাধারণত RNA ফাজ গোত্র নামে পরিচিত, ২৩ nm কণা ; ১৮০টি প্রোটিন অণু নির্মিত ৩২টি ক্যাপসোমার দ্বারা ক্যাপসিড গঠিত ; ১ অণু ইতি সূত্র RNA ১.২১–১.৩৯×১০^{৬} ডা ; সাধারণত আন্ত্রিক ব্যাকটেরিয়ার পিলির পার্শ্বদেশে উপশোষিত হয় ; জননকালে এরা উপশোষনের পর ১ ঘণ্টার কম সময়ে পোষক কোষের মৃত্যু ঘটায় এবং কয়েক হাজার সন্ততি ভাইরাস অবমুক্ত হয় ; শারীরবৃত্তিক পার্থকভেদে এর রয়েছে ২টি গ্রুপ ও ৪টি উপগ্রুপ— গ্রুপ A এর দুটি উপগ্রুপ I ও II ; এবং গ্রুপ B এর দুটি উপগ্রুপ III ও IV. উদাহরণস্বরূপ বিভিন্ন উপগ্রুপের কয়েকটি ভাইরাস ; যথা-- উপগ্রুপ I—f2, f4, fr1, FA5, fcam ; উপগ্রুপ II—GA, SD. BZ13. KU1 ; উপগ্রুপ III—Qβ, VK, ST, TW18 ; উপগ্রুপ IV--—SP. MX, IDZ, *E.coli* সব গ্রুপের সব উপগ্রুপের পোষক।

সারণি ১.৫ : সমাপ্ত

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য	গোত্র বৈশিষ্ট্য, উপগোত্র এবং/অথবা গণ
গোত্র, নিদর্শন প্রজাতি	কিছু সুদৃষ্ট সদস্য ও প্রজাতি (পোষক)
২RNA রেখাকার খণ্ডিত, সমমাত্রিক, আবৃত	
৯। সিস্টোভাইরিডি (Cystoviridae) ϕ6 (*Pseudomonas phaseolicola*) 	সমমাত্রিক ৬০ nm কণা, ৩ খণ্ড দ্বিসূত্র রেখাকার RNA, ২.৩, ৩.১ ও ৫.০×১০⁶ ডা.; ঘন্তক ১২ প্রকার প্রোটিন ও RNA পলিমারেজ রয়েছে; নমনীয় লিপিড সমৃদ্ধ ঝিল্লী দ্বারা আবৃত; ভাইরাসের লিপিড পোষক কোষ ঝিল্লী লিপিডের অনুরূপ; পোষকের পিলিতে উপশোষিত হয়।
১DNA রেখাকার, বৃত্ত, অনাবৃত	
১০। সায়ানোফাজ (Cyanophage) AS-1 (M), (*Anacystis Synechococcus* spp.) LPP-1 (*Plectonema, Phormidium*) 	নীলাভসবুজ শৈবালের পরজীবী ভাইরাসগুলো বিশেষভাবে মায়ো–, স্টাইলো– ও পোডোভাই রিডির সাথে সাদৃশ্যযুক্ত। এগুলো মাথা, লেজ ও ১ অণু দ্বিসূত্র রেখাকার-DNA বিশিষ্ট নিদর্শন (typical) T-সদৃশ (T-even) শ্রেণী। এর ২টি গণ; উদাহরণসহ গণগুলো–
	ক. Cyanomyovirus : মাথা ৬০–৯০nm, চওড়া ২৪৪×১৪–২৩nm নমনীয় লেজ; DNA ২৪–৬০×১০⁶ ডা.। যথা—N-1, A-1(L), A-2 (*Anabaena*) ইত্যাদি।
	খ. Cyanostylovirus : মাথা ৫৩ নেমি, ১২০-১৪০×১০ নেমি নমনীয়/অনমনীয় লেজ; DNA প্রায় ২৫×১০⁶ ডা.। যথা—S1, S2 L (*Synechococcus*); SM-2 (*Microcystis, Synechococcus*) ইত্যাদি।
	গ. Cyanopodovirus : মাথা ৫০–৭০ নেমি, লেজ ১৫×১৫ নেমি; DNA ৩৭×১০⁶ ডা.; ১০–১৪ প্রকার প্রোটিন রয়েছে; —LPP-2, LPP-3 (*Lyngbia, Plectonema, Phormidium*) SM-1 (*Synechococcus, Microcystis*); A4-L (*Anabaena*); AC-1 (*Anacystis, Chroococcus*) ইত্যাদি।

সারণি ৪.৫ : সন্তত

কোর ও ক্যাপসিড বৈশিষ্ট্য গোত্র, নিদর্শন প্রজাতি	গোত্র বৈশিষ্ট্য, উপগোত্র এবং/অথবা গণ কিছু সুদৃষ্ট সদস্য ও প্রজাতি (পোষক)
১DNA বৃত্তাকার, সর্পিল, আবৃত	
১১। মাইকোপ্লাজমা ভাইরাস টাইপ I (Mycoplamavirus type I) MVL-51 (*Acholeplasma*)	এরা সম্পূর্ণ ইনোভাইরিডির মত। Plectovirus নামে ইনোভাইরিডির একটি গণরূপেও এদের বিন্যস্ত করা হয়। ঋজু দণ্ডাকার—১৪×৮৪ nm, ১ অণু বৃত্তাকার DNA ১.৫×১০^{৬} ডা ; ক্যাপসিড গঠিত ৪ প্রকার প্রোটিন দিয়ে। এরা কোষ বিগলক নয়। কয়েকটি উদাহরণ, যথা— MV-L1, MVG51 (*Acholeplasma*) ইত্যাদি।
১DNA বৃত্তাকার, আপাতবর্তুলাকার, আবৃত	
১২। প্লাজমাভাইরিডি (Plasmaviridae অথবা Mycoplasma virus type 2) MVL2 (*Mycoplasma*) 	এগোত্রের ভাইরাসগুলোকে মাইকোপ্লাজমা টাইপ ২ ও বলা হয় ; এগুলো স্বভাবত বহুরূপী (pleomorphic), ৫০–১২০nm ; অতিকুণ্ডলিত বৃত্তাকার DNA, ৭.৬×১০^{৬} ডা ; পোষক ঝিল্লীর অনুরূপ প্রাবরণবিশিষ্ট ; ৮ প্রকার প্রোটিন রয়েছে, মুকুলন প্রক্রিয়ায় অপত্য (proginy) ভাইরাস পোষক কোষ থেকে নির্গত হয়, পোষকের রোগ সৃষ্টি করে না, মৃত্যু ঘটায় না অর্থাৎ কোষ বিগলক (cytolytic) নয়। যথা—mv, mvl3, 1307, v1, v2, v5, v7, Lg-ps2L (*Mycoplasma*) ইত্যাদি। কোষবিগলক (cytolytic) *Mycoplasma* virusগুলোকে টাইপ ৩ বলে চিহ্নিত করা হলেও ভাইরাসগুলোর শ্রেণিকরণ এখনও অসম্পূর্ণ রয়েছে।

এ তালিকাগুলো সংগ্রথনে যে সকল পুস্তকের সাহায্য নেয়া হয়েছে :

১. The Viruses—Catalogue, Characterisation and Classification. (1985). Heinz Fraenkel-Conrat & Robert. R. Wagner (ed).

২. Classification and Nomenclature of Viruses. Intervirology. 17th Vol. (1982). R. E. F. Matthews.

৩. General Virology. 2nd ed. (1978). S. E. Luria, J. E. Darnell (jr.), D. Baltimore and A. Campbell.

৪. Plant Virology—The Principles. 1st ed. (1979). A. Gibbs & B. Harrison.

৫. Zinsser Microbiology. (1984). W. K. Joklik. H. P. Willet & D. B. Amos (ed).

৬. Introduction to Plant Viruses. 2nd ed. (1987). C. L. Mandahar.

৭. Introduction to Modern Virology. (1987). N. J. Dimmock & S. B. Primrose.

পঞ্চম অধ্যায়

ভাইরাস অনুলিপন

ভাইরাসের জনন (reproduction) প্রক্রিয়ার বিশেষ নাম অনুলিপন। ভাইরাস ও প্রকৃত কোষী জীবের জনন প্রক্রিয়ায় যে মৌলিক পার্থক্য রয়েছে সেটি নির্দেশ করার জন্যই ভাইরাসের জননকে অনুলিপন (replication) বলে অভিহিত করা হয়েছে। কোষী (cellular) জীবের ক্ষেত্রে জনন একটি সামগ্রিক (total) কোষী প্রক্রিয়া। একটি বা দুটি সম্পূর্ণ জননকোষ এ প্রক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে। কিন্তু ভাইরাসের ক্ষেত্রে এটি একটি উপকোষী (sub-cellular) বৃহদাণবিক (macromolecular) সংশ্লেষণ প্রক্রিয়া। এক্ষেত্রে জনন কখনই দুটি ভাইরাস কণার যৌথ ক্রিয়া নয় এবং একান্তভাবে নিজস্ব ক্রিয়াও নয়। সম্পূর্ণ প্রক্রিয়াটির সাথে রয়েছে পোষক কোষের গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা। বিভিন্ন ভাইরাসের গঠনে যেমন পার্থক্য রয়েছে, তেমনি পার্থক্য রয়েছে এদের জিনীয় প্রকৃতি (genetic nature) এবং অনুলিপন বা জননেও। তা সত্ত্বেও বলা যায়, সকল ভাইরাসের অনুলিপন ও সংবৃদ্ধি (multiplication) প্রক্রিয়ায় রয়েছে মৌলিক সাদৃশ্য। তাই সাধারণভাবে ভাইরাসের অনুলিপন সংক্রান্ত গবেষণা ও পরিশীলনের (study) জন্য যে কোনো একটি নির্দিষ্ট ভাইরাসকে মডেলরূপে গ্রহণ করা যেতে পারে। ১৯৩০-এর দশকে বিজ্ঞানী বার্নেট (F. M. Barnet) ও শ্লেসিঙ্গার (M. Schlesinger) এবং কিছুকাল পরে (১৯৪২-৪৮) ডেলব্রুক (M. Delbruck), লুরিয়া (S. Luria), লোফ (A. Lwoff), হার্শে (A. Hershey) এবং কোহেন (S. Cohen) *E. coli* ব্যাকটেরিয়ার কয়েকটি T-সদৃশ ফাজ (T-even phage) যেমন—T2, T4 এবং T6 নিয়ে কাজ করেন এবং ভাইরাসের অনুলিপন প্রক্রিয়া অনুধাবনে গুরুত্বপূর্ণ সাফল্য অর্জন করেন। পরবর্তীতে বিংশতল ফাজ ϕX174 ও G4 এবং দণ্ডাকার ফাজ fd ও M13 এতদসংক্রান্ত কাজে ব্যবহার করেন বিভিন্ন বিজ্ঞানী। এরও পরে শুরু হয় উদ্ভিদ ও প্রাণিভাইরাস নিয়ে অনুলিপন সংক্রান্ত গবেষণা।

ব্যাকটেরীয় ফাজের অনুলিপন

ফরাসী ভাইরাসবিদ আন্দ্রে লোফের মতে ব্যাকটেরীয় ফাজগুলো তিনটি বিভিন্ন পর্যায়ে অবস্থান করতে পারে। তন্মধ্যে একটি বহিঃকোষী (extra cellular) ও দুটি অন্তঃকোষী। যথা—

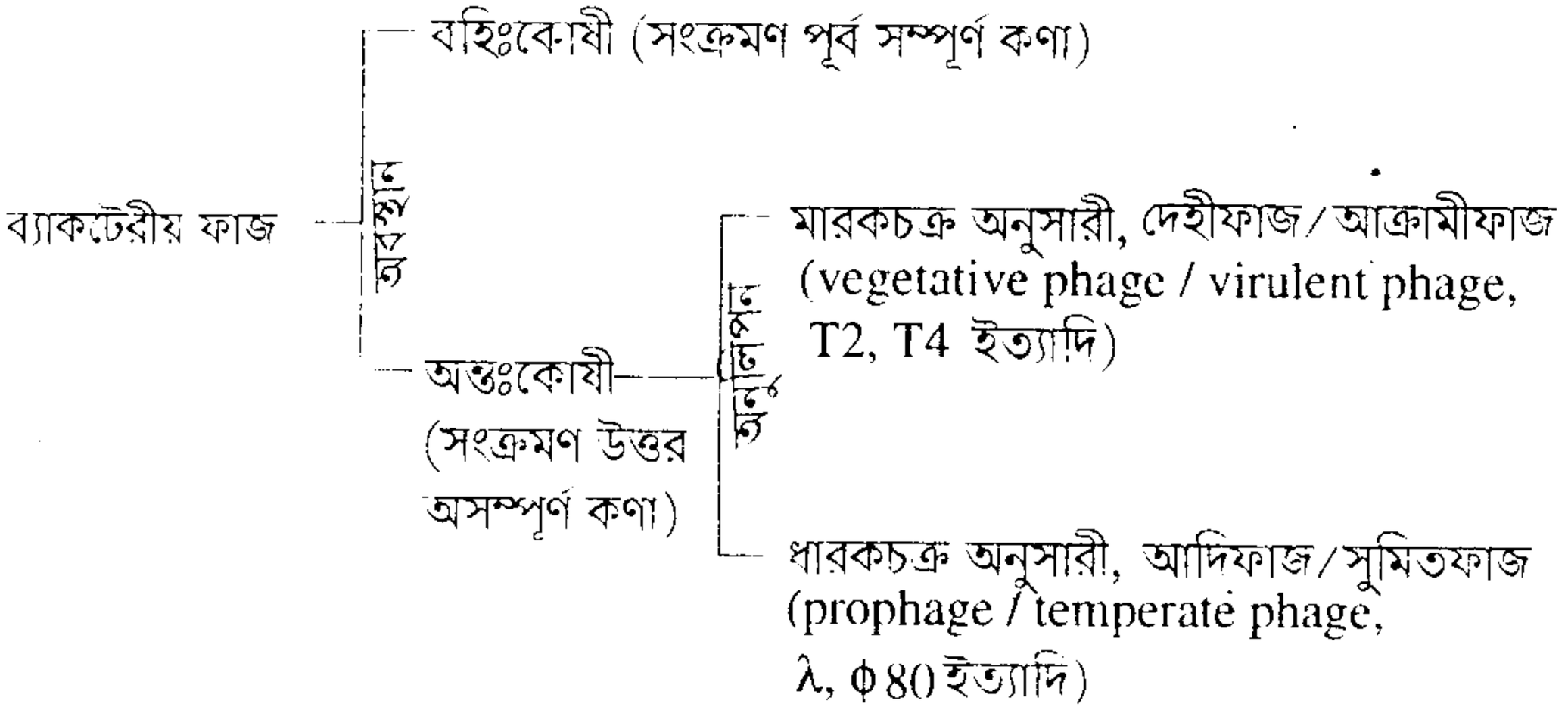
ক. বহিঃকোষী পর্যায়—এটি সংক্রমণ সংক্ষম, সংক্রমণ পূর্ববর্তী পূর্ণাঙ্গ ভাইরিয়ন কণা।

খ. অন্তঃকোষী পর্যায়—এটি সংক্রমণ পরবর্তী পোষক কোষের ভেতরে অবস্থানকারী অপূর্ণাঙ্গ ভাইরাস কণা। অর্থাৎ এটি পোষক কোষের ভেতরে অবস্থিত ক্যাপসিডবিহীন নগ্ন নিউক্লিক এসিড। এটি দুপ্রকার হতে পারে—

১. আক্রামী (virulent) বা দেহী (vegetative) ফাজ—পোষক কোষের মধ্যে দ্রুত অনুলিপনের মাধ্যমে এর জনন ও সংবৃদ্ধি ঘটে। জননচক্র শেষে পোষক ব্যাকটেরীয়ার কোষ বিনষ্ট হয় ও একটি পূর্ণাঙ্গ ভাইরাস জনু (generation) বেরিয়ে আসে। তাই এ জননচক্রকে মারক চক্র (lytic cycle) বলা হয়।

২. আদিফাজ (prophage) বা সুমিত (temperate) ফাজ—এর জনন ও সংবৃদ্ধি ঘটে পোষক কোষের জনন ও সংবৃদ্ধির সাথে সাথে। এ ফাজের নিউক্লীক এসিড পোষক কোষের নিউক্লিক এসিড অনুক্রমের (sequence) মধ্যে অঙ্গীভূত (integrated) হয়ে তার সাথেই অনুলিপিত হয় ও তার সাথেই সহাবস্থান করে। এ জননচক্র শেষে পোষক কোষ বিনষ্ট হয় না। তাই একে বলা হয় ধারক চক্র (lysogenic cycle) এবং এ ফাজকে বলে সুমিত (temperate অর্থাৎ সুসংযত) ফাজ। অবশ্য পরবর্তীতে বিশেষ অনুকূল পরিবেশে যে কোন সময়েই সুমিত ফাজ আক্রামী (virulent) ফাজে রূপান্তরিত হয়ে মারক (lytic) জনন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে ভাইরাস উৎপাদন শুরু করতে পারে।

ব্যাকটেরীয় ফাজের অবস্থান ও অনুলিপনের প্রকারভিত্তিক শ্রেণিবিন্যাস ছক



উপর্যুক্ত আলোচনা থেকে একথা স্পষ্ট যে, ভাইরাসের জনন প্রক্রিয়াকে সুবিধাজনকভাবে দুটি সুনির্দিষ্ট শিরোনামে আলোচনা করা যেতে পারে। যথা—১. মারক চক্র ও ২. ধারকচক্র।

১. মারকচক্র (Lytic cycle)

যথার্থ অর্থে মারক চক্রই ভাইরাসের সংবৃদ্ধি প্রক্রিয়া। মারকচক্রের পরিশীলন (study) শুরু হয় প্রথমত কলিফাজ T2 নিয়ে গবেষণা সূত্রে ; শুধু তাই নয়, এ সংক্রান্ত অধিকাংশ তথ্য জানা সম্ভব হয়েছে T2-গবেষণা থেকেই। দেখা গেছে T2-র নিকট প্রজাতি T4 ও T6 ও মারকচক্র অনুসারী এবং বহুলাংশে T2-র মতই। T4 ও T6 নিয়েও বহুবিজ্ঞানী এতদ সংক্রান্ত অনেক কাজ করেছেন এবং এখনও করছেন।

যতটা জানা যায় সব উদ্ভিদ ও প্রাণিভাইরাসই জনন প্রক্রিয়ায় মারক চক্র অনুসারী, কেবল বহু সংখ্যক ব্যাকটেরীয়ফাজই অনুকূল পরিবেশে ধারকচক্র অনুসরণ করে।

১.১ T2 ফাজের অনুলিপন

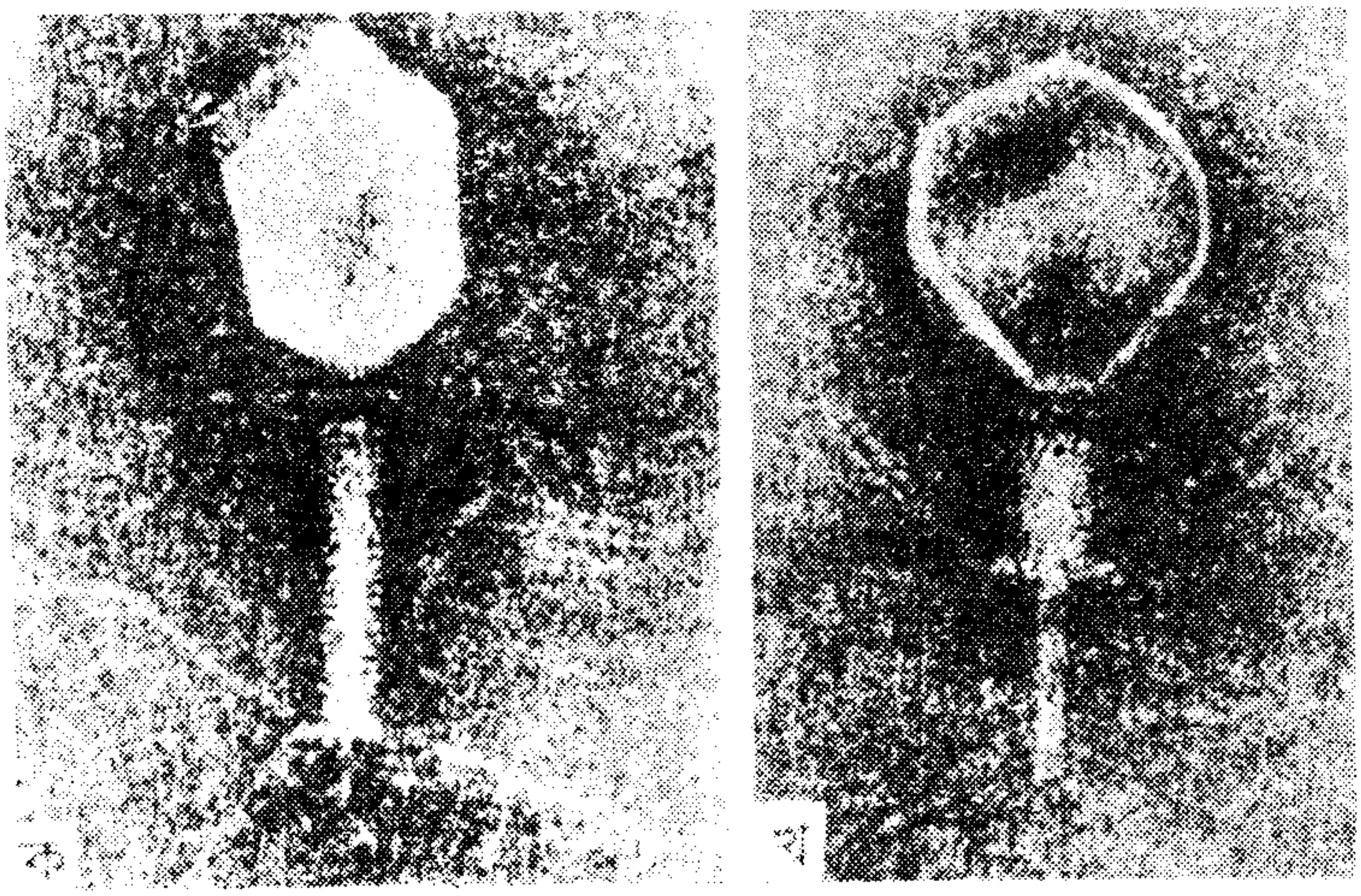
T2 একটি দ্বৈত সমাবেশ (binal symmetry), দ্বিসূত্র রেখাকার (linear) DNA বিশিষ্ট *E. coli* ব্যাকটেরীয় ফাজ। এটি একটি আক্রামী (virulent) ফাজ। এর জননপ্রক্রিয়া মারক চক্র (lytic cycle) অনুসারী। এ চক্রের এক পর্যায়ে পোষক কোষ বিগলিত (dissolved) হয় ও উৎপাদিত একটি ভাইরাস জনু (generation) অবমুক্ত হয়।

বর্ণনার সুবিধার জন্য মারক চক্রকে চারটি পর্যায়ে বিভক্ত করা হয়েছে। যথা—

ক. উপশোষণ (adsorption),
খ. বিদারণ (penetration),
গ. অন্ধকার পর্যায় (dark phase বা eclipse) এবং
ঘ. মরণ (lysis)।

ক. উপশোষণ (Adsorption)

পোষক কোষের পৃষ্ঠে ভাইরাসের সংযুক্ত হওয়াকেই উপশোষণ বলা হয় (চিত্র ৩.২৫, ৫.১)। একটি ভাইরাস ও এর নির্দিষ্ট পোষক ব্যাকটেরিয়া যদি একই নিলম্বন (suspension) মাধ্যমে উপস্থিত থাকে এবং তাদের মধ্যে যদি সংঘর্ষ (collision) ও সংস্পর্শ (contact) ঘটতে থাকে তাহলে ভাইরাস ব্যাকটেরিয়া পৃষ্ঠে উপশোষিত হয়। নিলম্বন মাধ্যমে ভাইরাস ও ব্যাকটেরিয়ার সংখ্যা যত বেশি থাকবে তাদের মধ্যে সংঘর্ষ ও সংস্পর্শ তত বেশি ঘটবে



চিত্র ৫.১ : T2 ফলিফাজে ইলেকট্রন বীক্ষণিক চিত্র। ক. উপশোষণকালে প্রসারিত স্পর্শকতন্তু ; বিদারণ পূর্ব অবস্থা ; খ. বিদারণ পরবর্তী অবস্থা, মাথা নিউক্লিয়য়েডবিহীন শূন্য খোলক, লেজাবরণ সঙ্কুচিত। [নেতিরঞ্জন পদ্ধতিতে তৈরি স্লাইড থেকে গৃহীত ফাজের চিত্র। E. Boy de la Tour–এর সৌজন্যে Davis *et al.* সূত্রে প্রাপ্ত।]

এবং ব্যাকটেরিয়াপৃষ্ঠে ভাইরাসের উপশোষণের সম্ভাবনাও তত বেশি থাকবে। প্রতিটি ভাইরাসেরই যেমন নির্দিষ্ট পোষক রয়েছে তেমনি রয়েছে পোষক পৃষ্ঠে নির্দিষ্ট গ্রাহীস্থল (receptor site), যে স্থানে ভাইরাস রাসায়নিকভাবে আসক্ত ও উপশোষিত হয়। অধিকাংশ ফাজই তাদের পোষকপৃষ্ঠে উপশোষিত হলেও কোন কোন ফাজ উপশোষিত হয় পোষকের কষা (flagella) অথবা পিলিতে (pili)। PBS1 ফাজ উপশোষিত হয় পোষকের কষাতে (Dimmock & Primrose) এবং পুংনির্দিষ্ট (male specific) ফাজ fd উপশোষিত হয় F+ কলিফাজের পিলিতে (Davis *et al.*)। T-সদৃশ কলিফাজের ক্ষেত্রে উপশোষণের সূচনা হয় স্পর্শক তন্তুর প্রান্ত দ্বারা। এ সকল ফাজের স্পর্শক তন্তুগুলো হাটুর (knee) কাছে ভাঁজবদ্ধ ও গুস্ফের সাথে রাসায়নিকভাবে আকৃষ্ট হয়ে গুটিয়ে থাকে (চিত্র ৩.২৮)। কেবল গ্রাহী স্থলের সংস্পর্শে এলেই তন্তুগুলো গুস্ফের আকর্ষণ ও ভাঁজমুক্ত হয় ও গ্রাহী স্থলে ছড়িয়ে পড়ে উপশোষিত হয় (Conle and Wood 1975)। এ উপশোষণ অপ্রত্যাবর্তী (irreversible), অর্থাৎ ফাজ পোষকপৃষ্ঠে একবার উপশোষিত হলে আর কখনও সংযোগমুক্ত হয়না। স্পর্শক তন্তুর উপশোষণের পর পরই লেজের প্রান্তস্থিত পিনগুলো পোষক পৃষ্ঠে উপশোষিত হয়। উপশোষিত ফাজ সব সময়েই পোষকপৃষ্ঠের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে। পোষকপৃষ্ঠের গ্রাহী স্থলগুলোর বহিঃকোষাবরণ জটিল প্রোটিনও লিপোপলিসেখারাইড দিয়ে তৈরি, যা কেবল একটি নির্দিষ্ট ফাজকেই রাসায়নিকভাবে আকৃষ্ট ও আবদ্ধ করতে পারে। বায়ারের (M. E. Bayer ১৯৬৮) মতে পোষকপৃষ্ঠে গ্রাহী স্থলের অবস্থান ও সংখ্যা নির্দিষ্ট। T4 ফাজের জন্য *E. coli* পৃষ্ঠে ৩০০ গ্রাহী স্থল (receptive site) রয়েছে (Bayer & Davis)। দেখা গেছে ফাজের লেজ থেকে বিচ্ছিন্ন স্পর্শকতন্তু নির্দিষ্ট পোষকপৃষ্ঠে উপশোষিত হয়, কিন্তু তন্তুহীন ফাজ উপশোষিত হয় না।

খ. বিদারণ (Penetration)

ভাইরাস নিউক্লীক এসিডের পোষক কোষে প্রবিষ্ট হওয়াকেই বিদারণ বলা হয় (চিত্র ৫.১)। সফল সংক্রমণ ও এর মরণ পর্যায় পর্যন্ত উপনীত হবার জন্য সম্পূর্ণ নিউক্লিক এসিড কোরটির পোষক কোষে প্রবিষ্ট হওয়া প্রয়োজন। ফাজের লেজপ্রান্তে কিছু জলান্বয়ী (hydrolysing) এনজাইম থাকে যার সাহায্যে উপশোষণের পর *E. coli* কোষের ক্যাপসুল পলিসেখারাইড জলান্বিত হয়ে গলে যায় ও সেস্থানে ছিদ্র তৈরি হয়। উপশোষনের পরই লেজাবরণ সঙ্কুচিত হয় ও উৎপন্ন ছিদ্র পথে লেজনল ক্যাপসুল বিদীর্ণ করে কোষঝিল্লীর কাছে পৌঁছে যায় (চিত্র ৩.২৫, ৫.১)। লেজনল কোষঝিল্লী বিদীর্ণ করে না, তবে এর আণবিক গঠন এমনভাবে পরিবর্তিত করে যে ভাইরাস DNA সহজেই ঝিল্লী অতিক্রম করে পোষক কোষে প্রবেশ করে। ভাইরাসেরই কিছু অন্তঃপ্রোটিন এর DNA-কে পোষক ঝিল্লীর নিউক্লিয়েজ (nuclease) প্রভাব থেকে রক্ষা করে। কোন কোন ফাজের ক্ষেত্রে (যেমন T7) ফাজ DNA-র একটি নির্দিষ্ট প্রান্ত সব সময় আগে পোষক কোষে প্রবেশ করে ও কিছু নির্দিষ্ট প্রোটিন আগেই সংশ্লেষিত হয় এবং এগুলোই কোষী নিউক্লিয়েজ প্রতিক্রিয়া (reaction) থেকে ফাজ DNAকে রক্ষা করে।

ভাইরাসের প্রোটিন কোট পোষক কোষে প্রবেশ করে না এবং পরবর্তী সংশ্লেষণেও অংশগ্রহণ করে না, কিন্তু তবুও কখনও পোষকপৃষ্ঠ থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে যায় না। পোষকপৃষ্ঠ

সংলগ্ন এসব ফাঁপা প্রোটিন কোটগুলোকে বলা হয় ভুতুড়ে ফাজ (ghost চিত্র ৫.১)। সাধারণত একটিমাত্র ভাইরাস একটি ব্যাকটেরিয়াকে আক্রমণ ও সংক্রমিত করে। তবে দেখা গেছে, কখন কখন বহু সংখ্যক ভাইরাস একটি ব্যাকটৌরয়াকে আক্রমণ করে এবং উপশোষিত হয়ে এর কেপসুল ও কোষপ্রাচীরে ছিদ্র খনন করে। এর ফলে ব্যাকটেরিয়া কোষটি বিনষ্ট হয় বটে, কিন্তু ভাইরাসের সংবৃদ্ধি ঘটে না। এ প্রপঞ্চ (phenomenon)কে বলা হয় নিজনন মৃত্যু (lysis without)। এ ধরণের ক্ষেত্রে উপশোষিত ভাইরাসগুলো সাধারণত জিনীয়ভাবে বিভিন্ন হয়।

গ. অন্ধকার পর্যায় (Dark phase)

ভাইরাস নিউক্লিক এসিডের পোষক কোষে প্রবেশের পর কিছুটা সময় (১০–২৫ মিনিট) ধরে পোষক কোষের ভেতরে কি ঘটে সে সম্বন্ধে সরাসরি কিছুই জানা সম্ভব হয় নি। সে জন্যই এ পর্যায়কে বলা হয় অন্ধকার পর্যায় (বা eclipse)। যদি একটি নিলম্বন মাধ্যমে উপস্থিত সকল ভাইরাস উপস্থিত সকল ব্যাকটেরিয়াকে যুগপৎ (simultaneously) আক্রমণ করে, তা হলে হঠাৎই লক্ষ্য করা যায় নিলম্বন মাধ্যম থেকে সকল ভাইরাস অন্তর্হিত হয়েছে এবং এ অবস্থা চলতে থাকে যতক্ষণ না পরবর্তী ভাইরাস জনুর (generation) আবির্ভাব ঘটে। অর্থাৎ ভাইরাস নিউক্লীক এসিডের পোষক কোষে প্রবেশ থেকে পরবর্তী ভাইরাস জনুর আবির্ভাব পর্যন্ত সময়কালকেই বলা হয় অন্ধকার পর্যায়। T2 ভাইরাসের ক্ষেত্রে অন্ধকার পর্যায় ১৮ মিনিট। পূর্বেই বলা হয়েছে, অন্ধকার পর্যায় সম্বন্ধে সরাসরি কিছুই জানা সম্ভব হয়নি। তবে নিম্নোক্ত কিছু পরোক্ষ পরীক্ষার মাধ্যমে এ পর্যায় সম্বন্ধে এ পর্যন্ত বেশ কিছু তথ্য জানা সম্ভব হয়েছে। পদ্ধতিগুলো হচ্ছে—

১. নির্দিষ্ট সময় পর পর ভাইরাস সংক্রমিত কোষের পাতলা (thin) ছেদন (section) করে তার ইলেকট্রন আণুবীক্ষণির্ক পর্যবেক্ষণ ;

২. নির্দিষ্ট সময় পরপর কথিত নিলম্বন মাধ্যমের অতি–অপকেন্দ্রীকরণ (ultra-centrifugation) পর প্রাপ্ত তলানির রাসায়নিক বিশ্লেষণ করা এবং

৩. আইসোটোপ চিহ্নিতকরণ* (isotop labelling) পদ্ধতিতে মারক চক্র চলাকালে ভাইরাস প্রোটিন ও নিউক্লীক এসিডের প্রাণরাসায়নিক ক্রিয়াপথ অনুসরণ করা ;

ইত্যাদি। এ সকল পরীক্ষা নিরীক্ষা থেকে যে সকল তথ্য জানা গেছে তা সংক্ষেপে নিম্নরূপ।

---

* যদি কোন পরমাণুর আণবিক সংখ্যা পরিবর্তন করে দেয়া হয় তাহলে তা নিয়ত উচ্চশক্তি বিকীরণ করতে থাকে, অর্থাৎ তা তেজস্ক্রিয় পরমাণুতে রূপান্তরিত হয়। একটি ফাজকে যথাক্রমে $35SO_4$ ও $32PO_4$ যুক্ত মাধ্যমে উৎপাদনের দ্বারা এর প্রোটিন ও DNA–এর মধ্যে 35s ও 32p অণুদ্বয়ের অনুপ্রবেশ ঘটান হয়। একেই বলে আইসোটোপ চিহ্নিতকরণ। এসব আইসোটোপ চিহ্নিত (isotope labelled) বৃহদাণু (প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিড)যেখানেই থাক তেজস্ক্রিয়া (radioactivity) বিকীরণ করে। ফলে আণুবীক্ষণিক ফটোগ্রহণ (photography) দ্বারা এদের অবস্থান চিহ্নিত করা যায়। এ ধরনের চিহ্নিত প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিড বিশিষ্ট ফাজের অনুলিপনকালে অন্ধকার পর্যায়ে নির্দিষ্ট সময় অন্তর ব্যাকটেরিয়া কোষের ইলেকট্রন বীক্ষণিক চিত্র নেয়া হলে এ পর্যায়ের সম্পূর্ণ সময় জুড়ে বৃহদাণু দুটির গতিপথ ও অবস্থান নিশ্চিতভাবে জানা যায়।

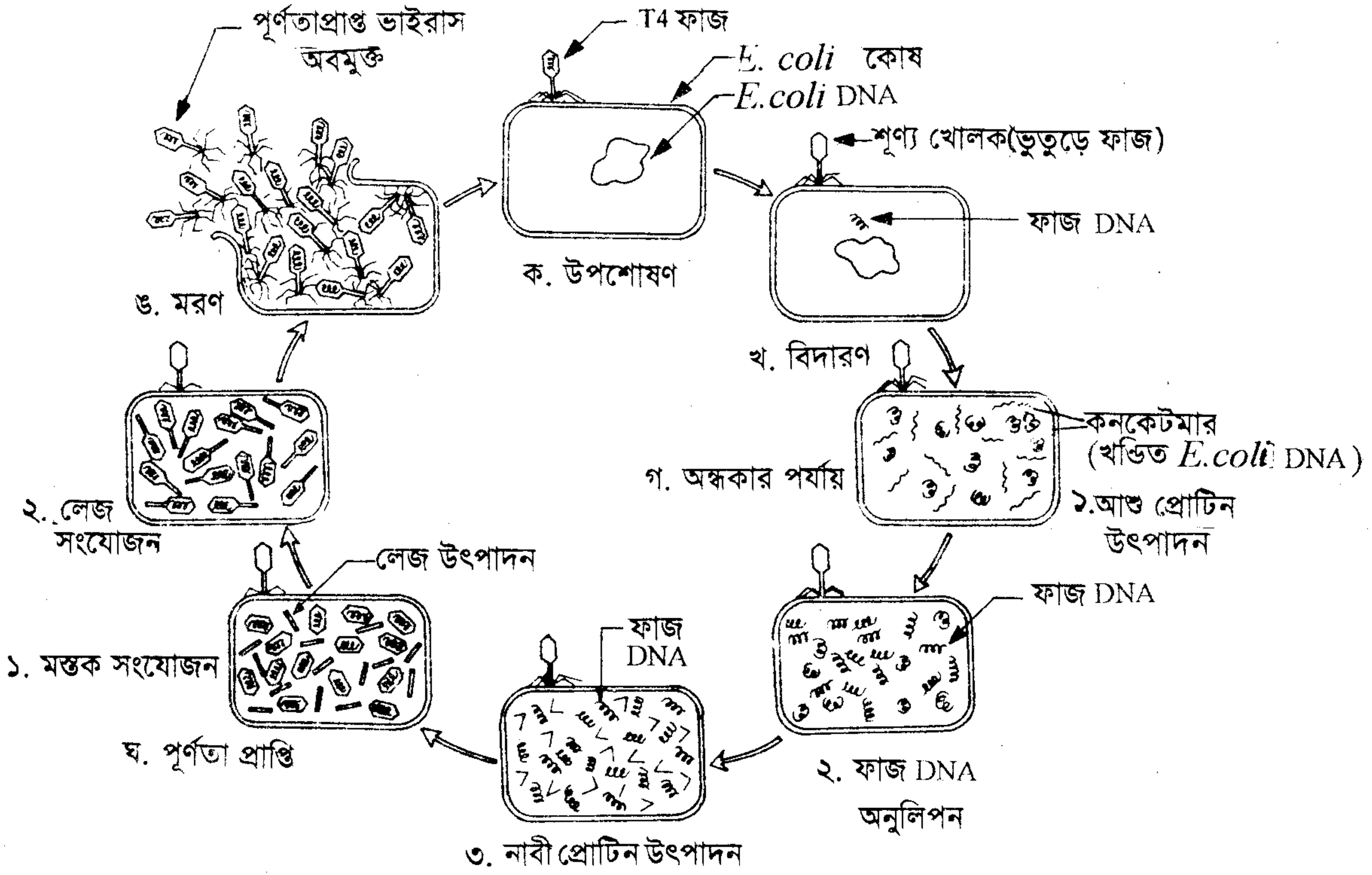
পোষকপৃষ্ঠে ভাইরাসের উপশোষণের পর পোষক কোষঝিল্লীতে বিশেষ পরিবর্তন সূচিত হয় এবং তারই বিপাকীয় প্রতিক্রিয়ার ফলে ভাইরাস নিউক্লীক এসিডের বিদারণ সম্পন্ন হয়। তবে এ পরিবর্তন খুবই ক্ষণস্থায়ী এবং তাৎক্ষণিকভাবেই তা পোষক কোষ ঝিল্লীতে উপস্থিত কিছু সংখ্যক ভাইরাস নির্দিষ্ট (specific) প্রোটিনের সহায়তার পূর্বাবস্থায় ফিরে যায়। অবশ্য এ সকল ভাইরাস নির্দিষ্ট প্রোটিনের আরো কিছু প্রতিক্রিয়া রয়েছে, যেমন—এগুলো একই প্রজাতির একাধিক ভাইরাসের একই পোষকে সংক্রমণ অর্থাৎ অতিসংক্রমন (superinfection) ও নিজনন মৃত্যু (lysis without) প্রতিরোধ করে। এ পর্যায়ের উল্লেখযোগ্য ঘটনাগুলো হচ্ছে—

অ. আশু প্রোটিন উৎপাদন—ফাজ নিউক্লিক এসিডের পোষক কোষে প্রবেশের অর্থাৎ বিদারণের পর কয়েক মিনিটের মধ্যেই সব পোষক কোষী বৃহদাণবিক (macromolecular) সংশ্লেষণ বন্ধ হয়ে যায় এবং ফাজ জিনোম অত্যন্ত সক্রিয়ভাবে অতিদ্রুত পোষক কোষে প্রাপ্য এমিনো এসিডসমূহ থেকে এমন কিছু এনজাইম তৈরি করে, যা পোষক কোষের অপরিচিত। এগুলো পরবর্তী সংশ্লেষণেরও সূত্রপাত করে। এগুলোকে বলা হয় আশুপ্রোটিন (early protein)। কিছু সংখ্যক আশুপ্রোটিন ও তাদের কাজ নীচে (সারণি ৫.১) উল্লেখ করা হল।

সারণি ৫.১ : অন্ধকার পর্যায়ে উৎপন্ন কয়েকটি আশুপ্রোটিন ও তাদের কাজ

	উৎপাদ	কাজের ধরন	কাজ
১.	DNA–পলিমারেজ	অনুঘটন	নতুন DNA সংশ্লেষণ
২.	গ্লুকোসাইল ট্রান্সফারেজ	অনুঘটন	ফাজDNA–র গ্লুকোসাইলেশন
৩.	ডিঅক্সি সাইটিডিন ট্রাইফসফেটেজ	অনুঘটন	সাইটিডিন বিশিষ্ট নিউক্লিওটাইডকে ভেঙে দেয়া
৪.	DNase	রাসায়নিক প্রভাব	পোষক কোষী DNA ভেঙে দেয়া
৫.	গাঠনিক প্রোটিন	গঠন সামগ্রী	পোষক প্রাচীরের ছিদ্র মেরামত ও অন্তঃপ্রোটিন উৎপাদন

আ. নাবীপ্রোটিন উৎপাদন—আশুপ্রোটিনগুলো তাৎক্ষণিকভাবে ভাইরাস বৃহদাণু সংশ্লেষণের সূত্রপাত করে। প্রথমেই ব্যাকটেরীয় নিউক্লিক এসিড সূত্র ভেঙে বিভিন্ন দৈর্ঘ্যের ছোট ছোট খণ্ডে পরিণত হয়। এগুলোকে কনকেটমার (concatemer) বলে। এগুলো দ্রুত অনুলিপিত হতে থাকে এবং প্রায় সাথে সাথেই অনুলিপিত কনকেটমারগুলো DNA–পলিমারেজ ও DNA–লাইগেজ ইত্যাদির উপস্থিতিতে পরস্পর সংযুক্ত হয়ে পূর্ণদৈর্ঘ্য ভাইরাস নিউক্লীক এসিড তৈরি হতে থাকে। ভাইরাস নিউক্লিক এসিড তৈরি হবার পর প্রায় সাথে সাথেই কিছু নতুন ধরনের প্রোটিন সংশ্লেষণ শুরু হয়। এগুলোকে বলে নাবীপ্রোটিন (late proten)। সদ্য উৎপন্ন ভাইরাস নিউক্লীক এসিডের নিয়ন্ত্রণে প্রস্তুত এ প্রোটিনগুলো প্রধানত উৎপাদ্য ভাইরাসের কোট প্রোটিন ও অন্তঃপ্রোটিনরূপে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ৫.২ : মারক চক্র—T2 ব্যাকটেরীয় ফাজের অনুলিপন।

ই. পূর্ণতাপ্রাপ্তি—ভাইরাসকণার সহাংশগুলো (component parts) প্রস্তুত হবার পর পরই এগুলোর সংযোজনের (assembly) মাধ্যমে নতুন পূর্ণাঙ্গ ভাইরাসকণার উৎপাদন শুরু হয়। পূর্ণাঙ্গ ভাইরাসকণার এ সংযোজন প্রক্রিয়াকেই বলা হয় পূর্ণতাপ্রাপ্তি (maturation)। এ প্রক্রিয়াটি ভাইরাস জিনোম দ্বারা নিয়ন্ত্রিত একটি পর্যায়ক্রমিক প্রক্রিয়া। হার্শে ও চেস (Hershey and Chase) আসোটোপ চিহ্নিত DNA এবং/অথবা প্রোটিন বিশিষ্ট T2 ফাজ দ্বারা *E. coli* ব্যাকটেরিয়ায় সংক্রমণ ঘটিয়ে এবং প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত বিভিন্ন সময়ে কোষ ভেঙে ভাইরাস সন্ততি (progeny) সংগ্রহ ও পরীক্ষা করে দেখেন যে সন্ততি ভাইরাস জনুতে (genration) কেবল চিহ্নিত (labelled) নিউক্লিক এসিডই পাওয়া যায়, চিহ্নিত প্রোটিন পাওয়া যায় না। তাঁরা প্রমাণ করেন, ভাইরাস নিউক্লিক এসিডই অনুলিপনে অংশগ্রহণ করে প্রোটিন নয়।

সকল ভাইরাসের সংযোজনপদ্ধতিই একাধিক পর্যায়ক্রমিক (successive) সংযোজনের সমন্বয়ে গঠিত এক একটি জটিল অথচ সুশৃঙ্খল প্রক্রিয়া। T2–এর ক্ষেত্রে তিনটি বিভিন্ন উপসংযোজন পর্যায়ের সমন্বয়ে এটি গঠিত (চিত্র ৫.৩)। উপপর্যায়গুলো নিম্নরূপ—

১. প্রথমেই শুরু হয় মাথা বা মস্তক সংযোজন। অতি উচ্চ তাপে কোর প্রোটিন ও কোট প্রোটিনের সমাবেশের ফলে আদিমস্তক (prohead) তৈরি হয়। এরপর অপেক্ষাকৃত নীচু তাপে এতে DNA প্রবেশ শুরু হয়। T4-এর সুদীর্ঘ DNA টাকুতে (spool) জড়ান সূতার মত অত্যন্ত শক্তভাবে জড়িয়ে আদিমস্তকের মধ্যে স্থাপিত হয়। DNA প্রবেশের পরেই ক্যাপসিড সংগঠক উপএককসমূহ সমাবেশিত হয়ে আদিমস্তক কৌণিক আকার বিশিষ্ট পূর্ণাঙ্গ মস্তকে পরিণত হয়।

২. ইতোমধ্যে অন্যত্র লেজ সংযোজন শুরু হয়। প্রথমে তৈরি হয় প্রান্তপাত বা ভিত্তিপাত (base plate) এরপর এর সাথে যুক্ত হয় লেজনল এবং একে বেষ্টন করে প্রোটিন উপএককসমূহ সজ্জিত হয়ে তৈরি হয় লেজাবরণ (sheath)।

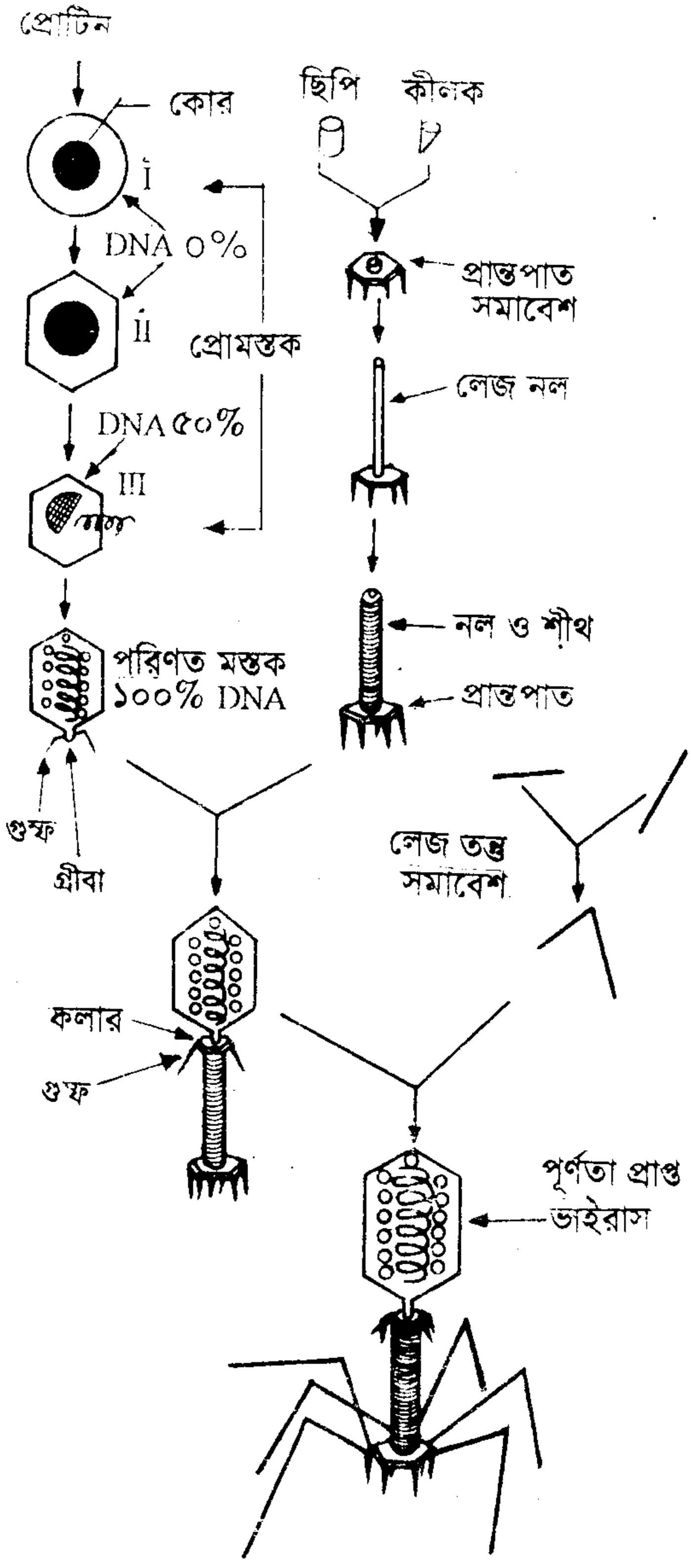
ভিন্ন ভিন্নভাবে মস্তক ও লেজ তৈরি সম্পন্ন হলেই এগুলো পরস্পর সংযুক্ত হয়।

৩. লেজতন্তুর প্রস্তুতিও শুরু হয় ভিন্নভাবে। লেজ ও মস্তক সংযুক্ত হবার পরই এগুলো ভিত্তিপাতের সাথে যুক্ত হয় ও পূর্ণাঙ্গ T4 তৈরি সম্পূর্ণ হয়।

এভাবে শত শত ফাজকণা তৈরি হতে থাকে যতক্ষণ না পোষক কোষের সমস্ত বিপাক দ্রব্য (matabolic material) শেষ হয়ে যায়।

ঘ. মরণ (Lysis)

অন্ধকার পর্যায় শেষ হবার পূর্বেই ভাইরাস জিনোমের নিয়ন্ত্রণে লাইসোজাইম (lysozyme) প্রস্তুত হয়। অন্য দিকে অন্ধকার পর্যায় শেষে কয়েকটি ফাজ এনজাইমের প্রভাবে পোষক কোষের প্লাজমা-ঝিল্লীতে এমন কিছু পরিবর্তন সূচিত হয় যার ফলে ভাইরাস লাইসোজাইম পোষক কোষ ঝিল্লী অতিক্রম করে কোষ প্রাচীরের কাছে উপনীত হয় এবং প্রাচীরকে জলান্বিত (hydrolysis) করে গলিয়ে দেয় (dissolve) ; ফলে পোষক কোষপ্রাচীর বিস্ফোরিত হয়, ও কোষের মৃত্যু ঘটে এবং উৎপাদিত সন্ততি (progeny) ভাইরাস জনুর



চিত্র ৫.৩ : পূর্ণাঙ্গ T2 ভাইরাস কণার সমাবেশ—আনুপূর্বিক পর্যায়ক্রম।

অবমুক্তি (release) ঘটে। (চিত্র ৫.১) একটি নির্দিষ্ট ভাইরাস–পোষক-তন্ত্র থেকে মোটামুটি একটি নির্দিষ্ট সংখ্যক ভাইরাস সন্ততি উৎপন্ন হয়। এ নির্দিষ্ট সংখ্যাটিকে উক্ত ভাইরাস-পোষকতন্ত্রের (virus-host system)) স্ফোটন (burst size) সংখ্যা বলা হয়।

ভাইরাস অনুলিপণ ও সংশ্লিষ্ট সমস্ত ঘটনাবলী অত্যন্ত সুনিয়ন্ত্রিত ও সুশৃঙ্খল এবং সম্পূর্ণভাবেই ভাইরাস জিনোম দ্বারা নিয়ন্ত্রিত প্রক্রিয়া। এ তথ্যটি নিশ্চিতভাবে জানা সম্ভব হলেও এর সম্পূর্ণ নিয়ন্ত্রণপদ্ধতি এখনও জানা সম্ভব হয় নি।

১.২. ϕX174 ও G4 ফাজের অনুলিপন

ϕX174 এবং G4 উভয়েই *E. coli* ব্যাকটেরীয় ফাজ। এরা একসূত্র বৃত্তাকার DNA বিশিষ্ট ক্ষুদ্রাকার বিংশতলক (icosahedron)। এদের অনুলিপন পদ্ধতি একই প্রকার। সংক্রমণের কয়েকটি পর্যায়ে এ ভাইরাসদ্বয়ের কৌণিক শঙ্কুতে (spike) বিদ্যমান একটি বিশেষ এনজাইম নিয়ামক (regulatory) ভূমিকা পালন করে।

পোষকের গ্রাহীস্থলে (receptor site), উপশোষিত (adsorbed) হবার পর ভাইরাস DNA, যা একটি ইতিসূত্র (plus strand) উপর্যুক্ত এনজাইমের সহায়তায় পোষক কোষে প্রবেশ করে। এ থেকে প্রথমেই একটি অনুপূরক (complementary) নেতিতন্ত্ত (minus strand) উৎপন্ন হয়। একে বলা হয় জনক অনুলিপক তন্ত্ত (parental replicative form)। এর থেকে পুনরায় উৎপন্ন হয় একটি সন্ততি অনুলিপক তন্ত্ত (proginy RF)। ϕX174-এর ক্ষেত্রে প্রতি কোষে ১০–২০টি সন্ততি অনুলিপক তন্ত্ত উৎপন্ন হয়। পরবর্তী পর্যায়ে সন্ততি তন্তুর সাহায্যেই ভাইরাস নিউক্লিক এসিড উৎপন্ন হতে থাকে। এসব তন্ত্ত ভাইরাস প্রোটিনের জন্য বার্তাবহ RNA ও উৎপাদন করে। ভাইরাস কোট প্রোটিন উৎপাদন সম্পন্ন হবার পরই পূর্ণাঙ্গ ভাইরাসকণার সমাবেশ (assembly) শুরু হয় এবং সমাবেশ শেষে পোষক কোষের বিগলনের মাধ্যমে উৎপন্ন ভাইরাস জনুর অবমুক্তি (release) ঘটে। প্রতি কোষ জনুতে (cell generation) মোটামুটি ১,০০০ ভাইরাস কণা উৎপন্ন হয়।

দণ্ডাকার, f1 ও M3 ফাজদ্বয় এবং বিংশতল ϕX174 ও G4 ফাজের অনুলিপনপদ্ধতি প্রায় অভিন্ন হলেও অবমুক্তি পদ্ধতি ভিন্ন। এদের অবমুক্তি ঘটে পোষক কোষের মৃত্যু (lysis) না ঘটিয়ে।

১.৩. কলিফাজ MS2, f2 ও R17-এর অনুলিপন

এগুলো সবই *E. coli* পরজীবী, একসূত্র, রেখাকার (linear) DNA বিশিষ্ট ক্ষুদ্র বিংশতল কণা। জিন্ডার (Zinder) এগুলোকে পুংনির্দিষ্ট (male specific) ভাইরাসরূপে পোষক ব্যাকটেরীয় পিলি থেকে অন্তরিত (isolate) করেন।

এসব ফাজ পুং ব্যাকটেরিয়ার যৌন পিলিতে (sex pili) উপশোষিত হয়। এরপর পিলিনলের মধ্য দিয়ে এদের RNA পোষক কোষে প্রবেশ করে। এ সকল একসূত্র RNA সরাসরি বার্তাবহ RNA রূপে ব্যবহৃত হয়ে প্রথমেই আশু প্রোটিন উৎপাদন শুরু করে। পরবর্তী পর্যায়ে এ ভাইরাস RNA ছাঁচ হিসাবে ব্যবহৃত হয়ে RNase রোধক (resistant)

একটি দ্বিসূত্র অনুলিপক তন্তু (RF) উৎপন্ন করে। এরপর এ থেকেই সন্ততিতন্তু সমূহ (progeny strands) উৎপন্ন হতে থাকে। এ উৎপাদন প্রক্রিয়ায় ইতঃপূর্বে উৎপন্ন অধিকাংশ প্রোটিন সহায়ক ভূমিকা পালন করে। এদিকে অনুলিপক তন্তু থেকে ভাইরাস RNA-র সাথে সাথে নাবী (late) প্রোটিনের জন্য বার্তাবহ RNA ও তৈরি হতে থাকে। এ প্রক্রিয়ার শেষাংশ T4 ফাজের অনুলিপনের মতই পোষক কোষের বিগলনের মাধ্যমে শেষ হয়।

১.৪. উদ্ভিদভাইরাসের অনুলিপন

উদ্ভিদভাইরাসের অনুলিপন পদ্ধতি কিছুটা ভিন্নতর। তামাকের মোজাইক ভাইরাসের কথাই ধরা যাক। Tobacco mosaic virus (সংক্ষেপে TMV) একটি দণ্ডার RNA কোর বিশিষ্ট ভাইরাস। এটি নিয়ে কাজ হচ্ছে দীর্ঘদিন ধরেই, কিন্তু অনুলিপন সম্বন্ধে জানা গেছে অল্পকাল আগে।

সাধারণত কোন জীবিত বা জড় মাধ্যমের যান্ত্রিক সহায়তার ফলেই ভাইরাস একটি রুগ্ন পোষক থেকে অন্য কোন সুস্থ পোষক কোষের সংস্পর্শে আসে। পতঙ্গের দংশন বা অন্য কোন আঘাতজনিত কারণে পোষক কোষ প্রাচীর ভেঙে যাওয়ার ফলে সৃষ্ট ছিদ্রপথেই ভাইরাসের সম্পূর্ণ নিউক্লীয়প্রোটিন কণাটি পোষক কোষে প্রবেশ করে। যদি ভাইরাস অক্ষত পোষক কোষ প্রাচীরে সংশ্লিষ্ট হয় তাহলে এর দ্বারা কোন সংক্রমন সংঘটিত হয় না। দেখা গেছে TMV-র পোষক কোষে প্রবেশের পর তিন ঘণ্টার মধ্যে এর RNA কোর ক্যাপসিড থেকে বেরিয়ে আসে। উদ্ভিদ ও ভাইরাসভেদে এ সময় ২ থেকে ৪ ঘন্টা পর্যন্ত হতে পারে। ক্যাপসিড মুক্ত ভাইরাস RNA প্রথমেই সরাসরি বার্তাবহ RNA রূপে ব্যবহৃত হয়ে কিছু সংখ্যক প্রোটিন উৎপাদন করে। এসব প্রোটিন বিশ্লেষণ করে তিন প্রকার প্রোটিন পাওয়া গেছে। এগুলো হচ্ছে—আশুপ্রোটিন (RNA রিপ্লিকেজ), কোট প্রোটিন ও পূর্ণতা (maturation) প্রোটিন। সংশ্লেষণের শেষ পর্যায়ে প্রচুর কোট প্রোটিন ও পূর্ণতা প্রোটিন উৎপন্ন হতে থাকে। এর পর ভাইরাস RNA একটি অনুপূরক (complementary) তন্তু উৎপাদন করে একটি দ্বিসূত্র অনুলিপক তন্তুতে (RF) পরিণত হয়। অবশ্য কোন কোন উদ্ভিদ ভাইরাসের ক্ষেত্রে সংক্রমিত ভাইরাস RNA থেকে পুনরায় একটি একসূত্র অনুলিপক তন্তুই উৎপন্ন হয়। একসূত্র বা দ্বিসূত্র অনুলিপক তন্তু থেকে RNA কোর উৎপাদন শুরুর প্রায় সাথে সাথেই নাবী (late) প্রোটিনের জন্য বার্তাবহ RNA উৎপাদনও শুরু হয়। কোট প্রোটিনের মনোমার (monomer)গুলো তৈরিরর পর পরই ওগুলো RNA কোর বেষ্টন করে সজ্জিত হতে থাকে এবং নির্দিষ্ট সংখ্যক প্রোটোমার সমন্বয়ে TMV কণাসমূহ তৈরি হতে থাকে।

১.৫. প্রাণিভাইরাসের অনুলিপন

প্রাণী-কোষে প্রকৃত নিউক্লীয়াস আছে এবং এতে ব্যাকটেরিয়া কোষের মত দৃঢ় কোষপ্রাচীর নাই। উপরন্তু অনেক প্রাণি-ভাইরাসে রয়েছে বিশেষ ধরনের DNA জিনোম এবং দুই বা বহু খণ্ড RNA জিনোম। এসব কারণে খুব স্বাভাবিকভাবেই ব্যাকটেরীয়ফাজ ও প্রাণিভাইরাসের অনুলিপনে কিছুটা পার্থক্য পরিলক্ষিত হয়।

১.৫.১. পোলিও ভাইরাস

Poliomyelitis একটি সংক্রামক ও মারাত্মক মানব রোগ। শিশুরা এ রোগে বেশি আক্রান্ত হয় এবং আক্রান্তের হাত ও পায়ে পক্ষাঘাত ঘটে। তাই একে শিশু পক্ষাঘাত নামেও অভিহিত করা হয়। এ রোগের রোগাত্মক পোলিও ভাইরাস একটি অত্যন্ত ক্ষুদ্র (২৯ nm ব্যাস), বিংশতল, ১সূত্র রেখাকার (linear), ইতিসূত্র RNA (plus strand) বিশিষ্ট ভাইরাস।

পোলিও ভাইরাস পোষক কোষের গ্রাহী স্থলে (receptor site) খুব দ্রুত উপশোষিত হয়। কিন্তু পোষক প্রতিরোধের দ্বারা প্রায় ৫০% কণা সংক্রমণ ক্ষমতা হারিয়ে পোষকপৃষ্ঠ থেকে পরিত্যক্ত হয়। সংক্রমন সফল নিউক্লীয় প্রোটিন কণাগুলো সরাসরি পোষক কোষে প্রবেশ করে এবং এর পরই RNA কোর কোট থেকে বেরিয়ে আসে ও ৩০–৬০ মিনিটের মধ্যে RNas প্রতিরোধের মুখোমুখি হয়। প্রতিরোধসক্ষম RNA গুলো প্রথমেই প্রতিলিপন (transcription) সহায়ক এনজাইম ও ভাইরাস প্রোটিন উৎপাদন শুরু করে। এর পর এ ভাইরাস RNA, যা একটি ইতিসূত্র (plus strand) তা থেকে একটি অনুপূরক (complementary) অনুলিপক নেতি তন্তু উৎপন্ন হয়। এ অনুলিপক তন্তু থেকে এর পরই উৎপন্ন হতে থাকে ইতি সূত্র ভাইরাস RNA। এসব RNA–র ৫০% সরাসরি নাবী প্রোটিন তৈরির জন্য mRNA রূপে ব্যবহৃত হয় ও ৫০% ভাইরাস নিউক্লীয়টাইড অনুক্রম (sequence) রূপে কোর উৎপাদনে অংশগ্রহণ করে। উল্লেখ্য যে, ভাইরাস RNA–র উৎপাদন পোষক কোষের DNA উৎপাদনের সাথে সম্পর্কহীন। অবশ্য ভাইরাস সংক্রমনের পরপরই পোষককোষী প্রোটিন উৎপাদন বন্ধ হয়ে যায়। ভাইরাস–সহাংশসমূহ সংশ্লেষণ শুরুর সাথে সাথে পোষক নিউক্লীয় ঝিল্লীর (nuclear membrane) পাশে এক ধরনের ইয়োসিনোফিল দানাবেঁধে জমতে থাকে এবং নিউক্লিয়াসটিও কুচকে ও চুপসে যেতে থাকে। এসব ইউসিনোফিল দানাসমূহের মধ্যেই ভাইাস–সহাংশসমূহের সংশ্লেষণ ও কণার সমাবেশ দ্রুত চলতে থাকে। এরপর ভাইরাস কণার অবমুক্তি প্রথমতঃ শুরু হয় গহ্বরের (vacuole) মাধ্যমে। কিন্তু কয়েক ঘন্টা পর যখন উৎপাদিত ভাইরাসকণায় কোষ পূর্ণ হয়ে যায় তখন হঠাৎ বিস্ফোরণ ঘটে ও কোষের মৃত্যুর মাধ্যমে সকল ভাইরাস একযোগে অবমুক্ত (release) হয়। এর স্ফোটনসংখ্যা (burst size) মোটামুটি ৫০০।

১.৫.২. প্যাপো ভাইরাস

প্যাপো ভাইরাস দ্বিসূত্র বৃত্তাকার (circular) DNA বিশিষ্ট বিংশতল ক্ষুদ্রতম ভাইরাস। প্যাপোভাইরিডি পরিবারে রয়েছে দুটি গণ—প্যাপিলোমা ও পলিওমা। প্যাপিলোমা ভাইরাস কোন আবাদ মাধ্যমে উৎপন্ন হয় না বলে এদের নিয়ে তেমন কোন কাজ হয়নি। তবে পলিওমা ভাইরাস আবাদ মাধ্যমে উৎপন্ন হয়। Simian polyoma বা SV40 নিয়ে অনেক কাজ হয়েছে।

SV40 ভাইরাস কখনও অফলপ্রসূ কখনওবা ফলপ্রসূ (productive) সংক্রমণ ঘটায়। এসব ভাইরাসের জিনোম খুবই ছোট। পোষক কোষের শারীরবৃত্তিক পরিবেশ ও ভাইরাস বিশেষের নিজস্ব ক্ষমতার উপরেই এসব ক্ষেত্রে সংক্রমণের সাফল্য নির্ভর করে। যেসব কোষে ভাইরাস মারক (lytic) সংক্রমণ ঘটাতে পারে সে সব কোষকে বলে অনুমোদক

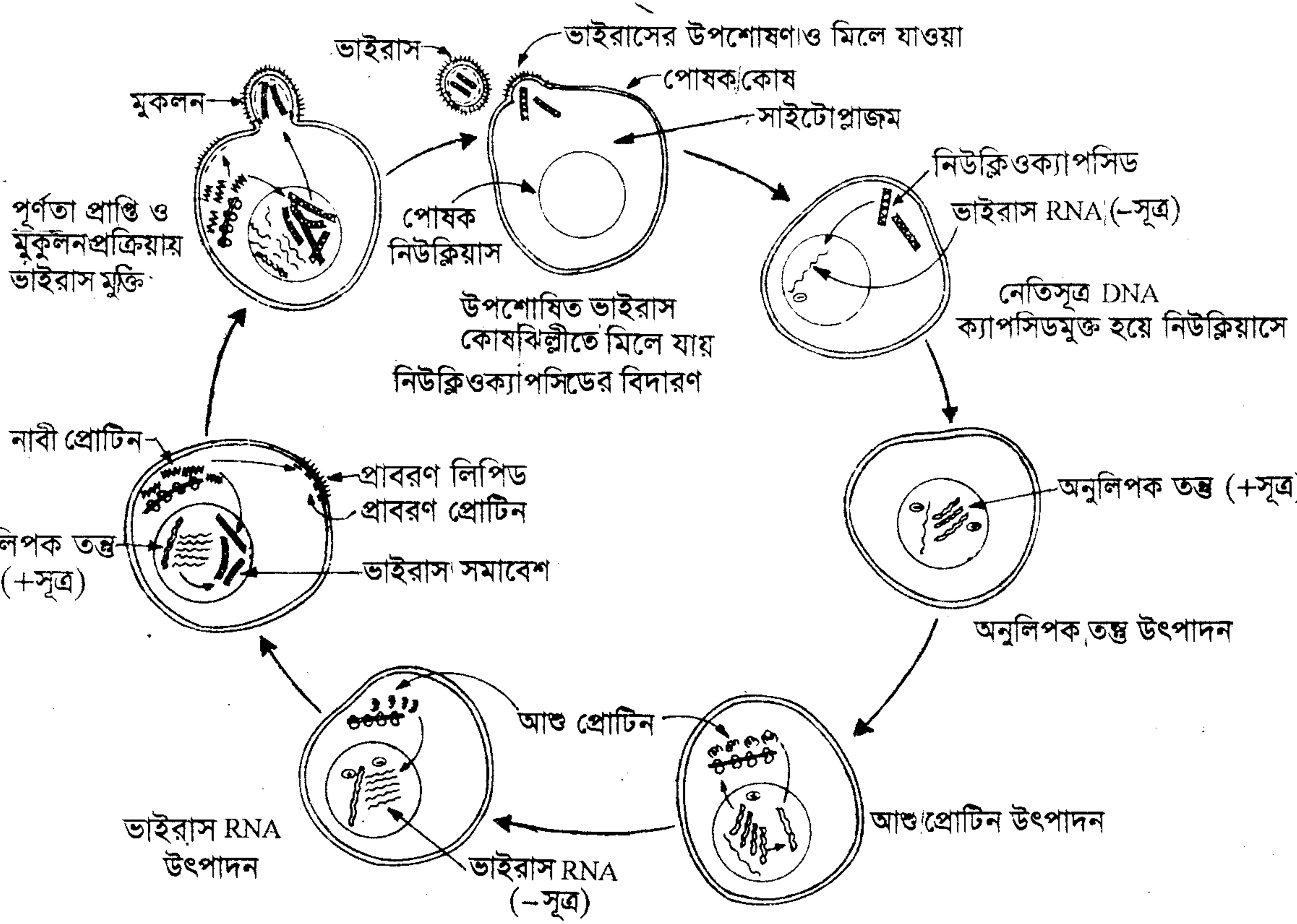
(permissive) কোষ। আর যেসব কোষে ভাইরাসের সংবৃদ্ধি ঘটে না সে সব অননুমোদক (nonpermissive) কোষে ভাইরাস জিনোম কোষী জিনোমের মধ্যে অঙ্গীভূত (integrated) হয়ে কোষটিকে জিনীয়ভাবে (genetically) পরিবর্তিত একটি কোষে পরিণত করে। ভাইরাস দ্বারা পরিবর্তিত এ ধরনের কোষে পরিবর্তিত জিনোমের প্রভাবে প্রায়শ বিশেষ ধরনের এনজাইম প্রোটিন উৎপন্ন হয়। এসব প্রোটিন অনেক সময় সাধারণ কোষকে একটি নিয়ত বৃদ্ধিশীল ক্যানসার কোষে পরিণত করে। এজন্য প্রায়ই অননুমোদক কোষ থেকে টিউমার উৎপন্ন হতে দেখা যায়।

ফলপ্রসূ সংক্রমণের ক্ষেত্রে গ্রাহীস্থলে উপশোষিত হবার পর সম্পূর্ণ নিউক্লীয় প্রোটিন কণা পোষক কোষে প্রবেশ করে। পরপরই DNA কোর ক্যাপসিডমুক্ত হয়ে নিউক্লিয়াসে প্রবেশ করে। প্রথমেই শুরু হয় আশুপ্রোটিনের জন্য mRNA উৎপাদন। উৎপাদিত mRNA তাৎক্ষণিকভাবেই নিউক্লিয়াসের বাইরে চলে আসে ও রাইবোজোমের সহায়তায় আশু প্রোটিন তৈরি শুরু করে। এর পরই উৎপন্ন প্রোটিনের সহায়তায় নিউক্লিয়াসের মধ্যে ভাইরাস DNA উৎপাদন শুরু হয়। সবশেষে শুরু হয় নাবী (late) প্রোটিনের উৎপাদন। এতে থাকে একটি প্রধান ও দুটি অপ্রধান প্রোটিন। যতক্ষণ না নির্মাণসামগ্রী শেষ হয় সংশ্লেষণ চলতে থাকে। সাথে সাথে নিউক্লিয়াসের মধ্যেই ভাইরাসকণার সমাবেশও চলতে থাকে। একটি কোষ থেকে প্রতিবারের অনুলিপনে প্রায় ১০^{4}টি ভাইরাস উৎপন্ন হয়। ধীরে ধীরে নিউক্লীয়াস ও এর বাইরে অধিকাংশ স্থান উৎপাদিত ভাইরাসে ভরে যায়। অবশেষে মারক (lytic) এনজাইমের প্রভাবে কোষঝিল্লী ও নিউক্লীয় ঝিল্লী বিগলিত হয় ও উৎপাদিত ভাইরাস জনুর অবমুক্তি ঘটে।

১.৫.৩. ফ্লু ভাইরাস

ফ্লু বা ইনফ্লুয়েঞ্জা ভাইরাস একটি বহুখণ্ড ১ সূত্র RNA বিশিষ্ট সর্পিল সমাবেশ আবৃত ভাইরাস (চিত্র ৩.২২)। এর লিপোপ্রোটিন প্রাবরণের মধ্যে ৭–৮টি নিউক্লিওক্যাপসিড থাকে। এটি মোটামুটি বর্তুলাকার (spherical) এবং পৃষ্ঠ শঙ্কু (surface spike) বিশিষ্ট।

সংক্রমণযোগ্য পোষক কোষের মিউকোপেপটাইড গ্রাহীস্থলে ভাইরাস উপশোষিত হয়। এর পর ভাইরাসকণার প্রাবরণ ধীরে ধীরে কোষঝিল্লীর সাথে মিলে যায় (fuse) ও নিউক্লিও ক্যাপসিডগুলো সরাসরি সাইটোপ্লাজমে প্রবেশ করে। এর পরই RNA কোরগুলো ক্যাপসিড থেকে বেরিয়ে এসে নিউক্লিয়াসে প্রবেশ করে। এগুলো নেতিসূত্র (negative strand)। এগুলো থেকেই উৎপন্ন হয় অনেক ইতিসূত্র (positive strand) অনুলিপক তন্তু (RF)। উৎপাদিত অনুলিপক তন্তুগুলোর একাংশ নিউক্লিয়াসের বাইরে বেরিয়ে এসে সাইটোপ্লজমীয় রাইবোজোমের সহায়তায় আশু প্রোটিন উৎপাদন শুরু করে। এ আশুপ্রোটিন সাথে সাথেই নিউক্লিয়াসের মধ্যে চলে আসে এবং অনুলিপক তন্তুর ভাইরাস RNA উৎপাদন প্রক্রিয়ায় সহায়ক ভূমিকা পালন করে। অন্যদিকে নিউক্লিয়াসের বাইরে নাবী (late) প্রোটিনসমূহ উৎপাদন শুরু হয়। এর একাংশ ভাইরাসের প্রাবরণ প্রোটিনরূপে ব্যবহৃত হবার জন্য উৎপাদনের পরই কোষ ঝিল্লীর ভেতরের দিকে স্থানে স্থানে একটি স্তর রূপে জমতে থাকে। সাথে সাথে সেসব স্থানে প্রয়োজনীয় আরো কিছু ভাইরাস প্রোটিনও যুক্ত হয় এবং নির্মীয়মান ভাইরাসকণার প্রাবরণ প্রস্তুতি চলতে থাকে। অন্যদিকে নাবী (late) প্রোটিনের অপরাংশ



চিত্র ৫.৪ : ফ্লু ভাইরাসের অনুলিপন—নকশাচিত্র (diagramatic figure)।

নিউক্লিয়াসে প্রবেশ করে ও ভেতরেই ভাইরাস RNA-র সাথে যুক্ত হয়ে নিউক্লীয় ক্যাপসিড সমাবেশ শুরু করে। পর পরই নিউক্লীয় ক্যাপসিডগুলো নিউক্লীয়াস থেকে বেরিয়ে কোষের সেসব অংশে চলে যায় যেখানে কোষঝিল্লী ভাইরাস প্রাবরণে রূপান্তরিত হয়ে অপেক্ষমান। এরপর নির্দিষ্ট সংখ্যক নিউক্লিওক্যাপসিড লিপোপ্রোটিন ঝিল্লী দ্বারা প্রাবৃত হয়ে পূর্ণাঙ্গ ভাইরাসরূপে মুকুলন পদ্ধতিতে কোষ থেকে বেরিয়ে আসে এবং উৎপাদিত ভাইরাস নিউক্লিওক্যাপসিড শেষ না হওয়া পর্যন্ত এ প্রক্রিয়া চলতে থাকে। উল্লেখ্য যে, এক্ষেত্রে অনুলিপন শেষে পোষক কোষের মৃত্যু ঘটে না (চিত্র ৫.৪)।

১.৫.৪. পতঙ্গ ভাইরাস

পতঙ্গ ভাইরাসের অনুলিপন পদ্ধতি কিছুটা ভিন্ন ধরনের। এ সম্বন্ধে বিভিন্ন গবেষকের বিভিন্ন মতামত রয়েছে। বারগোল্ড (Bergold) ও বার্ডের (Bird) মতে ভাইরাস পোষক কোষে প্রবেশের পরই এর নিউক্লিয়াসে অবস্থান নেয়। ভাইরাসের সংবৃদ্ধি শুরু হয় নিউক্লিয়াসের মধ্যেই এবং এক পর্যায়ে সেখানে বহু সংখ্যক বিশেষ ধরণের গোলকাকার পিন্ডসমূহ (bodies) তৈরি হতে থাকে। এ সব গোলকপিন্ডের মধ্যে অনেক অপূর্ণ (immature) ভাইরাসকণা থাকে। এ সব ভাইরাসের পূর্ণতাপ্রাপ্তির সাথে সাথে গোলকগুলো বিভিন্ন আকৃতির কেলাসাকার (crystalline) পিণ্ডে পরিণত হয়। এগুলোকে অন্তস্থ পিণ্ড (inclusion bodies) বা অন্তঃপিন্ড বলা হয়। এ সকল কেলাস পিন্ড সংক্রমণসক্ষম এবং আকারভেদে সংক্রমিত কোষের নিউক্লিয়াসে বিভিন্ন নির্দিষ্ট রোগলক্ষণ সৃষ্টি করতে পারে। Nuclear polyhedrosis এবং Granulises এমনই দুটি পতঙ্গ ভাইরাস রোগ। এ সকল কেলাসাকার বস্তু থেকে ভাইরাস নিউক্লিক এসিড ব্যাপন প্রক্রিয়ায় বেরিয়ে এসে সংক্রামক একক হিসাবে নতুন পোষক কোষে সংক্রমিত হতে পারে ও রোগ সৃষ্টি করতে পারে।

অনুলিপন সংশ্লিষ্ট পরিবর্তনসমূহ

মারকচক্র অনুসারী ভাইরাস অনুলিপন প্রক্রিয়ার সাথে সংশ্লিষ্ট কয়েকটি বিশেষ চমকপ্রদ প্রপঞ্চ (phenomenon) লক্ষ্য করা যায়। আপাতদৃষ্টিতে এগুলোকে জিনীয় (genetic) প্রপঞ্চ বলে মনে হলেও—সবগুলো জিনীয় বা বংশগত নয় (hereditary), যদিও এ ধরনের সবক্ষেত্রেই সন্ততি (progeny) ভাইরাসের গুণযুথে (phenotype) পরিবর্তন ঘটতে দেখা যায়। পরিবর্তনগুলো নিম্নরূপ :

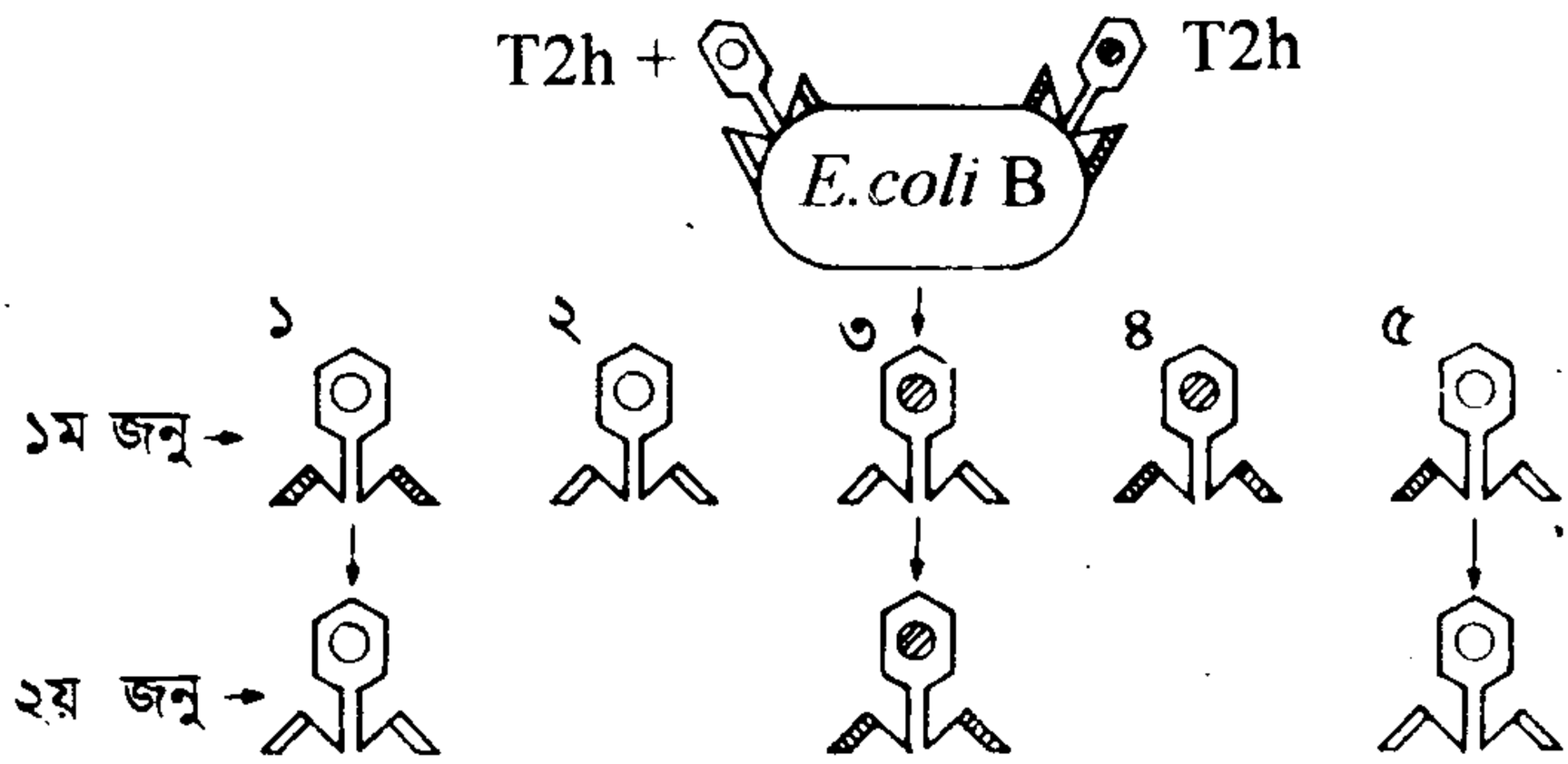
ক. জিনীয় পুনর্বিন্যাস

ডেলব্রুক (Delbruck) ও হার্শে (Hershey) ১৯৪৬ সালে T-সদৃশ ব্যাকটেরীয় ফাজে জিনীয় পুনর্বিন্যাস আবিষ্কার করেন। কেবল দুটি নির্দিষ্ট পার্থক্য রয়েছে এমন দুটি ফাজের দ্বারা তাঁরা একটি *E. coli* কোষে সংক্রমন ঘটান। সংবৃদ্ধি সংঘটিত হবার পর উৎপন্ন ফাজসমষ্টিতে তাঁরা নির্দিষ্ট চার ধরণের ফাজকণা সনাক্ত করেন—দুটি জনক ধরণের (parental type) এবং দুটি পুনর্বিন্যস্ত (recombined) ধরণের। অর্থাৎ প্রতিটি জনকের জিনচিহ্ন বা মার্কারই (marker) সন্ততিসমষ্টিতে পাওয়া যায়। তাঁদের গবেষণাটি ছিল এরূপ—একটি T2h (host range) মিউটেন্ট এবং একটি T2r (rapid lysis) মিউটেন্ট দিয়ে একটি *E. coli*-কে যুগপৎ সংক্রমিত করে তারা এ জিন বিন্যাসগুলো (combination) পেলেন—প্রাকৃত (wild) h+r+, h+r, hr+ এবং hr.

তারা লক্ষ্য করেন, বিশেষত বৃহদাকার ফাজসমূহের ক্ষেত্রে মিশ্রভাবে সংক্রমন ঘটালে সংক্রমনের পর সময় যত বেশি দেয়া যায় পুনর্বিন্যাসের (recombination) সংখ্যাও তত বেশি পাওয়া যায়। তাঁরা ধরণা করেন সম্ভবত পুনর্বিন্যাস সংঘটিত হয় অনেক DNA–তন্তুর মধ্যে এবং কনকেটমার তৈরির সময়ে। এসব ক্ষেত্রে সন্ততি বিশ্লেষণের জন্য জটিল পরিসংখ্যান প্রয়োজন হয়। ত্রিজনক (triparental) ক্রসের ক্ষেত্রের এমন সন্ততিও পাওয়া যায় যা তিনটি জনকের জিনই উত্তরাধিকার (inherit) করে।

খ. গুণযুথ মিশ্রণ (Phenotypic mixing)

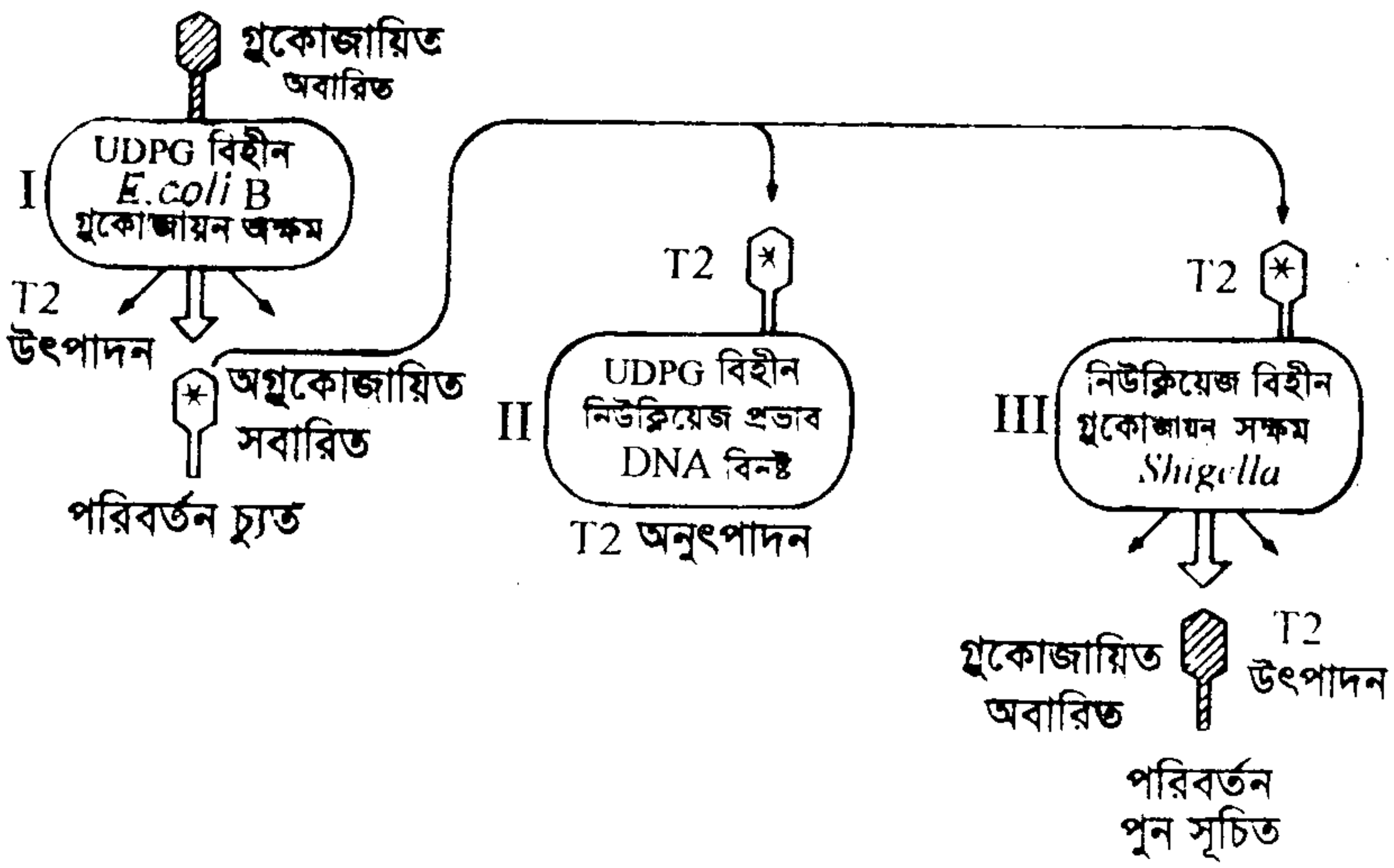
নিকট সম্পর্কযুক্ত দুটি ফাজ দ্বারা একই সময়ে একটি ব্যাকটেরিয়াকে সংক্রমিত করা হলে উভয় ফাজই পোষক কোষে নিজ নিজ দেহের সহাংশসমূহ (component parts) উৎপাদন করে। দেখা গেছে—একটি T2h পরিব্যক্তি (host range mutant) ফাজ ও একটি T2h+ অর্থাৎ প্রাকৃত (wild) ধরনের ফাজ দ্বারা একই সময়ে একটি *E. coli* কোষে সংক্রমণ ঘটালে কোষে উভয় ফাজেরই লেজ তন্তু উৎপন্ন হয়। কিন্তু পূর্ণাঙ্গ ভাইরাস কণার সংযোজনকালে যেকোন লেজতন্তু দ্বারাই একটি ভাইরাস সংযোজিত হতে পারে। অর্থাৎ একটি বিশেষ ফাজ নিজের অথবা অপরটির লেজতন্তু দ্বারা অথবা দুটিরই লেজতন্তু দ্বারা মিশ্রভাবে সংযোজিত (assembled) হতে পারে। তবে এ দেহগুণের মিশ্রণ বংশগত নয়। দেহগুণের মিশ্রণের ফলে উৎপন্ন হয়েছে এমন একটি ভাইরাস যখন এককভাবে অনুলিপিত হয় তখন মিশ্র ধরন (mixed type) উৎপাদন করে না বরং অবিমিশ্রভাবে নিজের জিনীয় ধরনের লেজতন্তুই উৎপাদন করে (চিত্র ৫.৫)।



চিত্র ৫.৫ : গুণযুথ মিশ্রণ। ফাজ T2h+ ও T2h একই সময়ে *E. coli B*–তে সংক্রমণ ঘটিয়েছে। ১ম জনুতে গুণযুথের (phenotype) মিশ্রণ ঘটেছে। ১ ও ৩ এর মধ্যে লেজ তন্তুর ব্যতিহার (reciprocal) বিনিময় হয়েছে। ৫ এ লেজ তন্তু মিশ্রভাবে সংযোজিত হয়েছে। কিন্তু ২য় জনুতে উৎপন্ন হয়েছে কেবল জিনীয় প্রকার।

গ. পোষক প্রভাবিত পরিবর্তন (Host induced modification)

অনেক সময় একটি বিশেষ পোষক কোষে অনুলিপিত হবার ফলে একটি ফাজের সংক্রমণ চরিত্র পরিবর্তিত হয়ে যায়। এ ধরনের পরিবর্তনকেই বলা হয় পোষক প্রভাবিত পরিবর্তন। একটি সাধারণ T–সদৃশ ফাজের অনুলিপন কালে নতুন উৎপন্ন DNA ফাজ এনজাইম দ্বারাই দ্রুত গ্লুকোজায়িত (glucosylated) হয়ে যায়। পরে এগুলোর দ্বারাই ফাজ DNA-র গ্লুকোজায়ন সম্পন্ন হয়। কিন্তু যে সকল পোষক ব্যাকটেরিয়ায় ইউরিডিন ডাইফসফেট গ্লুকোজ (UDPG) অনুপস্থিত থাকে, যেমন *E. coli* B জাতক (strain), সে সকল ক্ষেত্রে ফাজ DNA গ্লুকোসায়িত হয় না এবং *E. coli* B জাতকে উৎপন্ন এসকল ভাইরাস পুনর্বার *E. coli* B জাতকে অনুলিপিত ও উৎপন্ন হতে পারে না। অর্থাৎ *E. coli* B–এর ক্ষেত্রে উক্ত ফাজগুলো নিবারিত (restricted)। *E. coli* B–এর কোষ ঝিল্লীতে উপস্থিত নিবারণ (restriction) এন্ডোনিউক্লিয়েজ অগ্লুকোজায়িত DNA ভেঙে দেয় বলেই এমনটি ঘটে। এ নিবারিত ফাজ আবার যখন নিবারণ এনডোনিউক্লিয়েজ বিহীন, গ্লুকোজায়ন (glucosylation) সক্ষম *Shigella* পোষকে সংক্রমিত হয় ও সফলভাবে অনুলিপিত হয় তখন পুনরায় অবারিত (unrestricted) সাধারণ ফাজে পরিণত হয় (চিত্র ৫.৬)।



চিত্র ৫.৬ : একটি সাধারণ T2 ফাজের DNA একটি সাধারণ *E. coli* পোষকে গ্লুকোজায়িত হয়, তাই এ T2 (রেখাঙ্কিত) অবারিত (unrestricted)
(ক) উপর্যুক্ত T2 গ্লুকোজায়ন অক্ষম নিউক্লিয়েজ বিশিষ্ট *E. coli* B-তে উৎপন্ন হলে অগ্লুকোজায়িত DNA ধারণ করে নিবারিত (restricted) T2-তে পরিণত হয়। এ T2 পুনরায় *Shigella*-তে উৎপন্ন হলে পুনরায় অবারিত T2-তে পরিণত হয়। (মোটা তীর চিহ্ন দ্বারা দুটি বিপরীত ধরনের পরিবর্তন নির্দেশ করা হয়েছে।)

২. ধারক চক্র (Lysogenic cycle)

মারকচক্র (lytic cycle) অনুসারী যে সকল ভাইরাস অনুলিপন কালে পোষকের মৃত্যু ঘটায়, তারাই সত্যিকার অর্থে রোগাত্মক (pathogenic) ফাজ। কিন্তু এমন অনেক ভাইরাস রয়েছে যারা তাৎক্ষণিকভাবে আক্রামী (virulent) বা মারক (lytic) নয়। এরা সংক্রমণের পর পোষক কোষে কিছু মৃদু প্রতিক্রিয়ার সৃষ্টি করে এবং এর ফলে মারক প্রতিক্রিয়া কখনও বিলম্বিত (delayed) হয়, কখনও বা আদৌ সংঘটিত হয় না। এরা পোষকের DNA অনুক্রমের (sequence) মধ্যে অঙ্গীভূত (integrated) হয়ে অনির্দিষ্ট কাল অবস্থান করে, পোষক কোষের বিভাজনের সাথে সাথে বিভাজিত হয় এবং এক জনু থেকে পরবর্তী জনুতে পরিবাহিত হয়। তাই এদের বলা হয় সুমিত (temperate,, অর্থাৎ সংযত বা মিতাচারী) ফাজ। পোষকের DNA অনুক্রমে অঙ্গীভূত ও বিধৃত হয়ে অনুসৃত হয় বলে এদের জীবনচক্রকে বলা হয় ধারক চক্র (lysogenic cycle, চিত্র ৫.৭)। আর যে সব ব্যাকটেরিয়া প্রকৃতিগতভাবে (lysogenic) ফাজ উৎপাদনে সক্ষম তাদের বলা হয় ধারক (lysogenic) ব্যাকটেরিয়া। ধারক কোষের বৈশিষ্ট্য হচ্ছে এর বিভাজনকালে বিধৃত (lysogenised) ফাজের DNA কোরটিই কেবল অনুলিপিত হয়, সম্পূর্ণ ভাইরাস কণা উৎপন্ন হয় না এবং পোষকের মৃত্যু ঘটে না। কিন্তু ধারক কোষে যদি কখনও পূর্ণাঙ্গ ভাইরাসকণার উৎপাদন শুরু হয়, তাহলে অবশেষে পোষকের বিস্ফোরণও মৃত্যুর মাধ্যমেই তাদের অবমুক্তি ঘটে। দেখা গেছে, একটি ভাইরাস সংক্রমিত ব্যাকটেরীয় আবাদে মারক প্রক্রিয়া শুরু হবে কি ধারক প্রক্রিয়া শুরু হবে তা নির্ভর করে কিছু অনুকূল পারিপার্শ্বিক অবস্থার উপর, যেমন—বিশেষ পুষ্টি দ্রব্যের প্রাপ্যতা (availability), অনুকূল তাপ, কোষ প্রতি ভাইরাসকণার সংখ্যা ইত্যাদি।

যতটা জানা গেছে, সব ধারক (lysogenic) ফাজই DNA ভাইরাস এবং ব্যাকটেরীয় ফাজ। অর্থাৎ প্রকৃত কোষী অঙ্গীর (organism) কোষে বিধৃত (lysogenised) হয় এমন কোন ফাজ এখনও পাওয়া যায়নি। আরো জানা গেছে যে, প্রকৃতি থেকে অন্তরিত (isolated) অধিকাংশ ব্যাকটেরিয়াই এক বা একাধিক নির্দিষ্ট ভাইরাসের জন্য ধারক (lysoqenic)। উদাহরণস্বরূপ উল্লেখ করা যেতে পারে—λ ও অনুরূপ অন্য কয়েকটি ফাজের জন্য *E. coli* K 12, P1 ও P2 ফাজের জন্য *Shigella dysenteriae* এবং Mu ফাজের জন্য *E. coli* (অন্য একটি জাতক) ধারক।

ধারক (lysogenic) পোষক কোষের মধ্যে অবস্থানকালে বিধৃত (lysoqenised) ফাজগুলোর আক্রামী প্রবণতা (virulence) সুপ্ত তাকে। এ অবস্থায় এদের বলা হয় আদিফাজ (prophage) বা আদি ভাইরাস (provirus) যা বস্তুত পোষক DNA-তে অঙ্গীভূত ভইরাস DNA। আক্রামী ভাইরাসের DNA-র মধ্যে যেসব এনজাইম (enzyme) ও ভাইরাস প্রোটিনের সংকেত রক্ষিত থাকে, আদি ফাজের DNA অনুক্রমের মধ্যেও উক্ত সংকেতসমূহ উপস্থিত থাকে, তবে তা থাকে সুপ্ত (dorment) অবস্থায়। যখনই এর সুপ্তি ভঙ্গ হয় (কারণ যাই হোক না কেন), পূর্ণাঙ্গ ভাইরাস উৎপাদন শুরু হয় এবং অবশেষে পোষকের বিগলন (dissolution) ও মৃত্যুর (lysis) মাধ্যমে একটি নতুন ভাইরাস জনুর (generation) অবমুক্তি ঘটে। একটি ধারক ফাজ যখন একটি ব্যাকটেরিয়া কোষে সংক্রমণ

ঘটায় ও ভাইরাস DNA পোষক DNA অনুক্রমে (sequence) অঙ্গীভূত (integrated) হয়ে ধারকত্ব (lysogeny) প্রতিষ্ঠা করে, তখন ধারক ব্যাকটেরীয় জিনোমেও এক ধরনের পুনর্বিন্যাস (rearrangement) সূচিত হয় এবং এর ফলে ব্যাকটেরিয়া কোষে কিছু ভাইরাস জিনের বহিঃপ্রকাশ (expression) ঘটে এর একটি উদাহরণ হচ্ছে—উক্ত পোষকে একই প্রজাতির অন্য কোন ভাইরাস আর সংক্রমণ ঘটাতে পারে না। একটি বিধৃত (lysogenised) ভাইরাস যেমন নিজের জিন অন্য ভাইরাস ও ব্যাকটেরিয়ায় স্থানান্তরিত করে, তেমনি কখন কখন কিছু ব্যাকটেরীয় জিনও সন্ততি ভাইরাসে স্থানান্তরিত করতে পারে।

অতিবেগুনি রশ্মি ও এক্সরে প্রক্ষেপণ (irradiation) এবং নাইট্রোজেন ও মাস্টার্ডের মত রসায়নের (chemical) উপস্থিতি, ইত্যাদির বিশেষ প্রভাবের ফলে একটি ধারক ব্যাকটেরীয় কোষে ভাইরাস উৎপাদনের সূচনা তথা মারক প্রক্রিয়া শুরু হতে পারে এবং অবশেষে ঘটতে পারে ভাইরাসের জনন ও পোষক কোষের মৃত্যু। একটি ধারক (lysogenic) ব্যাকটেরীয় কোষের এরূপ মারক (lytic) কোষে রূপান্তরিত হওয়াকে বলা হয় নিরাময় (cure) হওয়া। আপাত দৃষ্টিতে কখনো কখনো এমনও দেখা গেছে যে, ফাজ DNA-র স্বতস্ফূর্ত (spontaneous) পরিবর্তনের ফলেই একটি সুমিত (temperate) ফাজ আক্রামী (virulent) ফাজে রূপান্তরিত হয়ে যায় এবং পূর্ণাঙ্গ ভাইরাস উৎপাদন শুরু করে ও অবশেষে পোষকের মৃত্যু ঘটিয়ে সন্ততি ভাইরাস অবমুক্ত হয়।

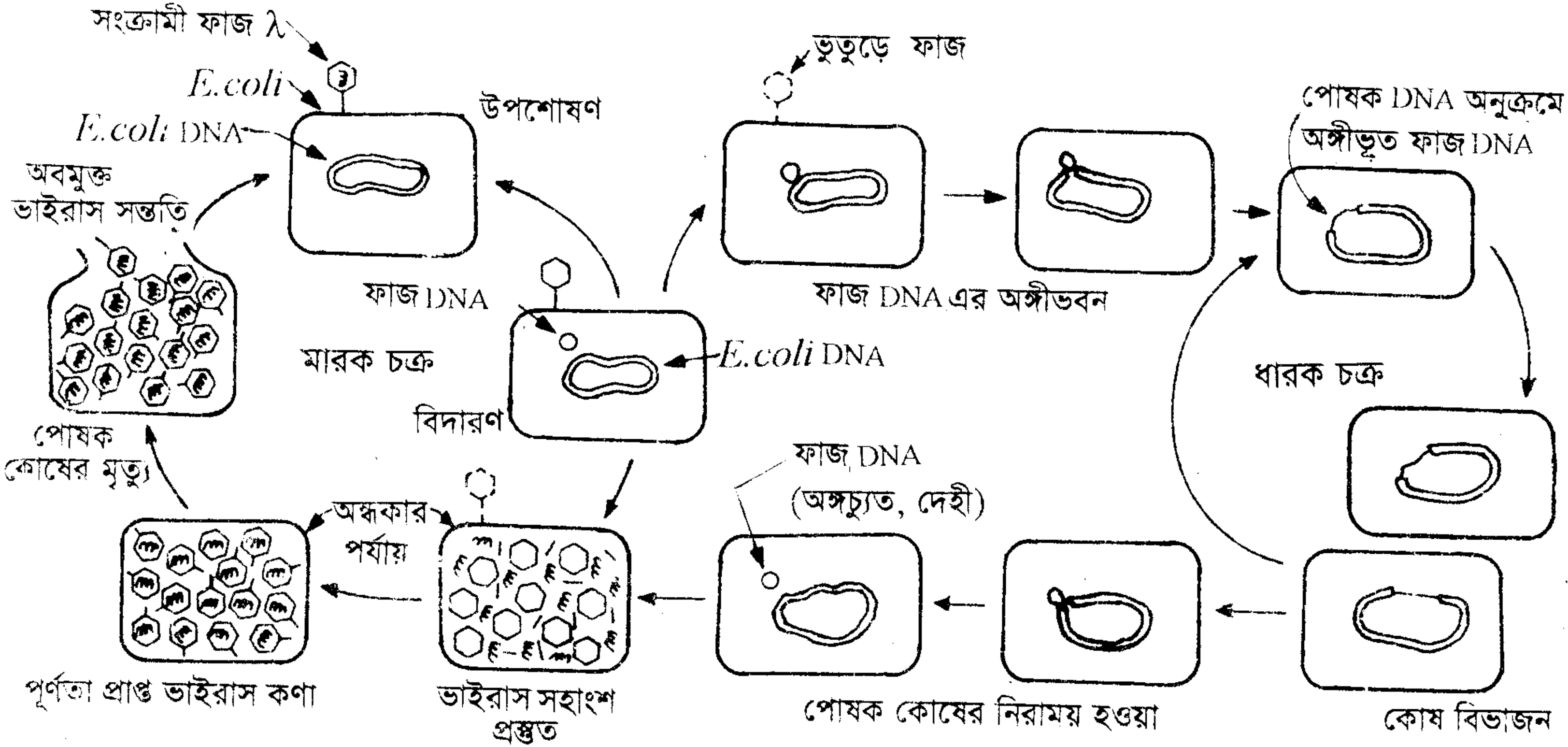
ভাইরাসবিদদের মতে একটি সংক্রমণ সক্ষম ব্যাকটেরীয় ফাজের রয়েছে দ্বৈত (duel) অস্তিত্ব। এক অবস্থায় এরা আক্রামী ফাজরূপে সম্পূর্ণ স্বাধীনভাবে পোষকের সংশ্লেষণ যন্ত্র ব্যবহার করে নিজের অনুলিপন প্রক্রিয়া পরিচালনা করে ভাইরাসের উৎপাদন ও পোষকের মৃত্যু ঘটায়। আর অন্য অবস্থায় বিধৃত ফাজরূপে এদের DNA পোষক DNA অনুক্রমের অঙ্গীভূত (integrated) হয়ে সম্পূর্ণভাবে পোষকের জিনীয় নিয়ন্ত্রণে (genetic control) অনুলিপিত হয়, এবং এর ফলে ফাজের উৎপাদন বন্ধ থাকে (চিত্র ৫.৭)।

যতটা জানা যায় অনেক ধারক (lysogenic) ফাজেরই রয়েছে বৃত্তাকার DNA। যাদের তা নেই, তাদেরও রেখাকার (linear) DNA পোষক কোষে প্রবেশের পরই এর অনুপূরক (complementary) প্রান্তদ্বয়ের সংযুক্তির ফলে বৃত্তাকার ধারণ করে। চিত্র ৫.৭ এ λ ফাজের জীবনচক্র সংশ্লিষ্ট ঘটনাবলী নকশানুগ (diagramatic) চিত্রের সাহায্যে দেখান হয়েছে। দেখান হয়েছে, সংক্রমিত ফাজ DNA পোষক কোষে প্রবেশের পর—

ক. বৃত্তাকার স্বাধীন দেহী (vegetative) DNA রূপে পোষক কোষে প্রাপ্য (available) সুবিধাসমূহ ব্যবহার করে ভাইরাস উৎপাদন শুরু তথা মারক চক্রের সূচনা করতে পারে, অথবা

খ. পোষক DNA অনুক্রমের অঙ্গীভূত হয়ে ধারকচক্রের সূচনা করতে পারে এবং

গ. ধারকচক্র অনুসারী বিধৃত (lysogenized) ফাজ DNA পুনরায় কোন কারণে বা স্বতঃস্ফূর্তভাবেই পোষক DNA থেকে অঙ্গচ্যুত (disintegrated) এবং মারক প্রভাবান্বিত হয়ে আবার মারক চক্র অনুসরণ করে ভাইরাস উৎপাদন শুরু করতে পারে।



চিত্র ৫.৭ : λ ভাইরাসের জীবনচক্র—মারক (lytic) চক্র ও ধারক (lysogenic) চক্র সমন্বিত সম্পূর্ণ অনুলিপন পদ্ধতির নকশাচিত্র (diagramatic figure)।

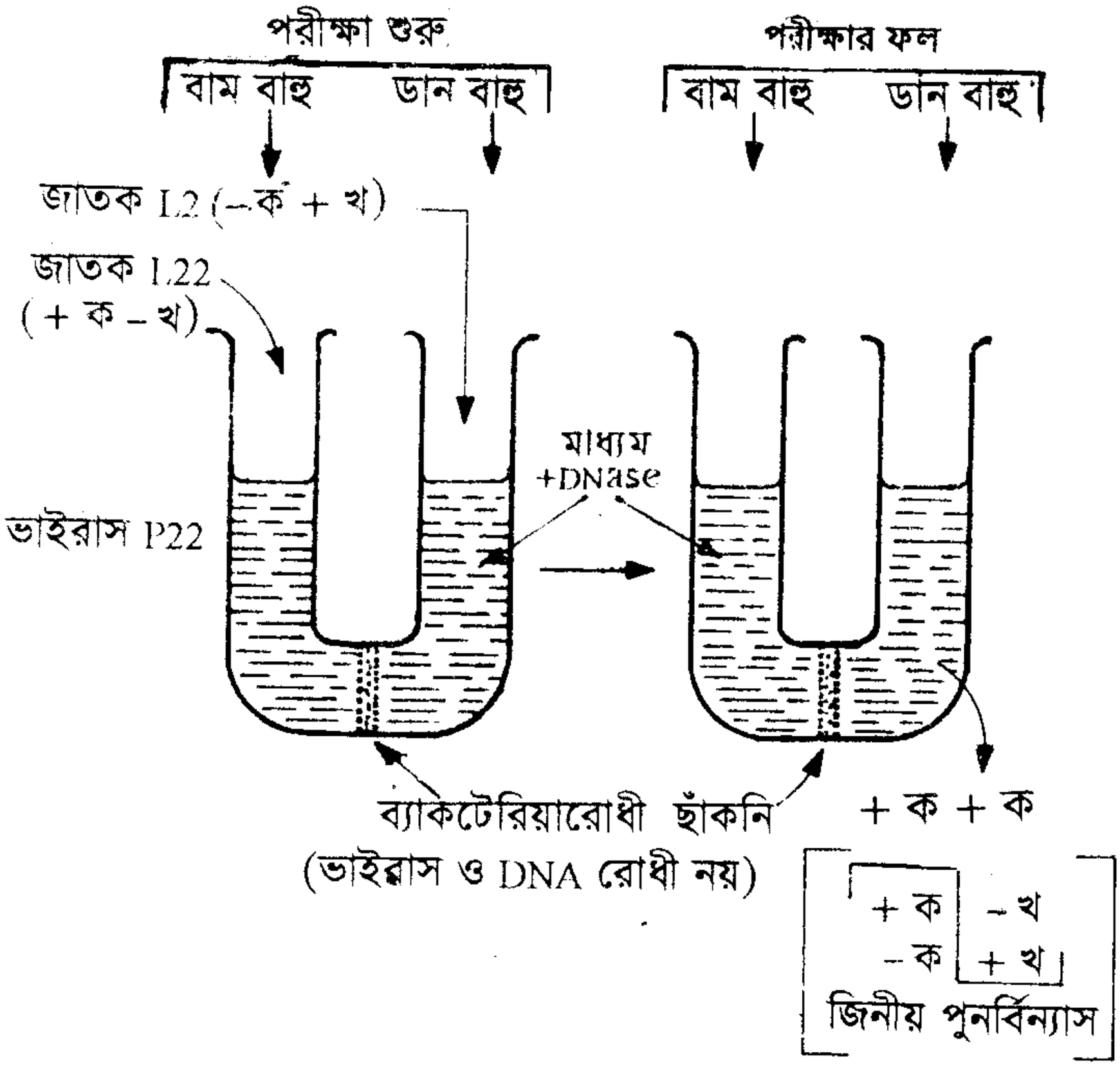
২.১. গুণান্তর (transduction)—ধারক চক্রের অবদান

গুণান্তর ধারকচক্র (lysogenic cycle) সংশ্লিষ্ট একটি প্রপঞ্চ (phenomenon)। এতে ন্যূতিদীর্ঘ (short), খণ্ডিত, দ্বিসূত্র DNA দাতা (donor) কোষ থেকে বিশেষ ব্যাকটেরীয় ফাজ দ্বারা বাহিত হয়ে গ্রহীতা (recipient) কোষে স্থানান্তরিত হয়। এ প্রক্রিয়ায় প্রথমতঃ একটি ধারক (lysogenic) ভাইরাস অনুকূল পরিবেশে একটি বিশেষ ব্যাকটেরিয়ার কোষে সংক্রমিত হয়ে ধারকত্ব (lysogeny) প্রতিষ্ঠা করে। পরবর্তীতে মারক (lytic) প্রতিক্রিয়ায় উক্ত ব্যাকটেরিয়ার কোষ বিনষ্ট হলে যে ভাইরাস জনু (generation) অবমুক্ত হয়, তার মধ্যে এমন দু একটি ভাইরাস থাকে যেগুলো ভাইরাস জিনোমের বদলে পোষক জিনোম খণ্ড নিয়ে উৎপন্ন হয়েছে। এ ভাইরাসগুলো পরবর্তীতে আবার অন্য ব্যাকটেরিয়াকোষে সংক্রমিত হয়ে ধারকত্ব প্রতিষ্ঠা করলে সংক্রমিত কোষে ব্যাকটেরীয় DNA-র স্থানান্তর ঘটে। ফলে গুণগত পরিবর্তন সূচিত হয় ব্যাকটেরীয় DNA অনুক্রমের মধ্যে। অতএব দেখা যাচ্ছে, এক্ষেত্রে একটি ব্যাকটেরিয়ার জিনীয় গুণের (genetic character) পরিবর্তন তথা গুণান্তর ঘটছে এবং একেই বলা হয় গুণান্তর (transduction)। উল্লেখ্য যে, গুণান্তর প্রক্রিয়ায় এক ব্যাকটেরিয়া থেকে অন্য ব্যাকটেরিয়ায় জিনীয় দ্রব্য স্থানান্তরে বাহকের ভূমিকা পালন করে ভাইরাস।

আবিষ্কার জসুয়া লেডারবার্গ (J. Lederberg) ও নর্টন জিন্ডার (N. Zinder) ১৯৫২ সালে গুণান্তর প্রপঞ্চটি আবিষ্কার করেন। তাঁরা *Salmonella typhimurium*-এর অনুমিলন (conjugation) পর্যবেক্ষণ করছিলেন। এ ব্যাকটেরিয়াটির দুটি অনুৎপাদক (auxotrophic) জাতক (strain) L2 ও L22 রয়েছে। ধরা যাক, L2 পুষ্টিদ্রব্য ক এবং L22 পুষ্টিদ্রব্য খ-এর জন্য অক্সোট্রফিক ; (অর্থাৎ L2 = -ক কিন্তু + খ এবং L22 = +ক কিন্তু - খ)। অন্য কথায় L2 পুষ্টিদ্রব্য ক ও L22 পুষ্টিদ্রব্য খ সংশ্লেষণ করতে পারে না। তাই L2 ও L22 জাতকদ্বয় আবাদের জন্য সাধারণ মাধ্যমের[১] সাথে যথাক্রমে পুষ্টিদ্রব্য ক ও খ এর সম্পূরণ (supplimentation) বা সংযোজন প্রয়োজন হয়। লেডারবার্গ ও জিন্ডার L2 ও L22 জাতকদ্বয়ের সঙ্করায়নের (hybridization) মাধ্যমে বহু সংখ্যক ব্যাকটেরিয়ার যে সন্ততি জনু (progeny generation) উৎপাদন করেন, তার মধ্যে তারা অল্প কিছু সংখ্যক এমন জাতক (strain) পান যেগুলো অক্সোট্রফিক নয় বরং প্রাকৃত (wild) এবং উৎপাদক (protrophic), অর্থাৎ +ক+খ জাতক। তাঁরা প্রথমে ধারণা করেন, L2 ও L22 স্ট্রেনদ্বয়ের অনুমিলনের (conjugation) ফলেই এমনটি ঘটেছে। তবু বিষয়টি নিশ্চিতভাবে প্রমানের জন্য তারা একটি পরীক্ষা করেন। পরীক্ষাটি নিম্নরূপ (চিত্র ৫.৮)--

---

১. মাধ্যম (medium) ব্যাকটেরিয়া, ছত্রাক ইত্যাদি আবাদের জন্য ব্যবহৃত কৃত্রিমভাবে তৈরি খাবার। সাধারণ মাধ্যম একটি প্রাকৃত (wild) অর্থাৎ পরিব্যক্ত (mutated) নয় এমন একটি জীবাণুর আবাদের জন্য ব্যবহৃত প্রমিত (standard) মাধ্যম। বর্তমান ক্ষেত্রে অক্সোট্রফিক L2 ও L22 স্ট্রেনদ্বয় পরিব্যক্ত। অর্থাৎ যথাক্রমে পুষ্টিদ্রব্য ক ও খ সংশ্লেষণের সহজাত ক্ষমতা হারানোর জন্য এরা অনুৎপাদক (auxotrophic)।



চিত্র ৫.৮ : লেডারবার্গের U-নল পরীক্ষা।

[চিত্র বিশ্লেষণ : *E. coli* ব্যাক্টেরিয়ার L2 ও L22 জাতক (strain) দ্বয় U–নলের দু'বাহুতে সম্পূরণ (supplimentation) মাধ্যমে উৎপন্ন করা হয়। L2 কে ডান বাহুতে ও L22কে বাম বাহুতে। U–পাত্রের মধ্যস্থলে ব্যাক্টেরিয়ারোধী ছাঁকনি আছে। তাই L2 ও L22 এর মধ্যে দৈহিক যোগাযোগ বা অনুমিলন (conjugation) সম্ভব নয়। DNase এর উপস্থিতিতে কোষমুক্ত DNA বিনষ্ট হয়। তাই নগ্ন DNA ও এক বাহু থেকে অন্য বাহুতে পরিবাহিত হতে পারেনি। এমতাবস্থায় L2 ও L22 জাতকদ্বয়ের মধ্যে জিনীয় পুনর্বিন্যাস সম্ভব একটি মাত্র পদ্ধতিতে। তা হচ্ছে, U–নলের বাম বাহুতে উৎপন্ন L22 ব্যাক্টেরিয়াগুলোকে P22 ভাইরাস দ্বারা সংক্রমিত করার ফলে অনেক L22র মৃত্যু ঘটিয়ে অনেক P22 ভাইরাস উৎপন্ন হয়েছে। উৎপন্ন ভাইরাসগুলোর মধ্যে এমন কিছু দুষ্ট (defective) ভাইরাস ছিল যেগুলো পোষক DNAর বিশেষ অংশ ধারণ করে উৎপন্ন হয়েছিল। পোষক জিনোমের অংশবিশেষ বহনকারী এসব ভাইরাস সহজেই ব্যাকটেরিয়ারোধী ছাঁকনি পেরিয়ে U–নলের ডানবাহুতে উৎপন্ন L2 ব্যাকটেরিয়াগুলোকে সংক্রমিত করেছে ও ধারকত্ব (lysogeny) প্রতিষ্ঠা করেছে। এর ফলেই জিনীয় পুনর্বিন্যাস সম্ভব হয়েছে এবং ক ও খ পুষ্টিদ্রব্য সংশ্লেষক জিনদ্বয় সমন্বিত হয়ে নতুন + ক+খ জাতক (strain) উৎপন্ন হয়েছে।]

একটি U–নল বা U আকার পাত্রে তরল বা ব্রথ[২] (broth) মাধ্যমে একটি ব্যাকটেরিয়ারোধী পর্দার দুপাশে L2 ও L22 স্ট্রেনদ্বয় আবাদ করা হল এবং সাথে সাথে P22 ফাজ দ্বারা L22 কে সংক্রমিত করা হল। আবাদ মাধ্যমে DNA নাশক DNase ও প্রয়োগ করা হয়। এরপরও উক্ত আবাদ থেকে +ক+খ জাতক পাওয়া গেল। অবশ্যই –ক+খ ও +ক–খ জাতকদ্বয়ের মধ্যে জিনীয় পুনর্বিন্যাসই এর একমাত্র সম্ভাব্য কারণ। বিজ্ঞানীদ্বয় সবদিক বিবেচনা করে সিদ্ধান্তে উপনীত হন যে, এক্ষেত্রে জাতকদ্বয়ের মধ্যে জিনীয়দ্রব্যের আদানপ্রদানের একমাত্র সম্ভাব্য উপায় হচ্ছে ধারক (lysogenic) ফাজ দ্বারা বাহিত হয়ে দাতাকোষের জিনীয়দ্রব্যের গ্রহীতা কোষে স্থান্তরিত হওয়া। এ সিদ্ধান্তের পক্ষে বিবেচিত প্রামান্য (authentic) যুক্তিগুলো নিম্নরূপ—

ক. নেতিবাচক (negative) যুক্তি : (১) যেহেতু L২ ও L২২ জাতকদ্বয় ব্যাকটেরিয়ারোধী পর্দার দুপাশে অবস্থিত ছিল, সেহেতু অনুমিলন (conjugation) সম্ভব নয়। (২) যেহেতু মাধ্যমে DNase উপস্থিত ছিল, সেহেতু রূপান্তরও[৩] (transformation) সম্ভব নয়। কারণ DNase এনজাইম DNA নাশক।

খ. ইতিবাচক (positive) যুক্তি : (১) দেখা গেছে, গুণান্তরকারী প্রকারণ (factor) কে বিশুদ্ধ করা যায় সে পদ্ধতিতেই যে পদ্ধতিতে ভাইরাসকে বিশুদ্ধ করা হয়। (২) গুণান্তর সে সকল গ্রহীতা কোষের ক্ষেত্রেই সম্ভব প্রমাণিত হয়েছে, যে সব ব্যাকটেরিয়ার কোষপ্রাচীরে সংশ্লিষ্ট ভাইরাসের গ্রাহীস্থল (receptor site) রয়েছে।

অতএব নিঃসন্দেহে বলা যায়, এ বিশেষ ক্ষেত্রে জিনীয় দ্রব্যের স্থানান্তর ঘটেছে ভাইরাসের মাধ্যমেই।

E. coli, Salmonella, Shigella, Proteus, Pseudomonas, Staphylococcus ও *Bacillus*–এর বিভিন্ন প্রজাতির মধ্যে গুণান্তর (Transduction) প্রপঞ্চ পরিলক্ষিত হয়েছে। তবে উল্লেখ্য যে, সকল ধারক (lysogenic) ফাজই গুণান্তর (transduction) ঘটায় না এবং সকল ব্যাকটেরিয়াও গুণান্তরযোগ্য (transduction) নয়। তবুও যতটা জানা গেছে, বলা যায়, বহু ব্যাকটেরীয় প্রজাতিতে সচরাচর সংঘটিত হয় গুণান্তর এমনই একটি প্রপঞ্চ এবং সে কারণেই প্রকৃতিতে ব্যাকটেরিয়ার জিনীয় পুণর্বিন্যাস সংঘটনের ক্ষেত্রে এর ভূমিকা কম গুরুত্বপূর্ণ নয়।

সাধারণতঃ একটি ধারক (lysogenic) ফাজ একবারে একটি জিন স্থানান্তরিত করে। তবে দুটো জিন খুব কাছাকাছি অবস্থিত হলে কখনো কখনো দুটো জিনও ভাইরাস ক্যাপসিড দ্বারা বাহিত ও স্থানান্তরিত হতে পারে।

---

২. ব্রথ (broth)–তরল মাধ্যম। গবেষণার প্রকৃতি ও প্রয়োজনানুযায়ী অর্ধ কঠিন (semisolid) ও তরল মাধ্যম ব্যবহার করা হয়।

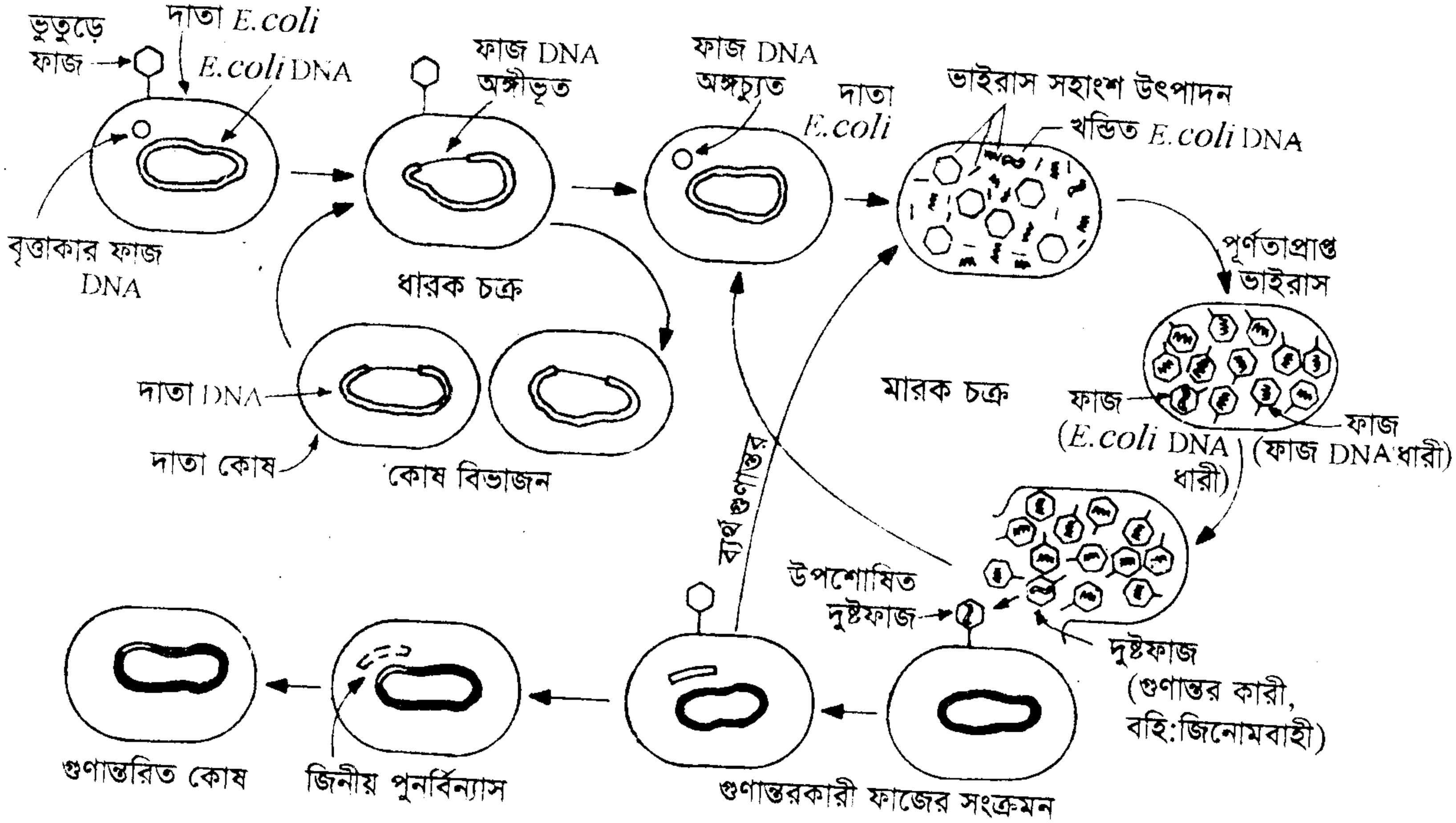
৩. রূপান্তর (transformation)—কোষমুক্ত DNA–র সাহায্যে জিনের স্থানান্তরণ প্রক্রিয়া।

ব্যাকটেরীয় জীনের ভাইরাসবাহিত স্থানান্তর বা গুণান্তর দুরকম হতে পারে। যেমন—(ক) সাধারণ গুণান্তর (generalised transduction) ও (খ) বিশেষ গুণান্তর (special transduction)।

২.১.১. সাধারণ গুণান্তর

গুণান্তর প্রপঞ্চের ব্যাখ্যা প্রসঙ্গে সূচনাতেই যে বর্ণনা দেয়া হয়েছে তাই বস্তুত সাধারণ গুণান্তর। এস্থলে আরো একটু বিশদ করে এভাবে বলা যেতে পারে।

একটি ধারক (lysogenic) ফাজ পোষক কোষে সংক্রমণের পর এর DNA পোষক DNA অনুক্রমের (sequence) মধ্যে অঙ্গীভূত (integrated) হয়ে অবস্থান করে। সাধারণত অনির্দিষ্টকাল এমনই থাকে। তবে কখনো কখনো ভাইরাস DNA সক্রিয় হয়ে ওঠে এবং ব্যাকটেরীয় DNA-র অঙ্গচ্যুত (disintrigated) হয়ে দেহী (vegetative) ও আক্রামী (virulent) ফাজরূপে পূর্ণাঙ্গ ভাইরাস অনুলিপন শুরু করে। এর ফলে অবশেষে পোষক কোষের মৃত্যু ঘটে ও একটি নতুন ভাইরাস জনু অবমুক্ত হয়। এক্ষেত্রে তাৎপর্যপূর্ণ ঘটনা এই যে, উৎপন্ন বহু সংখ্যক ভাইরাস সন্ততির মধ্যে অনেক সময় এমন কিছু ভাইরাসকণা পাওয়া যায় যেগুলো ভাইরাস জিনের সাথে অথবা ভাইরাস জিনের বদলে ১–২টি পোষক জিন গ্রহণ ও ধারণ করে উৎপন্ন হয়েছে। পোষক জিনোমবাহী এসব ভাইরাসকণাকে দুষ্ট (defective) ভাইরাস বলা হয়। স্থানান্তরযোগ্য ব্যাকটেরীয় জিনের বাহক এসব ভাইরাসকে গুণান্তরকারী বা গুণান্তরিতা (transducing) ভাইরাসও বলে। এদের উৎপাদনের হার খুবই কম, যতটা দেখা গেছে মোটামুটি হিসাবে ১০০০ এ ১টি। বিরল (rare) উৎপাদ (product) এসব ভাইরাসের ক্যাপসিড ভাইরাস জিনোমের বদলে বা সাথে যে বহিরাগত (external) ব্যাকটেরীয় জিনোম বহন করে সেগুলোকে বলা হয় বহিঃজিনোম (exogenote)। বহিঃজিনোমবাহী এসব ফাজ কণা যখন অন্য নতুন ব্যাকটেরিয়ারকোষে সংক্রমিত হয় সাধারণত ভাইরাস উৎপাদন করে না ও পোষকের মৃত্যু ঘটায় না। বিশেষ ভাইরাস জিনের অনুপস্থিতিই সম্ভবত এর কারণ। সংক্রমিত ভাইরাস DNA তখন পোষক ব্যাকটেরিয়ার DNA অনুক্রমের অঙ্গীভূত হয়ে ধারকত্ব (lysogeny) প্রতিষ্ঠা করে। এর ফলে ধারক ব্যাকটেরিয়ার নিজস্ব জিনোম, যাকে বলা হয় অন্তঃজিনোম (endogenote), একটি বহিঃ জিনোম গ্রহণ করে পুনর্বিন্যস্ত (rearranged) জিনোমে পরিণত হয়, এর ফলে ঐ ব্যাকটেরিয়ার জিনোমে গুণগত পরিবর্তন বা গুণান্তর সূচিত হয়। একেই সাধারণ গুণান্তর বলে। কখনো কখনো এমনও ঘটে, বহিঃ জিনোমবাহী ফাজ পোষক কোষে সংক্রমিত হওয়ার পরও ধারকত্ব প্রতিষ্ঠায় ব্যর্থ হয়। এ ধরনের ঘটনাকে বলা হয় ব্যর্থ গুণান্তর (abortive transduction)। চিত্র ৫.৯–এ সাধারণ গুণান্তর সংশ্লিষ্ট ঘটনাবলী নকশানুগ (diagrametic) চিত্রের সাহায্যে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৫.৯ : সাধারণ গুণান্তর (generalized transduction)।

২.১.২. বিশেষ গুণান্তর (Special transduction)

ভাইরাস দ্বারা এক ব্যাকটেরিয়া থেকে অন্য ব্যাকটেরিয়ায় জিনোমের স্থানান্তরিত হওয়াকেই বলে গুণান্তর। বিশেষ গুণান্তরের ক্ষেত্রে একটি ধারক (lysogenic) ফাজ দাতা ব্যাকটেরীয় জিনোম থেকে একটি বিশেষ অংশ গ্রহীতাকোষে স্থানান্তরিত করে। উদাহরণস্বরূপ উল্লেখ করা যায়, কলিফাজ λ (লামডা) *E. coli* ব্যাকটেরিয়ার গ্যালাক্টোজ[৪] জিন (গ-জিন) স্থানান্তরিত করে। অর্থাৎ গ-জিন λ ফাজ দ্বারা বাহিত হয়ে এক *E. coli* থেকে অন্য *E. coli* কোষে স্থানান্তরিত হয়, ফলে গ্রহীতা ব্যাকটেরীয় জিনযুথে (genotype) বিশেষ পরিবর্তন ঘটে এবং এর ফলে এর গুণযুথেও (phenotype) বিশেষ পরিবর্তন প্রকাশ পায়। সেজন্যই একে বলা হয় বিশেষ গুণান্তর। প্রক্রিয়াটি চিত্র ৫.১০-এ দেখান হয়েছে। যখন একটি *E. coli* কোষে একটি λ ফাজের সংক্রমণ ঘটে এবং ফাজ জিনোম *E. coli* জিনোমের নির্দিষ্ট গ্যালাকটোজ জিন সংলগ্ন থানে (locus) অঙ্গীভূত (integrated) হয়, তখন পোষক *E. coli* ধারকত্ব (lysogeny) প্রাপ্ত হয়। অঙ্গীভূত রেখাকার (linear) λ ফাজের DNA তখন সম্পূর্ণভাবেই পোষক ব্যাকটেরীয় DNA-র নিয়ন্ত্রণাধীন। পরবর্তীতে যদি কোষটিতে ধারকত্বের বদলে মারক প্রভাব (induction) দেখা দেয়, তখন ভাইরাস DNA পোষক DNA-র অঙ্গচ্যুত (disintigrated) হয়ে বৃত্তাকার (circular) অনুক্রম (sequence) রূপে বেরিয়ে আসে। ধারক কোষে এরূপ মারক প্রভাব দেখা দিলে সাধারণত সম্পূর্ণ ও অখণ্ড ভাইরাস জিনোমটিই বিচ্ছিন্ন হয়। তবে কখনো কখনো এমনও ঘটে যখন পোষক জিনোমের গেলাকটোজ জিনগুলো কিছু সংখ্যক ভাইরাস জিনের দ্বারা বিনিমিত (exchanged) হয়ে অঙ্গ চ্যুত (disintigrated) হয়। উৎপন্ন এ দুষ্ট (defective) ভাইরাস জিনোমের নিয়ন্ত্রণে যে দুষ্ট গ্যালাকটোজ জিনবাহী ভাইরাস জনু উৎপন্ন হয় এদের λ dg ফাজ বলা হয়। এরা নতুন কোষে সংক্রমিত হতে পারে, গুণান্তর (transduction) ঘটাতে পারে কিন্তু মারক প্রভাব সৃষ্টি করতে পারে না। এর ফলে এদের দ্বারা এক *E. coli* থেকে অন্য *E. coli* কোষে গ্যালাকটোজ জিন স্থানান্তরন প্রক্রিয়া সফলভাবেই সম্পন্ন হয়। তাই একে বলা হয় বিশেষ গুণান্তর। চিত্র ৫.১০-এ বিশেষ গুণান্তর সংশ্লিষ্ট ঘটনাবলী নকশানুগ (diagramatic) চিত্রের সাহায্যে দেখানো হয়েছে। দেখানো হয়েছে--

একটি λ ফাজ *E. coli* কোষে সংক্রমিত হবার পর ফাজ DNA

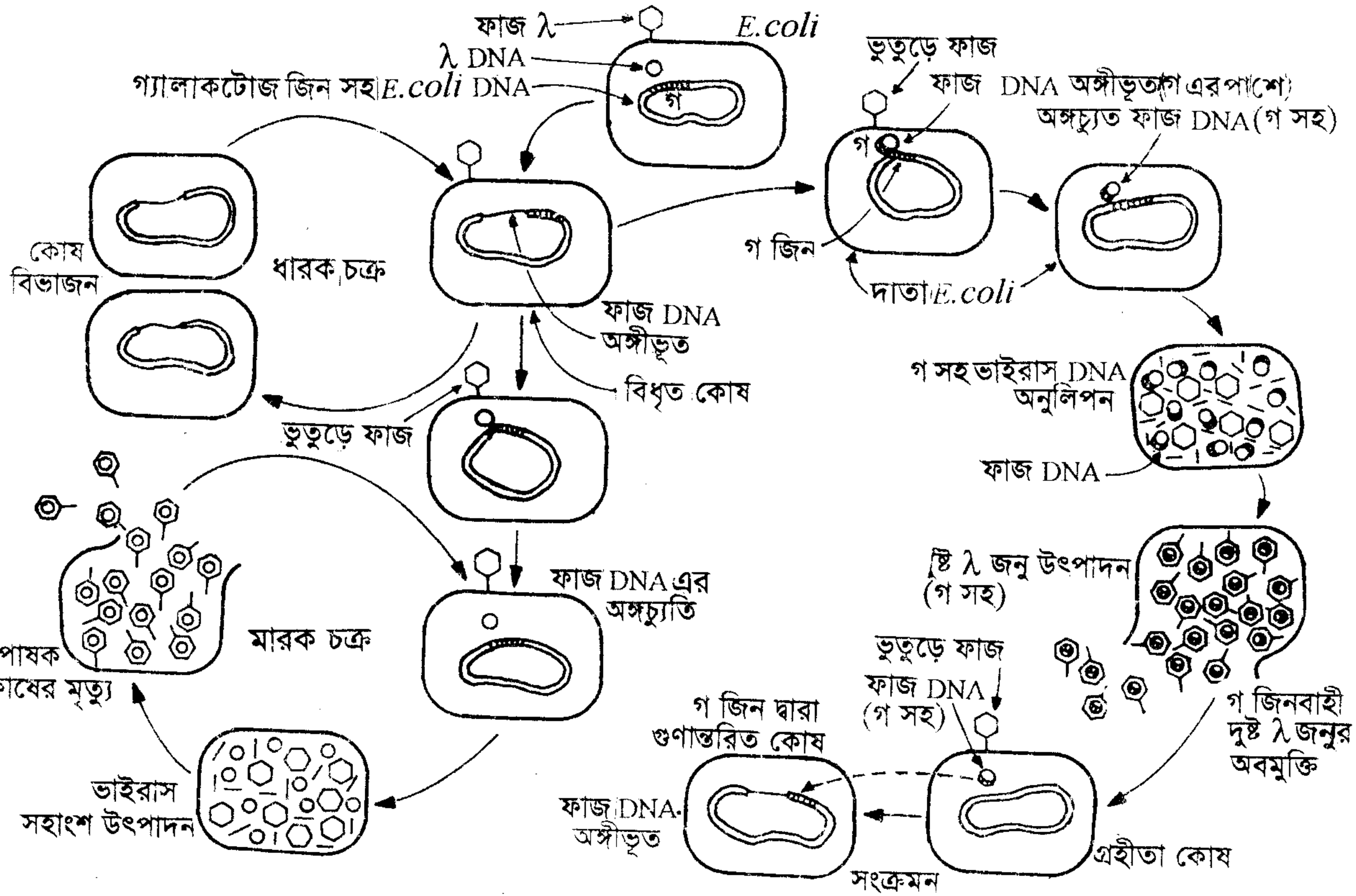
১. *E. coli* DNA অনুক্রমের মধ্যে অঙ্গীভূত হয়ে ধারকত্ব প্রতিষ্ঠা করতে পারে এবং অনির্দিষ্টকাল এ অবস্থায় থাকতে পারে ; অথবা

২. মারক চক্র অনুসরণ করে পোষকের মৃত্যু ঘটিয়ে সাধারণ ফাজ বা সাধারণভাবে গুণান্তরিত দুষ্টফাজ উৎপাদন করতে পারে ; অথবা

৩. মারক চক্র অনুসরণ করে বিশেষভাবে গ্যোলাকটোজ জিনবাহী দুষ্ট ফাজ জনু উৎপাদন করতে পারে, যাদের দ্বারা পরবর্তীতে অন্য *E. coli* কোষে গ্যালাকটোজ জিন স্থানান্তরিত হতে পারে।

---

৪. গ্যালাক্টোজ জিন-গ্যালাকটোজ ব্যবহারের জন্য প্রয়োজনীয় এনজাইম (enzyme) নিয়ন্ত্রণকারী জিন।



চিত্র ৫.১০ : বিশেষ গুণান্তর (special transduction) প্রক্রিয়ার নকশানুগ রেখাচিত্র। [গ্যালাকটোজ জিনকে গ দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে।]

এ প্রসঙ্গে উল্লেখ্য যে, ফাজ লামডা ছাড়াও *E. coli* ফাজ $\phi 80$ এর ক্ষেত্রেও বিশেষ গুণান্তর প্রপঞ্চ পরিলক্ষিত হয়েছে।

সামগ্রিক বিশ্লেষণ ও বিবেচনা ক্রমে এ প্রসঙ্গে যথার্থই বলা যায় যে, ব্যাকটেরিয়ার জিনীয় পুনর্বিন্যাস (genetic recombination) প্রক্রিয়ায় গুণান্তর (transduction) প্রপঞ্চের ভূমিকা খুবই গুরুত্বপূর্ণ। এ অধ্যায়েই বিশদভাবে আলোচিত হয়েছে যে, গুণান্তর প্রক্রিয়ায় মৌলিক ভূমিকা পালন করে ধারকত্ব (lysogenic) প্রপঞ্চ। ধারকত্ব প্রতিষ্ঠার ফলে পোষক কোষে কেবল জিনীয় পরিবর্তনই সূচিত হয় না, অধিকাংশ ক্ষেত্রে পোষকের বেঁচে থাকার জন্যও এর ভূমিকা অবশ্য স্বীকার্য। দেখা গেছে, প্রকৃতি থেকে অন্তরিত (isolated) অধিকাংশ ব্যাকটেরিয়াই ধারকত্ব সহায়ক। তাই সহজেই প্রণিধানযোগ্য যে, সাধারণ বিবর্তন প্রক্রিয়ায়ও ফাজ প্রভাবিত পরিবর্তনের (phage conversion) বিশেষ অবদান রয়েছে।

ষষ্ঠ অধ্যায়

ভাইরাস রোগতত্ত্ব

সংজ্ঞা

একটি জীবদেহের সব শারীরবৃত্তিক কার্যাবলী যখন তার সহজাত জিনীয় (genetic) ক্ষমতা অনুযায়ী যথারীতি পরিচালিত হতে থাকে, তখনই বলা যায়, এটি একটি সুস্থজীব। জীবদেহের স্বাভাবিক শারীরবৃত্তিক কার্যগুলো হচ্ছে—শ্বাসক্রিয়া, জল ও খাদ্যগ্রহণ, পরিপাক ও আত্মীকরণ (assimilation), বিশেষ সঞ্চয় দ্রব্যরূপে (storage material) শক্তি সঞ্চয় ও এর বিপাকীয় (metabolic) ব্যবহার, কোষ বিভাজন ও ব্যতীকরণ (differentiation), দৈহিক বৃদ্ধি এবং জনন (reproduction)। এসব কাজের যে কোনো একটি বা একাধিক যদি কোনো কারণে বাধাগ্রস্ত হয় বা বন্ধ হয়ে যায়, তাহলে জীবের জীবনের স্বাভাবিক গতি ব্যাহত হয় এবং জীব ক্লেশবোধ করে (suffer), এমন কি, কখনওবা মৃত্যুবরণ করে। জীবদেহের এ ধরনের অবস্থাকেই অসুস্থতা (illness) বা রোগ বলে শনাক্ত করা হয়। বিংশ শতাব্দীর পঞ্চাশের দশকের আমেরিকান রোগতত্ত্ববিদ উইন্টার ও ফাংকের মতে—"জীবদেহের সাধারণ স্বাস্থ্যকর (তথা স্বস্তিকর) অবস্থার যেকোনো ধরনের পরিবর্তন, তা সে সামান্য অস্বস্তি বা যাতনাই হোক, অথবা জীবনের জন্য হুমকিপূর্ণ বিপর্যয়ই হোক, তাকেই রোগ বলে সংজ্ঞিত (difined) করা যেতে পারে"।[১]

আমেরিকার উদ্ভিদ রোগতত্ত্ববিদ হিল্ড (Heald) তাঁর Manual of Plant Diseases পুস্তকে উদ্ভিদ রোগের যে সংজ্ঞা দিয়েছেন তাই সাধারণভাবে রোগের সংজ্ঞাবলে গৃহীত হতে পারে। তাঁর মতে—'রোগ জীবের স্বাভাবিক অবস্থা থেকে পরিবর্তিত এমন একটি অবস্থা, যখন দেহের স্বাভাবিক শারীরবৃত্তিক কার্যাবলী ব্যাহত বা বন্ধ হওয়ার ফলে, অথবা দেহে কোনো গাঠনিক পরিবর্তন সূচিত হওয়ার ফলে দেহের বৃদ্ধি ব্যাহত হয়, অথবা দেহে অস্বাভাবিক কোনো (ঘা, টিউমার, বহিরাগত প্রোটিন ইত্যাদি) উৎপাদন শুরু হয় অথবা কোনো অঙ্গের বা সম্পূর্ণ দেহের অকাল মৃত্যু ঘটে।"[২]

অনুরূপভাবে রোগতত্ত্ব বিজ্ঞানী ফ্রিম্যান (Freeman) প্রদত্ত সংজ্ঞাটিও এস্থলে উল্লেখ করা যেতে পারে। তাঁর সংজ্ঞাটি এরূপ, "কোন বহিস্থ প্রভাবকের দ্বারা যদি কোনো জীবের

---

১. "Disease may be defined as any deviation from the normal state of health, whether it be a slight ailment or one endangering life." A. R. Winter and E. M. Funk, 1941.

২. "any variation from the normal, as expressed either by the checking or by the interruption of physiological activities or by structural changes, which are sufficiently permanent to check development, cause abnormal formations or lead to premature death of a part of the plant or the entire plant." Frederick Deforest Heald, 1933.

জীবন ধারণের অনুকূল পরিবেশ এমনভাবে বিঘ্নিত হয় যে, সামগ্রিকভাবে উক্ত জীব বা তার কোনো অঙ্গ বিশেষের অস্তিত্ব হুমকির সম্মুখীন হয়, তখনই ঐ জীবকে রোগাক্রান্ত বলে চিহ্নিত করা যায়।"[৩]

রোগের কারণ

বিশেষ পর্যবেক্ষণে দেখা গেছে, জীবের রোগাক্রান্ত হওয়ার কারণ বহিস্থ কোনো না কোনো প্রভাবকের উপস্থিতি, অথবা ক্ষেত্র বিশেষে অযথার্থ উপস্থিতি। অর্থাৎ এসব প্রভাবক তাদের উপস্থিতি অথবা অযথার্থ উপস্থিতি দ্বারা জীবের স্বাভাবিক জীবন প্রক্রিয়া (তথা সহজে ও স্বচ্ছন্দে বেঁচে থাকা)কে বাধাগ্রস্ত করে বলেই জীব রোগাক্রান্ত হয়। রোগ উৎপাদক এসব বহিস্থ প্রভাবক সমূহকেই সাধারণভাবে রোগাত্মক (pathogen) বলে চিহ্নিত করা হয়। রোগাত্মক হতে পারে অজীব (inanimate), সজীব (animate) এবং ভাইরাস।

ক. **অজীব রোগাত্মক**—পুষ্টিদ্রব্য (nutrient), আলো, আর্দ্রতা (moisture), অক্সিজেন ইত্যাদির আধিক্য ও নুন্যতা (deficiency) ; পরিবেশে ক্ষতিকর রসায়ণ (chemical) ও অননুকূল (unfavourable) pH-এর উপস্থিতি ইত্যাদি। এসব অজীব রোগাত্মকের প্রভাবে সৃষ্ট রোগসমূহ অসংক্রামক (non-contagious) ; অর্থাৎ সংস্পর্শের মাধ্যমে এক দেহ থেকে অন্য দেহে সংক্রমিত হয় না।

খ. **সজীব রোগাত্মক**--নিমাটোড, পতঙ্গ, শেবাল, ছত্রাক, ব্যাকটেরিয়া, মাইকোপ্লাজমা, ক্লামাইডি, রিকেটসি ইত্যাদি। এসব সজীব রোগাত্মক দ্বারা সংঘটিত রোগ সমূহ সংক্রামক (contagious), অর্থাৎ দৈহিক সংস্পর্শের মাধ্যমে রুগ্নদেহ থেকে সুস্থ দেহে সঞ্চারিত হতে পারে।

গ. **ভাইরাস রোগাত্মক**—অনেক রোগতাত্ত্বিক ভাইরাসকে এর অনন্য (unique) প্রকৃতি ও আচরণের জন্য সজীব রোগাত্মক বলে বিবেচনা করেন না বরং বিশেষ এক ধরনের রোগাত্মক বলে মনে করেন। সে যাই হোক, প্রাণী ও উদ্ভিদের ২,০০০-এরও অধিক রোগ ভাইরাস সংক্রমণের ফলে সৃষ্টি হয় বলে ১৯৮৫ সাল পর্যন্ত প্রকাশিত গবেষণা প্রজ্ঞাপণ (report) থেকে জানা যায় (ফ্রিংকেল-কনরাট)। অবশ্য এ বিপুল সংখ্যক ভাইরাস রোগের মধ্যে খুব ক্ষতিকর ও মারাত্মক রোগের সংখ্যা ২০% এর বেশি নয়।

ভাইরাস রোগের গুরুত্ব

রোগের গুরুত্ব নির্ভর করে এর দ্বারা সংঘটিত ক্ষতির পরিমাণের উপর। রোগমাত্রই ক্ষতিকর। ভাইরাস রোগও। ভাইরাস রোগজনিত ক্ষতিগুলোকে দুভাবে বিবেচনা করা যেতে পারে।

ক. সাধারণ ক্ষতি

অন্যান্য সব রোগের মতো ভাইরাসঘটিত রোগেও মানুষসহ সকল প্রাণী ও উদ্ভিদের নানা ধরনের ক্ষতি সাধিত হয়। যেমন --

---

৩. "When the favourable conditions of life are so seriously interfered with by any agency that the life of a part of the plant or of the whole plant is threatened, we recognise disease in the plant." Edward Monroe Freeman, 1905.

অ. ভাইরাসরোগ জীবের জীবনধারণের স্বাচ্ছন্দ্য নষ্ট করে এবং জীবনকে যাতনাময় করে তোলে।

আ. এমন কিছু ভাইরাসরোগ রয়েছে যেগুলো জীবের দেহে অত্যন্ত তীব্র ও গুরুতর প্রভাব সৃষ্টি করে, যার ফলে জীবদেহের এক বা একাধিক বা সব শারীরবৃত্তিক কার্য বাধাগ্রস্ত হয় বা বন্ধ হয়ে যায় এবং অচিরেই জীবের মৃত্যু ঘটে। এগুলো ঘাতক রোগ বলে পরিচিত। এ ধরনের কিছুরোগে মৃত্যুহার অতি উচ্চ। কোনো কোনো রোগ আবার কখনও বা মহামারী রূপেও দেখা দেয় এবং একই সময়ে বহু জীবের মৃত্যু ঘটায়। মানুষের বসন্ত, ডেঙ্গু, গবাদির মুখ ও পায়ের রোগ এবং তামাকের মোজাইক রোগ এ ধরণের ঘাতক রোগ।

ই. আহার্য, পরিধেয় ও ঔষধসহ আরো অনেক প্রয়োজনীয় সামগ্রীর জন্য মানুষ বিশেষ কিছু উদ্ভিদ ও প্রাণীর উপর নানা মাত্রায় নির্ভরশীল। শস্য ক্ষেত্রে বা প্রাণি খামারে (animal firm) কখনো কখনো ভাইরাস রোগের প্রাদুর্ভাব হতে দেখা যায়, কখনওবা দেখা দেয় ব্যাপক মড়ক। ফলে মানুষের প্রয়োজনীয় এসব উদ্ভিদ ও প্রাণীর উৎপাদন হ্রাস পায়, কখনওবা নেমে আসে একেবারে শূন্যের কোঠায়। ফলে বিরাট আর্থিক ক্ষতির সম্মুখীন হয় মানুষ।

খ. বিশেষ ক্ষতি

রোগ নির্বিশেষে সকল রোগেরই যে সাধারণ ক্ষতির কথা উল্লেখ করা হল তাছাড়াও ভাইরাস রোগের রয়েছে কিছু বিশেষ ক্ষতিকর প্রভাব। আগেই বলা হয়েছে, রোগাত্মক (pathogen) হিসেবে ভাইরাস অনন্যসাধারণ (extra-ordinary), তাই এর সংক্রমণ, প্রকাশ ও ক্ষতিকর প্রতিক্রিয়ারও রয়েছে বিশেষ ধরন। রোগতত্ত্ব বিজ্ঞানীদের বিবেচনায় সে বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ ও ক্ষতিকর দিকগুলো হচ্ছে—

অ. ভাইরাসরোগ অন্যান্য রোগাত্মক (pathogen) ঘটিত রোগের তুলনায় অধিকতর সংক্রামক।

আ. অতিআণুবীক্ষণিক (ultramicroscopic) রোগাত্মক ভাইরাসের সংক্রমণ প্রতিরোধ ও শনাক্ত করা অপেক্ষাকৃত অধিক কষ্টসাধ্য।

ই. অধিকাংশ ভাইরাস রোগ চিকিৎসাসাধ্য নয় এবং প্রচলিত কেমোথেরাপি ও এন্টিবায়োটিক ভাইরাস রোগ চিকিৎসায় যথেষ্ট সফল বলে প্রমাণিত হয়নি।

ঈ. ভাইরাসঘটিত দুরারোগ্য ক্যান্সার ও এইড্‌স বর্তমান সভ্যতার জন্য এক বিরাট হুমকি এবং জীববিজ্ঞানী ও চিকিৎসাবিজ্ঞানীদের জন্য জটিলতম সমস্যারূপে উপস্থিত হয়েছে।

রোগের প্রকার

প্রাণী ও উদ্ভিদের ভাইরাস রোগকে আলোচনার সুবিধার জন্য নানাভাবে শ্রেণিবিন্যস্ত করা যেতে পারে।

ক. জীবদেহে রোগের ব্যাপ্তিভেদে রোগের শ্রেণি বিভাগ হতে পারে নিম্নরূপ—

অ. **স্থানিক** (localised) **রোগ**—যেসব রোগ দ্বারা জীবদেহের অঙ্গবিশেষ বা অংশবিশেষ আক্রান্ত হয়। সেসব রোগকেই স্থানিক রোগ (localised disease) বলা হয়। মানুষের সর্দি (নাশিকা ও গলবিল সংক্রমন), আন্ত্রিকজ্বর (অন্ত্র সংক্রমণ) ইত্যাদি স্থানিক রোগ। উদ্ভিদের পাতায় স্থানিক সংক্রমণের ফলে মৃত এলাকা (necrotic area) উৎপন্ন হতে দেখা যায়।

আ. **দেহতান্ত্রিক** (systemic) **রোগ**—যেসব রোগ দ্বারা সাধারণভাবে সমস্ত দেহ আক্রান্ত হয় সেসব রোগকে দেহতান্ত্রিক রোগ বলে। যেমন—মানুষের বসন্ত, হাম, ডেঙ্গু ইত্যাদি। ধানের টুংগ্রো রোগ, কলার bunchy top ইত্যাদি।

খ. কোনো দেশে বা পৃথিবীতে কতোটা এলাকা জুড়ে একটি রোগের প্রকোপ প্রকাশ পায়, তার উপর ভিত্তি করে রোগের শ্রেণি বিভাগ হতে পারে নিম্নরূপ—

অ. **আঞ্চলিক** (endemic) **রোগ**—যেসব রোগের আক্রমণ ও প্রকোপ একটি নির্দিষ্ট ভৌগোলিক সীমারেখার মধ্যে ঘটতে দেখা যায় সেসব রোগকেই বলে আঞ্চলিক রোগ। যথা—মানুষের পীতজ্বর (yellow fever) দক্ষিণ আমেরিকার আঞ্চলিক রোগরূপেই আবিষ্কৃত হয়। পোলিও পূর্ব ইয়োরোপ ও আমেরিকার আঞ্চলিক রোগ রূপেই পরিচিত ছিল। বর্তমানে পলিও বাংলাদেশ ও ভারতসহ আরো কোনো কোনো দেশেও দেখা যায়। উদ্ভিদের অনেক ভাইরাস ঘটিত রোগই আঞ্চলিক রোগ বলে পরিচিত ছিল। যেমন—Tomato leaf curl disease, Banana bunchy top disease, Tobacco mosaic disease ইত্যাদি। তবে নানা কারণে এসব রোগের সংক্রমণ এলাকার ব্যাপ্তি ক্রমে ক্রমেই বেড়ে যাচ্ছে।

আ. **মহামারী** (epidemic)—যে রোগ কোনো একটি নির্দিষ্ট সময়ে কোন এলাকায় অত্যন্ত গুরুতর ও ঘাতক রোগরূপে অত্যন্ত দ্রুত ছড়িয়ে পড়ে ও অল্প সময়ে বহু সংখ্যক জীবের মৃত্যু ঘটায় এমন রোগকেই বলে মহামারী (epidemic disease)। যেমন—গুটিবসন্ত, হাম, ডেঙ্গু ইত্যাদি রোগ মহামারীরূপে পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে বিভিন্ন সময়ে দেখা দিয়েছে। উদ্ভিদের মহামারীরূপে leaf curl of tobacco ও ধানের টুংগ্রো রোগের কথা উল্লেখযোগ্য। অনেক আঞ্চলিক উদ্ভিদ রোগকেই সময় বিশেষে মহামারীরূপে আত্মপ্রকাশ করতে দেখা গেছে।

ই. **বৈশ্বিক** (pandemic) **রোগ**—যেসব রোগের প্রকোপ বিভিন্ন সময়ে সারা পৃথিবীতেই দেখা যায়, কোনো বিশেষ এলাকায় যেসব রোগ সীমাবদ্ধ নয় সেসব রোগকেই বলে বৈশ্বিক রোগ। যেমন—ফ্লু বা ইনফ্লুয়েঞ্জা। ১৯১৮ সালে ফরাসীদেশে এ রোগের প্রথম প্রকাশ ঘটে এবং দ্রুত সারা পৃথিবীতে ছড়িয়ে পড়ে। Leaf curl of tomato বর্তমানে একটি বৈশ্বিক রোগ বলে পরিচিত রোগ।

ভাইরাস রোগের লক্ষণ

জীবদেহে কোন একটি বিশেষ রোগাত্মকের (pathogen) আক্রমণের ফলে উৎপন্ন এবং প্রকাশিত প্রতিক্রিয়াগুলোই উক্ত রোগাত্মক দ্বারা সৃষ্ট রোগের লক্ষণ বলে পরিচিত। অর্থাৎ জীবদেহে রোগের অভিব্যক্তিই (expression) লক্ষণ (symptom)। কখন কখন একে উপসর্গ বলেও অভিহিত করা হয়। উদ্ভিদ রোগের ক্ষেত্রে সকল লক্ষণই দর্শনযোগ্য (visible)। কিন্তু প্রাণীর ক্ষেত্রে বিশেষ ধরনের ধ্বনি ও অঙ্গভঙ্গিও কোনো কোনো রোগের লক্ষণ বলে বিবেচিত হতে পারে। মানুষের ক্ষেত্রে ত রোগ বিশেষে সুনির্দিষ্ট বর্ণনাই রোগীর কাছ থেকে পাওয়া সম্ভব। অর্থাৎ লক্ষণ হচ্ছে জীবদেহে রোগ সংক্রমণের ফলে সৃষ্ট প্রতিক্রিয়া সমূহের বিবরণ, যার দ্বারা একটি বিশেষ রোগকে শনাক্ত করা যেতে পারে। জীবদেহে লক্ষণের বিস্তৃতি ও প্রকাশের মাত্রাভেদে লক্ষণ হতে পারে (১) স্থানিক (localised), (২) দেহতান্ত্রিক (systemic) এবং (৩) অপরিস্ফুট (inapparent)।

১. **স্থানিক লক্ষণ**—এক্ষেত্রে পোষক দেহে ভাইরাসের প্রবেশস্থান বা তার কাছাকাছি স্থানের মধ্যেই রোগ লক্ষণের প্রকাশ সীমাবদ্ধ থাকে। যেমন—ভাইরাস সংক্রমণের ফলে মানুষের চক্ষু লাল হওয়া, উদ্ভিদের পাতায় ভাইরাস সংক্রমণের ফলে পচন দাগ (necrotic spot) সৃষ্টি হওয়া ইত্যাদি।

২. **দেহতান্ত্রিক** (systemic) **লক্ষণ**—এক্ষেত্রে সংক্রমিত ভাইরাস সংক্রমণস্থল থেকে দ্রুত আক্রান্ত জীবের সর্বদেহে ছড়িয়ে পড়ে। সংক্রমণস্থল থেকে দূরে দূরে বিভিন্ন স্থানে এবং সাধারণতঃ সর্বদেহেই রোগ লক্ষণ প্রকাশ পায়। মানুষের জলবসন্তে জ্বর, গাত্রশুল, গুটি ইত্যাদি সারা দেহেই দেখা দেয়। উদ্ভিদের সব মোজাইক রোগই দেহতান্ত্রিক।

৩. **অপরিস্ফুট** (inapparent) **লক্ষণ**—এক্ষেত্রে ভাইরাস সংক্রমণের পর তাৎক্ষণিকভাবে বোধগম্য (appreciable) কোনো লক্ষণ প্রকাশ পায় না। এ ধরনের সংক্রমণকে বলা যেতে পারে, সুপ্ত (latent) সংক্রমণ। এ ধরনের ক্ষেত্রে সাধারণত সংক্রমণের পর অনেক বিলম্বে লক্ষণ প্রকাশ পায়। পতঙ্গ ভাইরাস ও ধারক (lysogenic) ব্যাকটেরীয় ভাইরাস সংক্রমণের ক্ষেত্রে এ ধরনের প্রপঞ্চ (phenomena) লক্ষ্যণীয়।

প্রাণিভাইরাস রোগলক্ষণ

মানুষসহ সব প্রাণিভাইরাস রোগের লক্ষণ মোটামুটি একই ধরনের। প্রাণীর ব্যাকটেরীয় রোগলক্ষণের সাথে ভাইরাস রোগলক্ষণের বিশেষ কোনো পার্থক্য না থাকলেও উদ্ভিদভাইরাস রোগলক্ষণ প্রাণিভাইরাস রোগলক্ষণের তুলনায় যেমন ভিন্ন তেমনই বিচিত্র। প্রাণিভাইরাস রোগের উল্লেখযোগ্য লক্ষণগুলো নিম্নরূপ—

১. **দেহোত্তাপের হ্রাস-বৃদ্ধি**—সাধারণত একটি বিশেষ অনুকূল তাপমাত্রায় জীবদেহের শারীরবৃত্তিক (physiological) কার্যাবলী যথাযথভাবে পরিচালিত হয়। সে অনুকূল তাপমাত্রা সংরক্ষিত না হয়ে যদি প্রাণিদেহের উত্তাপ বেড়ে বা কমে যায় তাহলে তা অবশ্যই একটি অসুস্থতার লক্ষণ। অনেক রোগেই দেহের স্বাভাবিক তাপমাত্রার পরিবর্তন ঘটতে দেখা যায়।

(ক) **জ্বর** (fever)—দেহের উত্তাপ বেড়ে যাওয়াকেই জ্বর বলে। জ্বর একটি অত্যন্ত সাধারণ প্রাণিরোগ লক্ষণ। অনেক ভাইরাস রোগেই দেহের তাপ বেড়ে যেতে দেখা যায়। মানুষের জলবসন্ত, গুটিবসন্ত, ফ্লু, সর্দি, পীতজ্বর ইত্যাদি সব ভাইরাস রোগেরই সাধারণ ও অন্যতম লক্ষণ জ্বর ; মুরগির রানীক্ষেত রোগ, গবাদির foot and mouth disease ইত্যাদি রোগেও আক্রান্ত প্রাণীর দেহের উত্তাপ বেড়ে যায়।

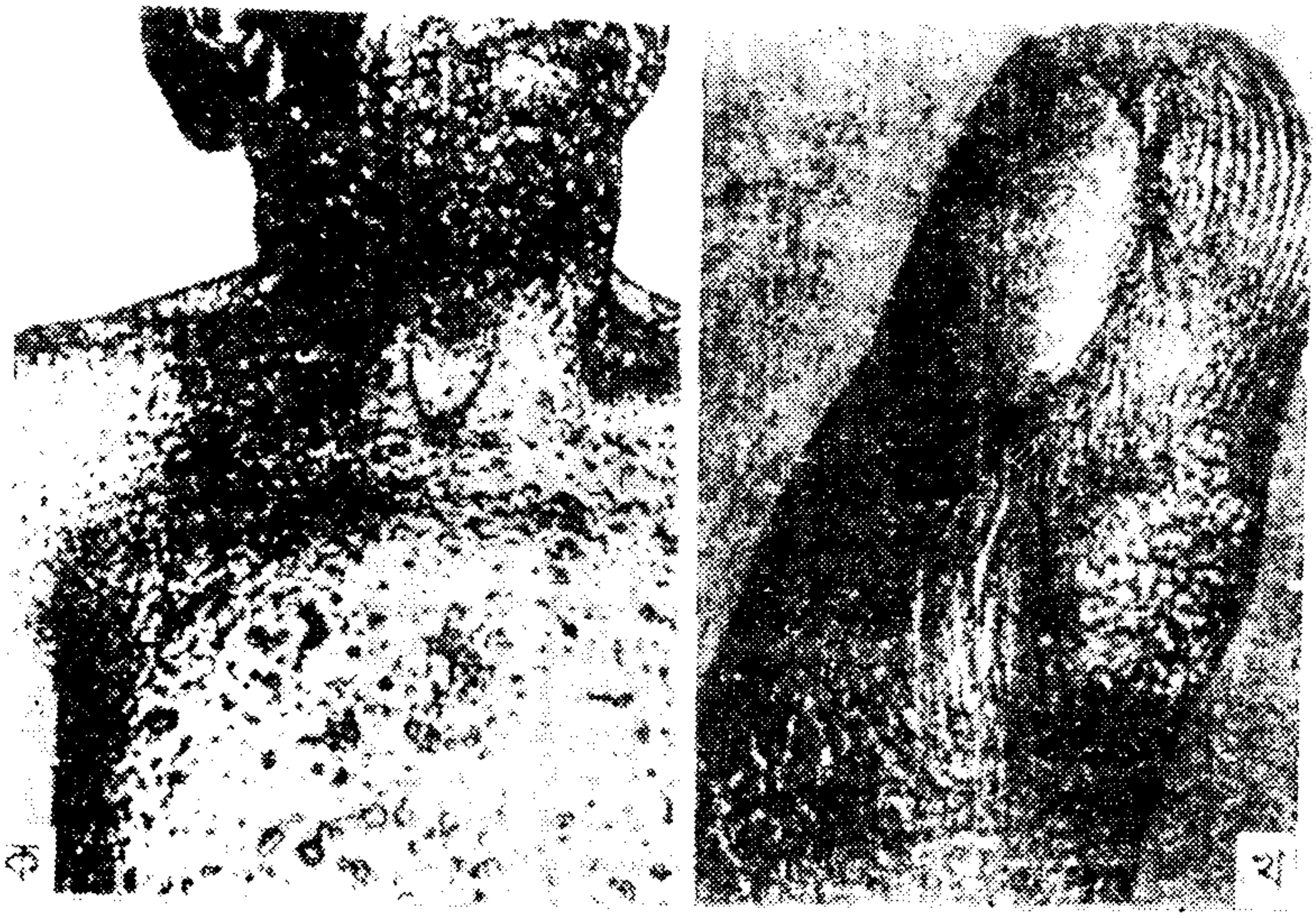
(খ) **শৈত্যবোধ** (chill)—কোনো কোনো রোগে আক্রান্ত প্রাণীর দেহের তাপ কমে যায় এবং রোগী তীব্র শীতবোধ করে। ইনফ্লুয়েঞ্জা রোগেও কখনো কখনো এ লক্ষণ দেখা যায়।

৩. **গাত্রশূল** (body ache)—সাধারণভাবে সারা দেহে বেদনাবোধ বা গাত্রশূল বেশ কিছু রোগের লক্ষণ। যেমন—মানুষের জলবসন্ত, গুটিবসন্ত, মস্তিষ্ক প্রদাহ (encephalitis), হাম ইত্যাদি। অন্যান্য প্রাণীর বিভিন্ন রোগ, যেমন—গোবসন্ত, avine herpes, swine fever ইত্যাদি রোগেও গাত্রশূল অন্যতম লক্ষণ।

৪. **ফুসকুড়ি ও চুলকনা** (rash)—অনেক ভাইরাস রোগে ত্বকে ছোট্ট ছোট্ট ফোসকা অথবা ঘামাচির মতো দেখা দেয়। এগুলো বেদনা এবং/অথবা চুলকানিযুক্ত হতে পারে। মানুষের হাম, জলবসন্ত ইত্যাদি রোগে এ ধরনের ফুসকুড়ি বা গুটি দেখা দেয়।

৫. **ঘা বা পচন ঘা** (lesion or necrotic lesion)—কোনো কোনো রোগে প্রাণীর বহিস্থ বা অন্তস্থ অঙ্গ বিশেষে টিসুর পচনের ফলে ঘা সৃষ্টি হয়। জলবসন্তে ত্বকে এবং গুটিবসন্তে ত্বকে, মুখ গহ্বরে ও গলবিলের উপরে-নীচে এ ধরনের ঘা বা ক্ষত সৃষ্টি হয়। মুরগির রানীক্ষেত রোগেও ঘা সৃষ্টি হয় মুখ ও ঝুটিতে।

৬. **অর্বুদ ও জড়ুল** (tumor and wart)—ভাইরাস সংক্রমণের ফলে কখন কখন প্রাণীর অঙ্গবিশেষে অবাঞ্ছিত ও অনিয়ন্ত্রিত কোষবিভাজনের সূচনা হয়। এর ফলে সংশ্লিষ্ট অঙ্গে ছোট বড় নানা আকারের উপবৃদ্ধির (outgrowth) সৃষ্টি হতে দেখা যায়। এসব উপবৃদ্ধি হতে পারে অর্বুদ (tumor) অথবা জড়ুল (wart)। টিউমার ছোট থেকে অনেক বড় এবং বহিস্থ বা অন্তস্থ যেকোন অঙ্গে হতে পারে। ওয়ার্ট খুব বেশি বড় হয় না এবং বহিস্থ কোন অঙ্গে ক্ষুদ্র চর্ম-উপবৃদ্ধিরূপে দেখা দেয়। টিউমার ও ওয়ার্ট হতে পারে নির্দোষ (benign), যা ব্যথাহীন ও অক্ষতিকর (harmless) স্থিতিরূপে আজীবন থাকতে পারে; আবার হতে পারে দুষ্টজনিষ্ণু (malignant), যা থেকে সাধারণত কর্কট (cancer) ও দুষ্টক্ষত (carcinoma) সৃষ্টি হয়। এডেনো, রেট্রো, রিও প্যাপো ইত্যাদি ভাইরাস সংক্রমণে সাধারণত এরূপ উপবৃদ্ধি সৃষ্টি হতে দেখা যায়. (চিত্র ৬.১)।



চিত্র ৬.১ : দেহত্বকের ভাইরাস ঘটিত উপবৃদ্ধি—(ক) চর্ম অর্বুদ (skin tumor), (খ) জড়ুল (wart).

৭. **পাকবিপত্তি** (stomach disorder)—পাকস্থলীতে অর্থাৎ পরিপাক ক্রিয়ায় গোলযোগ দেখা দেয় কোনো কোনো ভাইরাস সংক্রমণের ফলে, একেই বলে পাক বিপত্তি।

পাকস্থলী ও অন্ত্রের ভাইরাস ঘটিত প্রদাহের সঙ্গে human enteric ও calf diarrhea ও তদ্রূপ রোগ হতে দেখা যায়।

৮. নাসিকা ক্ষরণ (nasal secretion) :- শ্বসনিকা ও গলবিল (pharynx) সংক্রমণের লক্ষণ, কখনওবা অন্য কোনো রোগের প্রাথমিক লক্ষণ হিসাবেও নাক থেকে শ্লেষ্মা ক্ষরিত হতে দেখা যায়। যেমন- ইনফ্লুয়েঞ্জা, যে কোনো রোগের সাধারণ লক্ষণ নাকে নিয়ে তদীয় বা আঞ্চলিক রোগের কথা।

৯. পক্ষাঘাত (paralysis) :- এই লক্ষণ হয়ে এমন অঙ্গের কর্মক্ষমতা নষ্ট হয়ে যায় কোনো কোনো ভাইরাসের আক্রমণে এরূপ পক্ষাঘাত ঘটে। মস্তিষ্কের বিশেষ এলাকায় (spinal chord) ও ইহার ঝিল্লির প্রদাহের সঙ্গেই সর্বাঙ্গীন ঘর্ম হতে দেখা যায়। উদাহরণ স্বরূপ পোলিওমাইলাইটিস (poliomyelitis) রোগের কথা এখানে করা যেতে পারে। এক্ষেত্রে যে কোন একটি অঙ্গ এমন কি মুখমণ্ডল ও পায়ে পক্ষাঘাতের ফলে কর্মক্ষমতা হারিয়ে ফেলতে দেখা যায়।



চিত্র ১২ : পক্ষাঘাতে আক্রান্ত শিশু—পক্ষাঘাতগ্রস্ত পা

উদ্ভিদভাইরাস রোগ লক্ষণ

প্রায় সব উদ্ভিদভাইরাস রোগই দেহতান্ত্রিক (systemic)। অর্থাৎ সংক্রমণের পর সবগুলোই ভাইরাস ছড়িয়ে পড়ে। কিন্তু তা সত্ত্বেও লক্ষণ প্রকাশ পায় প্রধানত পাতায়। যেমন,

BANDOO LIBRARY
Dhaka

ফুল ও ফলেও কোনো কোনো রোগের লক্ষণ প্রকাশ পেয়ে থাকে। অবশ্য, এ ধরনের রোগের সংখ্যা খুব বেশি নয়। আরো উল্লেখ্য যে, সব উদ্ভিদ ভাইরাস রোগেরই সাধারণ লক্ষণ বামনত্ব (dwarfness) অর্থাৎ বৃদ্ধি ব্যাহত হওয়া এবং উৎপাদন হ্রাস পাওয়া।

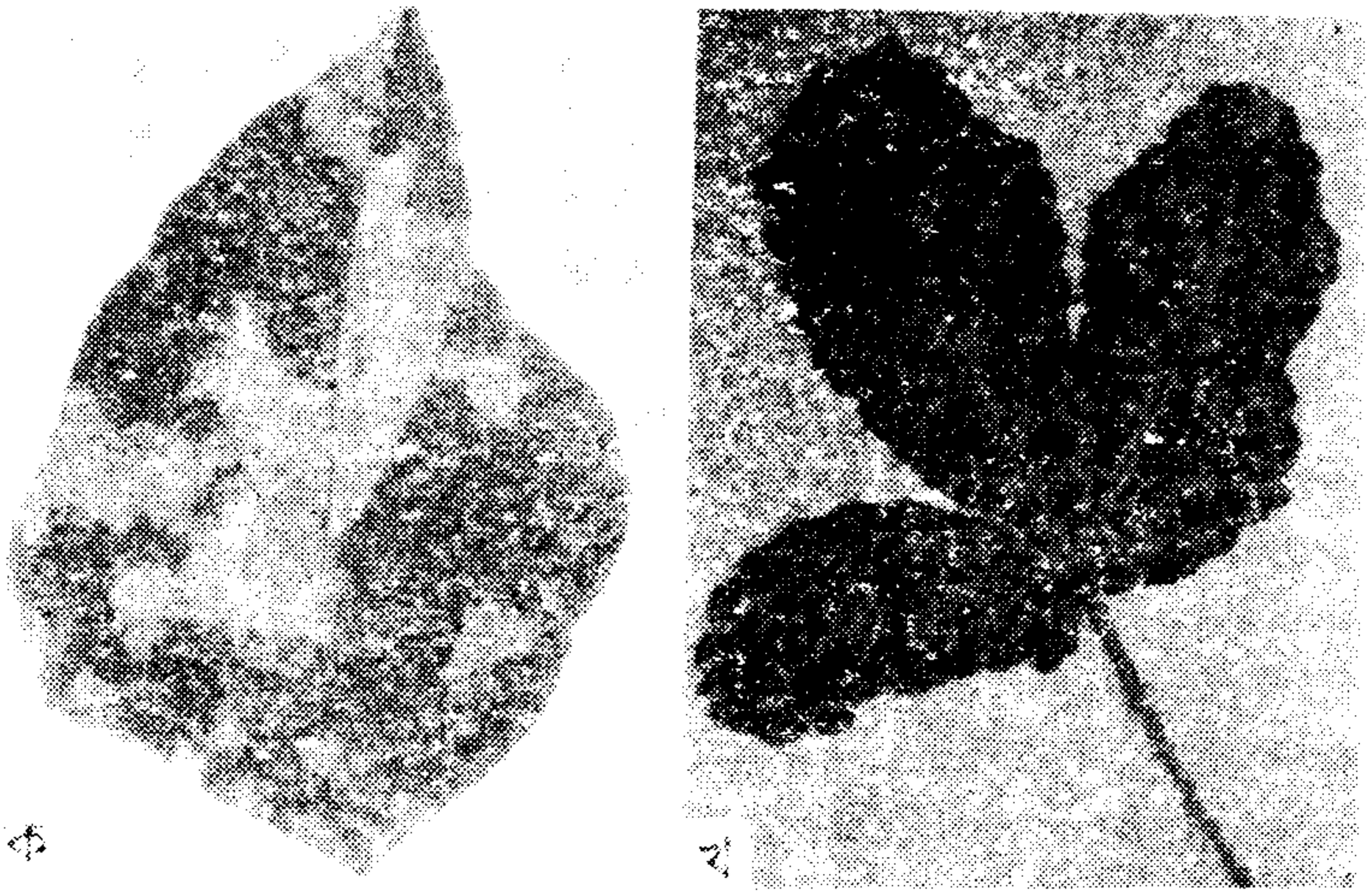
উদ্ভিদের সব রোগ লক্ষণই দর্শনযোগ্য (visible) ; তবে ভাইরাস রোগলক্ষণ ও ব্যাকটেরীয় রোগলক্ষণ পুরোপুরি একরকম নয়। উদ্ভিদ ভাইরাসরোগের উল্লেখযোগ্য লক্ষণগুলো নিম্নে আলোচনা করা হলো।

১. **পত্র বিবর্ণতা বা মোজাইক** (chlorosis or mosaic)—ভাইরাস সংক্রমণের ফলে উদ্ভিদের পাতার সবুজ রঙ নষ্ট হয়ে নানা ধরনের বিবর্ণতা (chlorosis) দেখা দেয়। এতে প্রায়ই নানা রঙের সমাবেশ দেখা যায় বলে একে মোজাইক বলা হয়। যথা—Tobacco mosaic, bean mosaic ইত্যাদি রোগাক্রান্ত উদ্ভিদের পাতায় মোজাইক লক্ষণ দেখা যায়।

সার্বিক পর্যবেক্ষণে দেখা গেছে অধিকাংশ (প্রায় ৭০%) উদ্ভিদ ভাইরাস রোগের লক্ষণই মোজাইক। মোজাইক হতে পারে নানা ধরনের। যেমন—

(ক) কবুর (mottle)—এতে পাতার সবুজ রঙ নষ্ট হয়ে যায় এবং তার স্থলে সাদা ছাড়াও অন্য এক বা একাধিক রঙের সমাবেশ দেখা দেয়। যথা—Bean mosaic (চিত্র ৬.৩ ক) Broad bean mottle, Belladonna mottle ইত্যাদি রোগ।

(খ) শিরাস্বচ্ছতা (vein clearing)—এতে পাতার শিরা ও উপশিরাগুলো সাদা বা হলদে হয়ে যায় কিন্তু অন্যান্য অংশ সবুজই থাকে। যথা—Vein clearing of lady's finger (চিত্র ৬.৩ খ)।



চিত্র ৬.৩ : পত্র বিবর্ণতা বা মোজাইক লক্ষণ—(ক) সিমের মোজাইক রোগ (Bean mosaic disease), (খ) ঢেঁড়সের শিরাস্বচ্ছতা রোগ (Vein clearing disease of lady's finger).

(গ) শিরাবদ্ধতা (vein banding)—এতে শুধু শিরা-উপশিরাগুলো বাদ দিয়ে পাতার অন্য সমস্ত অংশের সবুজ রঙ নষ্ট হয়ে যায়। যথা—vein banding of papaya. দেখা গেছে, শিরাবদ্ধতা ও শিরা স্বচ্ছতা কখন কখন স্বল্পস্থায়ী প্রাথমিক লক্ষণরূপে দেখা দিয়ে পড়ে কর্বুর রূপে স্থায়ী হয়।

২. **পত্র ফলকের অন্যান্য পরিবর্তন**—ভাইরাস সংক্রমণের ফলে উদ্ভিদের পত্র ফলকের (lamina) সবুজ রঙ নষ্ট হয়ে যাওয়া ছাড়াও আরো নানারূপ পরিবর্তন ঘটতে দেখা যায়। যেমন—

(ক) পত্র ফলকের উপর বা নিচের দিকে গুটিয়ে যাওয়া (roll), যথা—Potato leaf roll disease (চিত্র ৬.৪) ;



চিত্র ৬.৪ : আলুর পাতা গুটানো রোগ (Potato leaf roll disease).

(খ) ফলকের কোঁকড়ানো, কুঞ্চিত বা অসমতল হয়ে যাওয়া, যথা—leaf curl of tomato (চিত্র ৬.৫)। অনেক সময় মোজাইক লক্ষণের সাথেও এ লক্ষণ দেখা যায়, যথা—Pumkin mosaic ;

(গ) ফলক রুক্ষ ও ভঙ্গুর (rough and brittle) হয়ে যাওয়া, এটিও অনেক মোজাইক রোগের সহ-লক্ষণ, যথা—Potato rugose mosaic ;

(ঘ) পত্র ক্ষুদ্রতা (reduction of leaf). পত্র ক্ষুদ্রতা ভাইরাস রোগের একটি সাধারণ লক্ষণ। Banana buchy top রোগেও পাতা ছোট হয়ে যায়। কখন কখন পাতা খুবই ছোট ও

সৃষ্টি হয় যথা, তুলা গাছের ক্ষেত্রে হয় ফার্ণ পত্র প্রতিক্রিয়া (fern leaf effect) যথা, Tomato fern leaf disease, Brinjal little leaf disease, ইত্যাদি।



চিত্র ৬.৫ : টমেটোর পাতা কোঁকড়া বা কোঁকড়ানো রোগ (Tomato leaf curl disease).

(ঙ) ছিন্ন পত্র (tatter leaf)—Cherry necrotic ring spot রোগে পাতায় বহু মৃত এলাকা সৃষ্টি হয়, পরিশেষে সেগুলো বহু ছিদ্রে পরিণত হয় এবং ফলে পাতাটি অনেকটা ছেঁড়া ন্যাকড়ার মত দেখায়।

৩. পচন (necrosis)—কোন কোন ক্ষেত্রে ভাইরাস আক্রান্ত উদ্ভিদের দেহে স্থানে স্থানে কোষের মৃতক দেখা দেয়, ফলে উদ্ভিদের মূল, কাণ্ড বা পাতায় অথবা সর্বত্রই নানা ধরনের ও আকৃতির মৃত বা পচন এলাকা সৃষ্টি হয়। যথা- - Potato phloem neroses, Tobacco ring spot, Tobacco necrosis ইত্যাদি রোগ। এরূপ ক্ষেত্রে রোগের গুরুতর অবস্থায় উদ্ভিদের মৃত্যু ঘটে।

৪. শুষ্কতা (wilt)—কোনো কোনো ভাইরাস রোগে উদ্ভিদের জাইলেম নল ক্ষতিগ্রস্ত হয়, ফলে উদ্ভিদের কাণ্ডে জল সরবরাহ কমে যায় বা বন্ধ হয়ে যায়। ফলে পাতা হলুদ হয়ে যেতে থাকে এবং অগ্রভাগ থেকে শুকাতে শুরু করে। এরপর শুরু হয় পত্র পতন। অবশেষে সমগ্র গাছটিই ধীরে ধীরে শুকিয়ে যায় এবং মরে যায়। Broad bean wilt এবং Coconut root wilt রোগে এ ধরনের লক্ষণ দেখা যায়।

৫. বামনত্ব (dwarfness)—প্রায় সব উদ্ভিদ ভাইরাস রোগেরই সাধারণ লক্ষণ বৃদ্ধি বাধাগ্রস্ত হওয়া। কোনো কোনো রোগে বিশেষভাবে এবং দ্রুত প্রকাশ পায় বামনত্ব লক্ষণ।

তাছাড়াও দেখা গেছে রোগ সংক্রমণ যদি উদ্ভিদের বৃদ্ধির একেবারে প্রথম পর্যায়ে ঘটে তাহলে সাধারণত প্রকট বামনত্ব দেখা দেয়। Dwarf disease of rice ও bean yellow mosaic রোগে প্রকট বামনত্ব লক্ষণীয়।

৬. **পুষ্পের বর্ণভাগ্নতা** (colour break)—ভাইরাস সংক্রমণের ফলে দুএকটি রোগে এক বর্ণ পুষ্পের পাঁপড়িতে স্বাভাবিক বর্ণ নষ্ট হয়ে যায় এবং তদস্থলে নানা বর্ণের সমাবেশ ঘটতে দেখা যায়। একেই বলে বর্ণভগ্নতা, যেমন—দেখা যায় Colour break of tulip রোগে।

৭. **উপবৃদ্ধি** (outgrowth)—কোন কোন ভাইরাস সংক্রমণের ফলে উদ্ভিদের দেহে নানা ধরনের অবাঞ্ছিত বস্তু বা উপবৃদ্ধি সৃষ্টি হতে দেখা যায়। যথা—অর্বুদ (tumor), গুটি (gall, canker) ইত্যাদি। এসব উপবৃদ্ধি কখনো কখনো অনিয়ন্ত্রিত বৃদ্ধিশীল বা দুষ্ট (malignant) ক্ষত সৃষ্টিকারী হতে পারে। পাতা, কাণ্ড, মূল ইত্যাদি যেকোনো অঙ্গে এসব উপবৃদ্ধি দেখা দিতে পারে। Clover wound tumor, Swollen root of cacao ইত্যাদি রোগে এধরনের উপবৃদ্ধি দেখা যায়।

ভাইরাস বিস্তার

অন্য সব রোগ জীবাণুর মতো ভাইরাসও নানাভাবে এক পোষক থেকে অন্য পোষকে এবং এক পরিবেশ থেকে অন্য পরিবেশে ছড়িয়ে পড়তে পারে। এ প্রক্রিয়াকেই ভাইরাসের বিস্তার (transmission of viruses) বলা হয়। ভাইরাসের বিচলন (movement) ও চলাচলের (locomotion) নিজস্ব কোন ক্ষমতা নেই, ভাইরাস বিস্তার সংঘটিত হয় নানা ধরনের সজীব ও নির্জীব মাধ্যমের সহায়তায়। সামগ্রিক বিচারে, ভাইরাসের বিস্তার সংঘটিত হয় প্রধানত দুভাবে। যথা—

(ক) যান্ত্রিক সংস্পর্শের (mechanical contact) মাধ্যমে ও

(খ) বাহক পতঙ্গের (insect vector) মাধ্যমে।

ক. **যান্ত্রিক সংস্পর্শের মাধ্যমে ভাইরাস বিস্তার**—যান্ত্রিক সংস্পর্শ হতে পারে দুরকম, ১. রুগ্ন জীব দেহের সাথে সরাসরি সংস্পর্শের ফলে সুস্থ দেহে সহজেই ভাইরাস সংক্রমণ ঘটতে পারে। ২. রুগ্ন দেহের সাথে পরোক্ষ সংস্পর্শের মাধ্যমেও ভাইরাস এক পোষক থেকে অন্য পোষকে ছড়িয়ে পড়তে পারে।

১. **প্রত্যক্ষ দৈহিক সংস্পর্শের মাধ্যমে বিস্তার**---গুটিবসন্ত, জলবসন্ত ইত্যাদি রোগের ভাইরাস রুগ্ন শরীর থেকে প্রত্যক্ষ সংস্পর্শের মাধ্যমে রোগীর কাছাকাছি অবস্থানকারী সেবক ও আত্মীয় স্বজনের দেহে বিস্তার লাভ করে। Rabbit mixomaও এভাবেই প্রত্যক্ষ সংস্পর্শের মাধ্যমে রুগ্নদেহ থেকে সুস্থ দেহে সংক্রমিত হতে পারে। এসব ভাইরাস সাধারণত মুখ ও নাসিকাপথে সুস্থ দেহে প্রবেশ করে। অনেক উদ্ভিদ ভাইরাসও এভাবেই প্রত্যক্ষ সংস্পর্শের মাধ্যমে বিস্তার লাভ করে। রুগ্ন উদ্ভিদের সাথে যেভাবেই হোক সুস্থ উদ্ভিদ দেহের সংস্পর্শ বা সংঘর্ষ ঘটলে ভাইরাস রুগ্নদেহ থেকে সুস্থদেহে স্থানান্তরিত হয় এবং এরপর দেহের

স্বাভাবিক রন্ধ্র পথে অথবা ত্বকের আঘাতজনিত ভগ্নপথে ভাইরাস সুস্থ দেহে প্রবেশ করে। ক্ষেতকর্মীর হাত ও যন্ত্রপাতির আঘাত অথবা বায়ু প্রবাহজনিত আন্দোলন ও ঘর্ষণে পাশাপাশি অবস্থানকারী উদ্ভিদের দেহত্বক ছড়ে যায় বা ত্বকে সূক্ষ্ম ভাঙন বা ক্ষত সৃষ্টি হয়। প্রধাণত এসব অস্বাভাবিক ও আঘাতজনিত রন্ধ্র পথেই রোগাত্মক ভাইরাস উদ্ভিদদেহে প্রবেশ করে। PotatoX. TMV এবং Cucumber mosaic ভাইরাসের বিস্তার সাধারণত এভাবেই ঘটে।

২. **পরোক্ষ সংস্পর্শের মাধ্যমে**—পরোক্ষ সংস্পর্শ ঘটতে পারে সজীব ও নির্জীব নানা ধরনের মাধ্যমের সাহায্যে এবং নানাভাবে—

২.১. **পরোক্ষ দৈহিক সংস্পর্শ**—সরাসরি সংস্পর্শ ছাড়াই কোন জীবীত বাহক দ্বারাও ভাইরাস রোগীর দেহ থেকে সুস্থ পোষকের কাছে নীত হতে পারে ও সংক্রমণ ঘটাতে পারে। গুটি বসন্ত জল বসন্ত ইত্যাদি রোগের ভাইরাস সুস্থ মানুষ বা মাছির দ্বারা বাহিত হয়ে রোগীর দেহ থেকে অন্য সুস্থ দেহে সংক্রমিত হতে পারে। কোনো কোনো মোজেক সৃষ্টিকারী ভাইরাসরোগ পরজীবী উচ্চতর উদ্ভিদের মাধ্যমে বিস্তার লাভ করে ; দেখা গেছে Alfalfa mosaic স্বর্ণলতার মাধ্যমে বিস্তার লাভ করতে পারে।

২.২. **মাটির মাধ্যমে**—উদ্ভিদের ক্ষেত্রে মাটির নীচে রুগ্ন ও সুস্থ উদ্ভিদের মূলের যান্ত্রিক সংস্পর্শ ও ঘর্ষণের ফলে কখনো কখনো ত্বক ক্ষতিগ্রস্ত হয় এবং ভাইরাস সংক্রমণ সংঘটিত হয়। মৃত্তিকাবাসী নানা ধরণের জীবাণু, নিমাটোড, ছত্রাক ইত্যাদিও নানাভাবে ভূনিম্নস্থ মূলত্বকের ক্ষতি ও সংস্পর্শ ঘটিয়ে ভূনিম্ন সংক্রমণে সহায়তা করে। Cherry leaf roll, Oat mosaic ও তামাক মোজাইক অনেক সময় ভূনিম্ন সংক্রমণের ফলে সৃষ্টি হয়।

২.৩. **খাবারের মাধ্যমে**—বীজাকীর্ণ (contaminated) অর্থাৎ ভাইরাস দ্বারা দুষিত খাবারের মাধ্যমে বিস্তার লাভ করে অনেক রোগ। বসন্ত, পলিও, সংক্রামক যকৃতপ্রদাহ (infectious hepatitis) ইত্যাদি রোগাক্রান্ত মানুষের উচ্ছিষ্ট ভাইরাস দুষ্ট খাবার খেয়ে সুস্থ মানুষ রোগাক্রান্ত হতে পারে। রোগাক্রান্ত পতঙ্গ উদ্ভিদ থেকে খাদ্য গ্রহণকালে খাদ্য দুষিত হয়। ঐ খাদ্য গ্রহণ করে সুস্থ পতঙ্গ রোগাক্রান্ত হতে পারে। পতঙ্গের পলিহেড্রোসিস ও গ্রানুলোসিস এভাবেই সংক্রামিত হয়।

২.৪. **বায়ুর মাধ্যমে বিস্তার**—প্রাণিভাইরাস রোগ বিস্তারে বায়ুর, ভূমিকা খুবই গুরুত্বপূর্ণ। শ্বাসযন্ত্রের রোগসহ বেশ কিছু মারাত্মক ভাইরাস রোগ বায়ুর মাধ্যমে বিস্তার লাভ করে। রুগ্ন ব্যক্তির নিঃশ্বাস, হাঁচি ও কাশির সময়ে নির্গত শ্লেষ্মাও জল বিন্দুর সাথে ভাইরাস বাতাসে ছড়িয়ে পড়ে। বায়ুবাহিত এসব ভাইরাস সুস্থ ব্যক্তির প্রশ্বাস বায়ুর সাথে তার দেহে প্রবেশ করে ও সংক্রমণ ঘটায়। মানুষের পলিও, ইনফ্লুয়েঞ্জা বায়ু বিস্তারী রোগ। গুটি বসন্তের ক্ষতের ভাইরাসবাহী শুষ্ক মামড়ী (crust) বাতাসের মাধ্যমে

ছড়িয়ে পড়তে পারে এবং সুস্থ দেহে ভাইরাস সংক্রমণ ঘটাতে পারে। মুরগির new castle রোগও একটি বায়ু বিস্তারী রোগ।

যথার্থ অর্থে বায়ুর মাধ্যমে বিস্তার লাভ করে এমন কোন উদ্ভিদ ভাইরাসের কথা জানা যায়নি (Mehrotra, 1980)।

২.৫. জনন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে বিস্তার

২.৫.১. বেশ কিছু পতঙ্গ ভাইরাস রোগ ডিমের মাধ্যমে বিস্তার লাভ করে। রুগ্ন পতঙ্গের ভাইরাসবাহী ডিম থেকে রুগ্ন পতঙ্গের জন্ম হয়। কখন কখন পতঙ্গের শুক কীট ডিম থেকে বেরুবার পরেই এমন কি আগেও রোগাক্রান্ত হয়ে মরে যেতে দেখা গেছে। মানুষের জল বসন্ত ও গুটিবসন্তের ভাইরাস অমরার (placenta) মাধ্যমে মায়ের দেহ থেকে সন্তানের দেহে সঞ্চালিত হয়। এইড্‌স্ আক্রান্ত মা বাবার সন্তান এইড্‌স্ ভাইরাস নিয়ে জন্মগ্রহণ করে তাও প্রমাণিত হয়েছে। ইঁদুরের স্তন ক্যান্সার মাতৃদুগ্ধের মাধ্যমে মা থেকে সন্তানে পরিবাহিত হয়।

২.৫.২. উদ্ভিদের বীজের মাধ্যমে বহু ভাইরাস রোগের বিস্তার ঘটতে দেখা যায়। যেমন—Lettuce mosaic, Barley stripe mosaic, Squash mosaic ইত্যাদি রোগের ভাইরাস বীজের মাধমে বিস্তারলাভ করে। অঙ্গজ জননে (vegetative reproduction) ব্যবহৃত উদ্ভিদের দেহাংশসমূহ, যেমন, কন্দ, রাইজোম, ধাবক (runner), মুকুল, ইত্যাদির মাধ্যমে ভাইরাস জনক (parent) থেকে সন্ততিতে (progeny) ছড়িয়ে পড়ে। কলমের (cutting) মাধ্যমেও ভাইরাসের বিস্তার ঘটে। অল্প কিছু ক্ষেত্রে দেখা গেছে পরাগের মাধ্যমে ভাইরাস জনক থেকে সন্ততিউদ্ভিদে পরিবাহিত হয়, যথা—Stone fruit ring spot।

খ. বাহক পতঙ্গের মাধ্যমে ভাইরাসের বিস্তার

ভাইরাস-রোগের বিস্তারে জীবিত বাহক (vector) অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। বহু ভাইরাস-রোগই এক পোষক থেকে অন্য পোষকে বিস্তার লাভের জন্য জীবিত বাহকের উপর নির্ভরশীল। মানুষসহ সকল প্রাণী ও উদ্ভিদের রোগ বিস্তারে সহায়ক জীবসমূহ সম্বন্ধে একটি সামগ্রিক সমীক্ষায় দেখা যায় যে, ভাইরাস বাহকসমূহের প্রায় সবই phylum arthropoda--এর সদস্য এবং অধিকাংশই পতঙ্গ। যতটা জানা গেছে, প্রায় ৪০০ পতঙ্গ প্রজাতি ২০০ ভাইরাস রোগাত্মকের (pathogen) বিস্তার প্রক্রিয়ার সাথে যুক্ত (Mehrotra, 1980)।

সারণি ৬.১-এ কিছু সংখ্যক সুদৃষ্ট (common) প্রাণিভাইরাস ও তাদের বাহক পতঙ্গ (insect vector) সম্বন্ধে কিছু তথ্য উল্লেখ করা হল।

সারণি ৬.১ : কিছু সংখ্যক সুদৃষ্ট (common) প্রাণিভাইরাস, তাদের বাহক ও পোষক

ভাইরাস	বাহক	পোষক
পীতজ্বর	তেলাপোকা	মানব
ডেঙ্গুজ্বর	মশক	মানব
পলিও (poliomyelitis)	তেলাপোকা, মাছি	মানব
Sandfly fever	Sandfly (*Flebotomus*)	মানব
Foot and mouth disease	পাখি	মানব
জলাতঙ্ক	সারমেয়	মানব, সারমেয়
Kyasanur forest disease	এঁটেল পোকা (tick)	বানর
Equine encephalitis	মশক	ঘোড়া
পলিও	তেলাপোকা	ইঁদুর
Myxoma (myxomatosis)	মশক	খরগোশ

বাহক পতঙ্গের খাদ্য, খাদ্য গ্রহণপদ্ধতি, মুখাঙ্গের (mouth parts) গঠন, দেহের কিছু অনুকূল জৈবিক প্রক্রিয়া ইত্যাদি সহায়ক বৈশিষ্ট্যের জন্যই এর পক্ষে ভাইরাস বিস্তারে বিশেষ ভূমিকা পালন করা সম্ভব হয়। উদ্ভিদভুক বাহক পতঙ্গগুলো রুগ্ন পোষকের দেহ থেকে খাদ্য গ্রহণকালে ভাইরাসও গ্রহণ করে। ভাইরাসবাহী পতঙ্গ এরপর যখন অন্য পোষকের দেহে খাদন (feeding) অর্থাৎ খাদ্যগ্রহণ শুরু করে, তখন এর মুখাঙ্গ ও অন্ত্র থেকে ভাইরাস সুস্থ পোষকদেহে প্রবেশ করে। কোন কোন ক্ষেত্রে পতঙ্গের ঐচ্ছিক উদ্যোগেই ভাইরাসের পোষক দেহে প্রবেশ সংঘটিত হয়। এ প্রসঙ্গে উল্লেখ্য যে, বাহক পতঙ্গ ও বাহিত ভাইরাসের মধ্যে সবক্ষেত্রে সম্পর্ক নিছক যান্ত্রিক (mechanical) নয়। বরং অনেক ক্ষেত্রেই বাহকের সাথে ভাইরাস জৈবিকভাবে (biologically) সম্পর্কিত। বাহক ও বাহিত ভাইরাসের মধ্যকার এ সম্পর্ক তিন ধরনের হতে পারে। যথা---

১. **অস্থিতিশীল** (non-persistent)—এক্ষেত্রে বাহক সম্পূর্ণ যান্ত্রিকভাবে ভাইরাস বহন করে এবং কেবল রুগ্ন দেহ থেকে খাদনের (feeding) অব্যবহিত পরেই সুস্থ পোষক দেহে সংক্রমণ ঘটাতে পারে। খাদনের পর দীর্ঘ সময়ের ব্যবধানে এর দেহে সংক্রমণ সক্ষম ভাইরাস পাওয়া যায় না।

২. **অর্ধস্থিতিশীল** (semi-persistent)—এক্ষেত্রে খাদনের পর দীর্ঘ সময়ের ব্যবধানেও বাহক নতুন পোষকে ভাইরাসের সংক্রমণ ঘটাতে পারে। অর্থাৎ রুগ্ন পোষকে খাদনের পর একবার ভাইরাস সংগৃহীত হলে এ বাহক এরপর দীর্ঘ সময়ের ব্যবধানেও নিজ দেহে সংক্রমণসক্ষম ভাইরাস সংরক্ষণ করে এবং দীর্ঘ সময় পর্যন্ত বিভিন্ন পোষকে সংক্রমণ ঘটাতে পারে।

৩. **স্থিতিশীল** (persistent)—এক্ষেত্রে বাহক একবার কোন একটি রুগ্ন পোষকের দেহ থেকে খাদ্য গ্রহণ করলে পরবর্তী সারা জীবনের জন্য একটি সংক্রমণসক্ষম ভাইরাস বাহকে পরিণত হয়। অর্থাৎ এ বাহক এরপর যতদিন বেঁচে থাকে সংক্রমণসক্ষম থাকে। ভাইরাসবিদ স্মিথ ও তার সহযোগীগণ এ সম্বন্ধে দীর্ঘ

পর্যবেক্ষণের পর মত প্রকাশ করেন যে, স্থিতিশীল ও অর্ধস্থিতিশীল ভাইরাসসমূহের এদের বাহকের সাথে বিশেষ জৈবিক সম্পর্ক রয়েছে এবং এরা এদের বাহকের দেহে অনুলিপিত হয়।

উদ্ভিদ ভাইরাসের বাহক প্রায় সবই Hemiptera বর্গের পতঙ্গ। অল্প কিছুসংখ্যক Coleoptera, Thysanoptera এবং Lepidoptera গোত্রের। সারণি ৬.২-এ কিছু সংখ্যক উদ্ভিদ ভাইরাস ও তাদের বাহক পতঙ্গ সম্বন্ধে কিছু তথ্য উল্লেখ করা হল।

Plant hopper ও Leaf hopper (পাতা ফড়িং) নামে পরিচিত কিছু পতঙ্গ রয়েছে। এগুলো স্বভাবত শোষক, গাছের রসই এদের খাদ্য। তবে এদের মধ্যে কিছু পত্রভুকও আছে। Plant sucker (শোষক পতঙ্গ) ও মাছিগুলো (fly) কেবল গাছের কোমল অংশ থেকে রস শোষণ করে। grass hopper (ঘাসফড়িং) গুলো প্রধানত পত্রভুক। তবে কোনো কোনো প্রজাতি যেকোনো সবুজ অংশই খেতে পারে। thrips গুলো গাছের ফুল, মুকুল, ফল এমনকি কচি শাখাও খেয়ে ফেলে। aphid গুলো কোনোটা কেবল রস শোষণ করে আবার কোনোটা পাতা ও শাখা কুরে কুরে (miners & boarer) খায়।

সারণি ৬.২ : কিছু সংখ্যক সুদৃষ্ট উদ্ভিদভাইরাস, তাদের বাহক পতঙ্গ ও পোষক

ভাইরাস	বাহক পতঙ্গ	বাহক বৈশিষ্ট্য
Rice dwarf disease	*Nephotettix apicalis*	leaf hopper
Rice tungro disease	*Nephotettix virescens*	leaf hopper
	Recilia dorsalis	leaf hopper
Maize streak	*Cicadulina mbila*	leaf hopper
Wheat striate mosaic	*Delphacodes pellucida*	plant hopper
আলুর পাতা গুটানো রোগ	*Myzus persicae*	aphid
টমেটোর পাতা কোঁড়ানো রোগ	*Bemicia tabaci*	white fly
Tomato spotted wilt	*Frankliniella insularis*	thrips
তামাকের পাতা কোঁকড়ানো	*Bemicia tabaci*	white fly
তামাক মোজাইক	*Melonopus defferentialis*	grass hopper
পেঁপে মোজাইক	*Aphis gossypii*	aphid
Bean mosaic	*Aphis crassivora*	aphid
	Aphis gossypii	aphid
	Myzus persicae	
Banana bunchy top	*Pentalonia nigronervosa*	plant sucker
Brinjal little leaf	*Eutettix phycitis*	
Beet curly top virus	*Circulifer tenellus*	leaf hopper

ভাইরাসরোগ প্রতিরোধ

রোগের আবির্ভাব যে পৃথিবীতে জীবের উৎপত্তির প্রায় সমসাময়িক জীবনের বিবর্তন সম্বন্ধে ধারণা থেকেই তা অনুমান করা যায়। কিন্তু রোগ প্রতিরোধের চেষ্টা বা উদ্যোগকে মানবিক

উদ্যোগ ও চেষ্টা বলেই জীববিজ্ঞানীগণ মনে করেন এবং প্রাগৈতিহাসিক মানুষের মধ্যেও যে সে চেষ্টা ছিল (খুব পশ্চাৎপদ ও অজ্ঞতাপ্রসূত উদ্যোগ হলেও) তারও অনেক প্রমাণ পাওয়া গেছে। ভাইরাসের ইতিহাস আগেই আলোচিত হয়েছে, যা আসলে ভাইরাসরোগ ও সে সম্বন্ধে মানুষের প্রতিক্রিয়ারই ইতিহাস।

যে কোন রোগের প্রতিরোধ উদ্যোগেই দুটি পর্যায় রয়েছে। ভাইরাস রোগেও তেমনি। রোগ প্রতিরোধ ব্যবস্থার সে দুটি পর্যায় হচ্ছে—

ক. প্রতিষেধন (prevention)

কোন বিশেষ ভাইরাসের আক্রমণ সংঘটিত হবার পূর্বেই যদি এমন কিছু ব্যবস্থা অগ্রিম (advance) গ্রহণ করা যায়, যার ফলে উক্ত ভাইরাসের সম্ভাব্য আক্রমণ ও সংক্রমণ অধিকাংশ সময়েই এড়ানো সম্ভব হয়। তাহলে সেগুলোকেই বলা হয় প্রতিষেধন ব্যবস্থা।

খ. নিয়ন্ত্রণ (control)

নিয়ন্ত্রণ বলতে বোঝায় ভাইরাস সংক্রমণের পর রোগাক্রান্ত জীবের নিরাময়ের জন্য ব্যবস্থা গ্রহণ তথা চিকিৎসা ব্যবস্থা। অর্থাৎ রোগাক্রান্ত জীবের রোগ মুক্তির জন্য গৃহীত উদ্যোগকেই বলা হয় রোগ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা।

ক. প্রতিষেধন ব্যবস্থা—ভাইরাসরোগের সংক্রমণ এড়ানোর জন্য নানা ধরনের ব্যবস্থা গ্রহণ করা হয়। যেমন—

অ. রোগীর সংস্পর্শ পরিহার—রুগ্ন মানুষ, পশু বা উদ্ভিদকে এমনভাবে একটি সংরক্ষিত পরিবেশ বা এলকায় রাখা হয় বা এমনই একটি সতর্কব্যবস্থা গ্রহণ করা হয় যাতে যারা সুস্থ তাদের সাথে রুগ্নদের কোন প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ সংস্পর্শ না ঘটে। মানুষের গুটিবসন্ত ও ফ্লু, গবাদির মুখ ও পায়ের রোগ তামাকের মোজাইক ইত্যাদি অতিসংক্রামক রোগসমূহ প্রতিরোধের জন্য সংস্পর্শ এড়ানো খুবই কার্যকর ব্যবস্থা। এ ধরনের ক্ষেত্রে মানুষ ও অন্যান্য প্রাণীকে সাধারণত গৃহে বা হাসপাতালে সংরক্ষিত এলাকায় রাখা হয়। আর রুগ্ন বলে চিহ্নিত উদ্ভিদকে তাৎক্ষণিকভাবে পুড়িয়ে বা অন্য কোনভাবে রোগসহ সম্পূর্ণ নষ্ট করে ফেলাই নিরাপদ। অর্থাৎ খামারের অন্য সমস্ত উদ্ভিদের স্বাস্থ্য নিরাপত্তার জন্য গ্রহণযোগ্য সহজতম ও সর্বোৎকৃষ্ট উপায়।

শস্যক্ষেত্রকে ভাইরাসরোগের সংস্পর্শ মুক্ত রাখার জন্য বেশ কিছু বিশেষ ব্যবস্থা গ্রহণ করা প্রয়োজন হয়, যেমন–

(১) রোগমুক্ত ও রোগরোধী (disease resistent) রোপণদ্রব্য (plating material) ব্যবহার করা ;
(২) বিশেষ সময়ে অর্থাৎ রোগের জন্য প্রতিকূল এমন সময়ে চাষ করা ;
(৩) বিশেষ এলাকায় অর্থাৎ যে এলাকা রোগমুক্ত বা রোগ উৎপত্তির জন্য অনুপযোগী, এমন এলাকায় চাষা করা ;
(৪) এমন বিশেষ চাষপদ্ধতি গ্রহণ করা, যাতে ভাইরাসকে এড়ানো যায় ;
(৫) মধ্যবর্তী (intermediate) পোষক–আগাছা ধ্বংস করা ;
(৬) বাহক পতঙ্গ (inset vector) নিধন করা, ইত্যাদি।

আ. অনাক্রম্যকরণ (immunization)—এ পদ্ধতিতে বহিরাগত ভাইরাস রোগাত্মক (pathogen)কে প্রতিহত করার জন্য জীবের সহজাত প্রতিরোধ ব্যবস্থাকেই সহায়তা করা

হয়। বহিরাগত কোন রোগাত্মক (ভাইরাস, ব্যাকটেরিয়া ইত্যাদি), জৈব রাসায়নিক ভাষায় যাদের বলা হয় এন্টিজেন (antigen), জীবদেহে প্রবেশ করলেই স্বাভাবিক নিয়মে দেহ বিশেষ ধরনের প্রতিরোধক কোষ বা এন্টিবডি (antibody) উৎপাদন শুরু করে। এন্টিবডিগুলো এন্টিজেনগুলোকে গ্রাস (engulf) করে ও বিনষ্ট করে। কিন্তু এন্টিজেনগুলোকে প্রতিহত করার জন্য যদি যথেষ্ট দ্রুত, যথেষ্ট সংখ্যক এন্টিবডি তৈরি করতে দেহ ব্যর্থ হয় তাহলেই দেহ রোগাক্রান্ত হয়ে পড়ে। সে জন্যই প্রতিষেধন কৌশল হচ্ছে—কোন বিশেষ রোগের বিরুদ্ধে দেহকে প্রতিরোধক (resistant) বা অনাক্রম্য (immune) করতে হলে ঐ বিশেষ রোগের এন্টিজেন নির্বল (attenuate), নিষ্ক্রিয় (inactivate) অথবা তাপহত (heat-kill) করে জীবদেহে প্রবিষ্ট (inoculate) করিয়ে দেয়া হয়। এতে দেহ রোগাক্রান্ত হয় না, কিন্তু বিশেষ ধরণের এন্টিজেনের অনুপ্রবেশের ফলে দেহ স্বাভাবিক নিয়মেই জৈবরাসায়নিকভাবে অনুপ্রাণিত হয় নির্দিষ্ট এন্টিবডি উৎপাদনের জন্য এবং যথেষ্ট সংখ্যক এন্টিবডি আগাম উৎপাদন করে নির্দিষ্ট রোগের বিরুদ্ধে প্রতিরোধক (resistant) হয়ে যায়। এরপর যদি উক্ত বিশেষ রোগের সংক্রমণ ঘটে দেহ সহজেই তা প্রতিহত করতে পারে। এ পদ্ধতিতে মানুষসহ কিছু সংখ্যক গৃহপালিত স্তন্যপায়ীর (mammal) মারাত্মক কিছু ভাইরাস ও ব্যাকটেরীয় রোগের প্রতিষেধক (antidote) বা টীকা (vaccine) তৈরি করা সম্ভব হয়েছে। এ সকল প্রতিষেধক কোনো কোনো ক্ষেত্রে প্রায় ১০০% সফল বলে প্রমাণিত হয়েছে। যেহেতু উদ্ভিদের দেহে এন্টিবডি তৈরি হয় না, সেহেতু কোন উদ্ভিদ রোগের জন্য এ ধরনের প্রতিষেধক তৈরি করা সম্ভব হয়নি। সারণি ৬.৩–এ ভাইরাস রোগের প্রতিরোধে ব্যবহার্য এ পর্যন্ত উদ্ভাবিত কিছু সংখ্যক প্রতিষেধকের একটি তালিকা প্রদান করা হল।

সারণি ৬.৩ : প্রতিষেধক এন্টিজেন উদ্ভাবিত হয়েছে এমন কয়েকটি প্রাণিভাইরাস রোগ

রোগ	এন্টিজেনের প্রকার	পোষক
গুটিবসন্ত	নির্বল তবে সক্রিয়	মানব
Poliomyelitis	ফরমালিন নিষ্ক্রিয়	মানব
হাম	নির্বল তবে সক্রিয়	মানব
ইনফ্লুয়েঞ্জা	তাপহত ও নিষ্ক্রিয়	মানব
Mumps	তাপহত ও নিষ্ক্রিয়	মানব
Yellow fever	নির্বল তবে সক্রিয়	মানব
জলাতঙ্ক	ফেনল নিষ্ক্রিয় ও নির্বল	মানব
Herpes B	নিষ্ক্রিয়	মানব
Hepatitis B	নিষ্ক্রিয়	মানব
African horse sickness	নির্বল	অশ্ব
Pseudo rabies	নির্বল ও তাপহত	শূকর
Rabies	ফেনল নিষ্ক্রিয় ও নির্বল	সারমেয়
Yellow fever	নিবল তবে সক্রিয়	বানর
Rinderpest	নির্বল	গরু
Foot and mouth disease	নিষ্ক্রিয় ও নির্বল	গবাদি
Blue tongue	নির্বল	মেষ, ছাগ
রাণীক্ষেত (fowl pox)	নির্বল	মুরগি
Newcastle disease	নির্বল	মুরগি

ই. সঙ্গরোধ (quarantine)—সঙ্গরোধ বিধি বা Quarantine rule নামে সংবিধিবদ্ধ একটি আইন দেশে প্রচলিত আছে। দেশের বাহির থেকে যে কোন রোগাক্রান্ত মানুষ ও অন্য কোন প্রাণী বা উদ্ভিদের দেশে প্রবেশের উপর নিষেধাজ্ঞা আরোপই এ বিধির উদ্দেশ্য। যাতে অজানা কোন নতুন রোগ পৃথিবীর অন্য কোন এলাকা থেকে দেশে প্রবেশ করতে না পারে সেজন্য ব্যবস্থা অবলম্বনের উদ্দেশ্যে এ বিধি পৃথিবীর সব দেশেই প্রচলিত আছে। তবে উল্লেখ্য যে, সত্যিকার অর্থে সঙ্গরোধের জন্য প্রচলিত এ বিধি যথেষ্ট নয়, আমাদের দেশেত নয়ই। শুধু তাই নয়, আমাদের দেশে প্রচলিত এ বিধিটিও যথেষ্ট কঠোরতার সাথে প্রয়োগ করা হয় না। আইনের এ দুর্বলতার কারণেই অতীতের ভারত উপমহাদেশে ও হালের বাংলাদেশে, বিদেশ থেকে অনেক মারাত্মক রোগ প্রবেশ করেছে। অতীতে মানুষের পীতজ্বর ও ধানের dwarf disease এবং হালে মানুষের এইডস ও ধানের টুংগ্রো রোগ এর উদাহরণ। তাই বিদেশ থেকে রোগাগমন সফলভাবে প্রতিরোধ করতে হলে একটি সংশোধিত ও কঠোরতর সঙ্গরোধ বিধি প্রবর্তন করে বিমানবন্দর, স্থল বন্দর, জলবন্দর ইত্যাদি দেশে প্রবেশের সব স্থানগুলোতে তা নিশ্ছিদ্র কঠোরতার সাথে কার্যকর করতে হবে।

খ. রোগ নিয়ন্ত্রণ বা নিরাময় ব্যবস্থা—ভাইরাস রোগ নিরাময়ের বা চিকিৎসার জন্য নির্ভরযোগ্য কার্যকর কোন ব্যবস্থা এখনও আবিষ্কৃত হয়নি। প্রাণিভাইরাস রোগের চিকিৎসায় কোন কোন ক্ষেত্রে আংশিক সাফল্য অর্জিত হলেও উদ্ভিদ ভাইরাস রোগের চিকিৎসা প্রচেষ্টায় অগ্রগতি একেবারেই অনুল্লেখযোগ্য।

অ. প্রাণিভাইরাস রোগের চিকিৎসা—প্রাণীর ব্যাকটেরীয় রোগের চিকিৎসায় যে সালফার-ওষুধ (sulphur drug) ও প্রতিজৈবিক (antibiotic) ব্যবহৃত হয়, সেগুলোর কার্যপদ্ধতি হচ্ছে—এসব রসায়ন (chemicals) নির্দিষ্টভাবে ব্যাকটেরিয়ার বিপাক (metabolism) প্রক্রিয়াকে ক্ষতিগ্রস্ত করে, কিন্তু পোষকের বিপাক প্রক্রিয়া সম্পূর্ণভাবে এর প্রভাবমুক্ত থাকে। যেহেতু ভাইরাসের বিপাকীয় কার্যাবলী সম্পূর্ণভাবেই পোষকীয় বিপাক নির্ভর সেহেতু তা উপর্যুক্ত ওষুধ ও প্রতিজৈবিক (antibiotic) দ্বারা নিয়ন্ত্রণ করা যায়না। তা সত্বেও ভাইরাসরোগবিদগণ ভাইরাস রোগ নিয়ন্ত্রণে ব্যবহারযোগ্য এমন কিছু রসায়ন (chemicals) আবিষ্কার করেছেন যেগুলো ব্যবহারের দ্বারা সাধারণভাবে ভাইরাস রোগ নিরাময়ে সাফল্যের হার খুব বেশি না হলেও কোন কোন ক্ষেত্রে উল্লেখযোগ্য মাত্রায় সাফল্য অর্জিত হয়েছে।

প্রাণিভাইরাস রোগের কেমোথেরাপিতে যেসব ভেষজ রাসয়ন ব্যবহৃত হয় সেগুলো নানাভাবে ভাইরাস নিউক্লিক এসিড অনুলিপন (replication)কে বাধাগ্রস্ত করে, কিন্তু পোষক নিউক্লিক এসিডের বিপাকীয় কার্যে তেমন কোন বিঘ্ন সৃষ্টি করে না। আবার এমন কিছু রসায়নও আবিষ্কৃত হয়েছে যেগুলো ভাইরাস ক্যাপসিডের প্রোটিন উপএকক উৎপাদন, ক্যাপসিড সমাবেশ (assembly) ও ভাইরাসের উপশোষণে (adsorption) বাধা সৃষ্টি করে এবং এর ফলে ভাইরাসের অনুলিপন এবং/অথবা সংক্রমণ বিঘ্নিত হয়, কখনওবা আদৌ সংঘটিত হয় না। প্রানিভাইরাস রোগের চিকিৎসায় যেসব রসায়ন এখন পর্যন্ত ব্যবহৃত হচ্ছে সেগুলো প্রধানত ক্ষারক সমকর্মক বা বেজ এনালগ (base analog), অর্থাৎ পিউরিন বা পিরিমিডিনের তুল্য রাসায়নিক যৌগ। এগুলো গাঠনিকভাবে এদের প্রাকৃতিক এনালগগুলোর প্রতিকল্প (substitute)রূপে তাদের স্থলাভিষিক্ত হয়ে DNA ও RNA অনুক্রমের অন্তর্ভুক্ত হতে পারে কিন্তু কার্মিক (functional) ভাবে অনুরূপ বিপাকে অংশগ্রহণ করতে পারে না।

সারণি ৬.৪ : উদ্ভিদ ও প্রাণিজাতবাস রোগের চিকিৎসায় ব্যবহৃত কয়েকটি ভেষজ রসায়ন

ভেষজ রসায়ন	রাসায়নিক প্রকৃতি	কার্য পদ্ধতি	নির্দেশনা
Interferon	Antibody	ভাইরাস প্রোটিন সংশ্লেষণে বাধা দান	যকৃৎ প্রদাহ ও কর্ণেমার জলবসন্ত
Acielovir	---	---	AIDS
Zidovudine	---	---	herpes complex ও বসন্ত
5-Bromodeoxy uridine (BUDR)	Thymidin প্রতিকল্প	DNA সংশ্লেষণ ও ভাইরাস কণার পূর্ণতা প্রাপ্তিতে বাধাদান	
5-Fluorodeoxy uridine (FUDR)	Thymidin প্রতিকল্প	Thymidilate synthetase ও DNA সংশ্লেষণে বাধাদান	বসন্ত
5-Iododeoxy uridine (IUDR)	Thymidin প্রতিকল্প	DNA সংশ্লেষণে ও কণার পূর্ণতা প্রাপ্তিতে বাধাদান	herpes simplex ও বসন্ত
Guanidine hydrochloride	Uracil প্রতিকল্প	RNA পলিমারেজ নিষ্ক্রিয়করণ	এন্টারো ভাইরাস ও পোলিও
2-Thiouracil	Uracil প্রতিকল্প	RNA সংশ্লেষণ ও কণার সংবৃদ্ধিতে বাধাসৃষ্টি	তামাক মোজেক
Tribavirin	---	---	
Isatin beta thio semicarbazone	---	নবীপ্রোটিন সংশ্লেষণে বাধা, ও দুষ্ট কণা প্রস্তুত	শিশুবংকাইটিস বসন্ত
Blasticidin S	antibiotic	নিউক্লিক এসিড সংশ্লেষণে বাধাদান	তামাক মোজেক
Gentamicin	antibiotic	ভাইরাস সংবৃদ্ধিতে বাধাদান	তামাক মোজেক
Rifamycin B	antibiotic	RNA নির্ভর পলি নিউক্লিওটাইড সংশ্লেষণে বাধাদান	RNA viruses
Actinomycin D (AMD)	antibiotic	ভাইরাস সংবৃদ্ধিতে বাধাদান	Cowpea yellow mosaic

দ্রষ্টব্য : *নির্দেশনা (indication) বলতে বোঝায়, কোন রোগের চিকিৎসায় ব্যবহার্য তারই নির্দেশ। এটি একটি ভৈষজ পরিভাষা (medical term). সারণিতে ভেষজ (medicene) রসায়নগুলো লক্ষণীয়। এগুলো হয় নিউক্লিক এসিডের কোন একটি সহাংশের প্রতিকল্প (substitute) অথবা প্রতিজৈবিক (antibiotic)। এগুলোর কার্যপদ্ধতি হচ্ছে, ভাইরাসের কোন একটি সহাংশের সংশ্লেষণ বিঘ্নিত করে ভাইরাসের সংবৃদ্ধি প্রতিরোধ বা বাধাগ্রস্ত করা।

এগুলোর সমাবেশের ফলে যে ভাইরাস সন্ততি (progeny) উৎপন্ন হয় সেগুলো সময় সময় অসম্পূর্ণ ক্যাপসিড বিশিষ্ট এবং সব সময় আক্রমণ ক্ষমতা হয়। কিছু সংখ্যক

এন্টিবায়োটিক ও প্রাণিভাইরাস রোগ নিয়ন্ত্রণে কিছুটা ফলপ্রসূ বলে প্রমাণিত হয়েছে। উদ্ভিদ ও প্রাণিভাইরাস রোগ নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয় এমন কিছু ওষুধের নাম সারণি ৬.৪-এ উল্লেখ করা হয়েছে।

আ. উদ্ভিদভাইরাস রোগের চিকিৎসা

(১) উদ্ভিদভাইরাস রোগ নিরাময়ে কেমোথেরাপির সাফল্য উল্লেখযোগ্য নয়। তবে কিছু কিছু ক্ষেত্রে কিছু সাফল্য লক্ষ্য করা গেছে। দেখা গেছে peachX ভাইরাস সংক্রমিত পীচের মুকুল হাইড্রোকুইনোন, ইউরিয়া ও সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণে ভিজিয়ে রাখলে সংক্রমণ মুক্ত হয় এবং তামাক মোজাইক নিরাময়ে ১-থায়োইউরাসিল ও ৮-আজাগুয়ানিনের (যথাক্রমে ইউরাসিল ও গুয়ানিনের এনালগ) প্রতিক্রিয়া ইতিবাচক এবং উল্লেখযোগ্য।

প্রাণী ও উদ্ভিদভাইরাস রোগের চিকিৎসায় ব্যবহৃত হয় এমন কিছু ওষুধের নাম সারণি ৬.৪ এ উল্লেখ করা হলো।

(২) উদ্ভিদ ভাইরাস রোগের চিকিৎসায় তাপ থেরাপি (heat therapy) ক্ষেত্র বিশেষে বেশ ফলপ্রসূ প্রমাণিত হয়েছে। অবশ্য তাপ থেরাপির ক্রিয়া পদ্ধতি যে কি তা এখনও সঠিক জানা যায় নি। তবে ভাইরাস রোগতাত্ত্বিকদের মতে, উচ্চ তাপ সম্ভবত ভাইরাস ক্যাপসিডের প্রোটিন উপএকক সমূহের গুণাবনতি (denaturation) ঘটায়, যার ফলে ক্যাপসিড সমাবেশ (assembly) বাধাগ্রস্ত হয়। কারো কারো মতে তাপ থেরাপি ক্ষেত্র বিশেষে ভাইরাসের অনাক্রম্যতা (immunity), সংক্রমণ নৈপুণ্য ইত্যাদি বিশেষ বৈশিষ্ট্যগুলোকেও ক্ষতিগ্রস্ত করে। উদ্ভিদ ভাইরাস রোগের চিকিৎসায় ব্যবহৃত কয়েকটি ফলপ্রসূ তাপ থেরাপির উদাহরণ সারণি ৬.৫-এ উল্লেখ করা হল।

সারণি ৬.৫ : উদ্ভিদভাইরাস রোগের চিকিৎসায় ব্যবহৃত কয়েকটি ফলপ্রসূ তাপথেরাপি

	তাপ থেরাপি প্রয়োগ		
চিকিৎসিত রোগ	পদ্ধতি	স্থিতিকাল	নির্দেশনা
Peach yellow	৩০-৩৫°সে তাপে	কয়েকদিন	টবে সম্পূর্ণ উদ্ভিদ
Little peach	উষ্ণ প্রকোষ্ঠে ৩০-৩৫° সে তাপে	কয়েকদিন	টবে সম্পূর্ণ উদ্ভিদ
Peach rossette	৩০-৩৫° সে তাপে	কয়েকদিন	রোপনদ্রব্য
Red stunt of peach	৩৪°সে-উষ্ণ প্রকোষ্ঠে	কয়েকদিন	সম্পূর্ণউদ্ভিদ
Ratoon stunt of sugarcane	৫৫° সে উষ্ণ প্রকোষ্ঠে	মাসাধিক	রোপন দ্রব্য
Potato leafroll	৩৭.৫-৪০°সে উষ্ণ প্রকোষ্ঠে	কয়েকদিন	কন্দ
Aspermy stunt of *Chrysanthemum*	৩০°সে উষ্ণপ্রকোষ্ঠে	৩-৪ সপ্তাহ	সম্পূর্ণ উদ্ভিদ
Greening of bud wood	৪৭-৪৫°সে উষ্ণ আর্দ্র বায়ু প্রকোষ্ঠে	৪-৬ ঘণ্টা	সম্পূর্ণউদ্ভিদ
Grassy shoot of sugarcane	৫০°সে উষ্ণজলে ডুবিয়ে	২-২.৫ ঘণ্টা	বীজ

কয়েকটি সুদৃষ্ট ভাইরাস রোগ

মানুষ, অন্যান্য প্রাণী ও উদ্ভিদের রোগ সৃষ্টিকারী যে হাজার দুয়েক ভাইরাস সম্বন্ধে এ পর্যন্ত জানা গেছে, তাদের অধিকাংশই বিংশ শতাব্দীর আবিষ্কার। উল্লেখ্য যে, উদ্ভিদ ও প্রাণীর এ বিপুল সংখ্যক ভাইরাস রোগের মধ্যে মারাত্মক ও অত্যন্ত ক্ষতিকারক রোগের সংখ্যা খুব বেশি নয়। তাছাড়া, প্রাণী ও উদ্ভিদ সমাজে যে সকল রোগের প্রকাশ ও প্রকোপ সচরাচর দেখা যায় এমন রোগের সংখ্যাও খুব বেশি নয়। সচরাচর দেখা যায় তেমনই মানুষসহ প্রাণিরোগের একটি তালিকা সারণি ৬.৬–এ এবং উদ্ভিদরোগের একটি তালিকা সারণি ৬.৭–এ প্রদান করা হল। সাথে সাথে বিশেষ কয়েকটি ভাইরাসরোগের পরিচিতিমূলক বিবরণও এ অধ্যায়ে দেয়া হল।

প্রাণিভাইরাস-রোগ

প্রাণিভাইরাস–রোগ নিয়ে যত গবেষণা হয়েছে, তার অধিকাংশই হয়েছে মানবভাইরাস রোগ সম্বন্ধে। মানুষ ও অন্যান্য প্রাণীর কয়েকটি ভাইরাসঘটিত রোগ সম্বন্ধে এখানে সংক্ষেপে আলোচনা করা হল।

১. গুটিবসন্ত*—সম্ভবত পৃথিবীর সবচেয়ে মারাত্মক ও সবচেয়ে প্রাচীন কয়েকটি মানবরোগের একটি গুটিবসন্ত। Variola ভাইরাস সংক্রমণের ফলে সৃষ্ট অত্যন্ত কষ্টদায়ক এ রোগে মৃত্যুহারও ছিল অত্যন্ত উঁচু। উন্নত দেশসমূহে বেশ কিছু কাল আগেই এ রোগকে সফলভাবে নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব হয়েছে। উন্নয়নশীল দেশগুলোতেও বর্তমানে এ রোগের প্রাদুর্ভাব খুবই কম। রোগের প্রতিষেধকরূপে বসন্তের টিকাই সর্বপ্রথম আবিষ্কৃত হয় এবং প্রায় ১০০% সাফল্যের সাথে তা ব্যবহৃত হয়েছে এবং হচ্ছে।

Variola–ভাইরাসের সংক্রমণের ৮–১৪ দিনের মধ্যে রোগলক্ষণ দেখা দেয়। প্রাথমিক লক্ষণগুলো হচ্ছে—জ্বর, মাথা ধরা, গা ব্যথা ও বমিভাব। তৃতীয় বা চতুর্থ দিনে দেহে গুটি দেখা দেয়। মুখমণ্ডলে, মুখবিবরে, গলবিলের (glottis) উপরে–নীচে ও দেহের বিভিন্ন স্থানে গুটি উঠতে থাকে। দুতিন দিনের মধ্যে গুটিগুলো পানি ভর্তি ফোসকায় (vesicle) পরিণত হয় এবং আরো দুতিন দিনের মধ্যে ফোসকায় পুঁজ আসে ও এগুলো পাঁচড়া (pastule) বা বিষফোঁড়ায় (boil) পরিণত হয়। ১৪–১৬ দিনের মধ্যে ফোঁড়ার ঘাগুলো শুকিয়ে মামড়ী (crust) সৃষ্টি হয়। গুটিতে পূঁজ দেখা দেয়ার পরই সাধারণত রোগীর মৃত্যু ঘটে। যারা বেঁচে থাকে, তিন সপ্তাহের মধ্যে তাদের ঘা থেকে মামড়ী ঝরে যায়। তবে ত্বকে গাঢ় রঙের (depression) যুক্ত বসন্ত চিহ্ন থেকে যায়।

এসব মামড়ী থেকে এবং রোগীর সাথে বা রোগীর ব্যবহৃত জিনিসপত্রের সংস্পর্শ থেকেই রোগের সংক্রমণ ঘটে। টিকা দানের মাধ্যমে অনাক্রম্যকরণই (immunization) এরোগ প্রতিরোধের উপায়।

পাদটীকা : *গুটিবসন্ত বা বসন্ত, ইংরেজি নাম Small pox। ষষ্ঠদশ শতকে ইংলন্ডে ব্যাকটেরিয়াঘটিত মারাত্মক রোগ সিফিলিস Great pox নামে পরিচিত ছিল। তা থেকে পৃথক বোঝানোর জন্যই তখন গুটি বসন্তকে Small pox নামে আখ্যাত (entitled) করা হয়।

২. **জল বসন্ত** (Herpes simplex)—এটিও একটি মারাত্মক ও অত্যন্ত ছোঁয়াচে মানব রোগ। মানুষই এরোগের একমাত্র শিকার (victim)। রোগী থেকেই সাধারণত প্রশ্বাসের মাধ্যমে নাকমুখ দিয়ে এ রোগের ভাইরাস সুস্থ দেহে সংক্রমিত হয়। ভাইরাস রোগাত্মক (pathogen) Vericella zoster বা Herpes zoster সংক্রমণের সাধারণত দুসপ্তাহের মধ্যে রোগের লক্ষণ প্রকাশ পায়। প্রথমে জ্বর হয় এবং গায়ে মুখে লাল লাল দাগ দেখা দেয়। এগুলো ধীরে ধীরে গুটির মত উচু হয় ও পরে এগুলোর মধ্যে পানি এসে ফোসকার (vesicle) আকার ধারণ করে। দুএকটি ফোসকায় পুঁজ আসতেও দেখা যায়। ফোসকা ফেটে গেলে শুকিয়ে মামড়ী (crust) হয়ে যায়। পনর বিশ দিন পর মামড়ী ঝরে গিয়ে অল্প দাগ থেকে যায়, যা পরে মিলিয়ে যায়। সংস্পর্শ এড়ানোর মাধ্যমে সংক্রমণ প্রতিরোধ ব্যতীত এরোগ প্রতিরোধের আর কোন ব্যবস্থা নেই।

৩. **পোলিওমাইলাইটিস** (Poliomyelitis) **বা শিশু পক্ষাঘাত**—এ রোগ আমাদের দেশে সংক্ষেপে পোলিও রোগ বলেই পরিচিত। এ রোগ পৃথিবীব্যাপী (pandemic) বিস্তৃত, কখনোবা মহামারীরূপেও দেখা দেয় কোথাও কোথাও। এ রোগের প্রধান শিকার মানুষ। পোলিও ভাইরাসের প্রাথমিক সংক্রমণ ঘটে অন্ত্রে (intestine)। অবশ্য অল্প পরেই এ ভাইরাস মানুষের মেরুরজ্জু (spinal chard) আক্রমণ করে। এর ফলেই প্রকাশ পায় আঙ্গিক, বিশেষত হাত ও পায়ের পক্ষাঘাত (চিত্র ৬.২)। শিশুদের মধ্যেই এ লক্ষণ অধিক প্রকটভাবে প্রকাশ পায়। ভাইরাস সংক্রমণের সাত থেকে একুশ দিনের মধ্যে রোগলক্ষণ প্রকাশ পেতে শুরু করে। প্রথমত জ্বর, মাথাধরা ও ঘন ঘন বমি শুরু হয়, অবশেষে প্রকাশ পায় পক্ষাঘাত। পক্ষাঘাত প্রকাশ পাবার আগে এ রোগ সনাক্ত করা খুব কঠিন। এ রোগের রিবুদ্ধে একমাত্র সফল প্রতিরোধ মৌখিক (oral) টিকা। সেলক (S. Salk) ও সেবিনে (A. Sabine) ১৯৫৭ সালে টিসু আবাদে উৎপন্ন পোলিও ভাইরাস থেকে এ টিকা প্রস্তুত করেন।

৪. **হাম ও জার্মান হাম** (German measles)—অত্যন্ত ছোঁয়াচে এ রোগ দুটি বিংশ শতাব্দীর প্রথমার্ধে ভাইরাস-রোগ বলে শনাক্ত হয়। যথাক্রমে রুবিওলা ও রুবেলা (Rubeola and Rubella) নামক দুটি ভাইরাসের সংক্রমণই এ রোগ দুটির কারণ। হাম কষ্টদায়ক রোগ হলেও একে ঘাতক রোগ বলে মনে করা হয় না। তবে জার্মান হাম কখনো কখনো ঘাতক মহামারীরূপে কোথাও কোথাও দেখা দিয়েছে। উভয় ক্ষেত্রেই সংক্রমণের দুতিন সপ্তাহের মধ্যে রোগলক্ষণ প্রকাশ পায়। প্রথমে জ্বর, সর্দি, হাঁচি ও কাশি শুরু হয়। তিন চার দিন পর ছোট ছোট হামের গুটি দেখা দেয়। হামের সাথে ব্রঙ্কাইটিস, নিউমোনিয়া এবং কর্ণপ্রদাহ উপসর্গও থাকতে পারে। হামের প্রতিরোধে টিকাই সর্বোত্তম, তবে কেমোথেরাপিও বেশ ফলপ্রদ ; কিন্তু জার্মান হাম প্রতিরোধে রুবেলা টিকাই একমাত্র কার্যকর প্রতিরোধ ব্যবস্থা।

৫. **ফ্লু বা ইনফ্লুয়েঞ্জা** (Flu or Flue or Influenza) একটি অত্যন্ত সংক্রামক ভাইরাস রোগ। আমাদের দেশে ফ্লু খুব একটা গুরুতর রোগ বলে বিবেচিত না হলেও ইয়োরোপীয় শীতপ্রধান দেশগুলোতে ইনফ্লুয়েঞ্জা একটি ঘাতক রোগ বলে পরিচিত। ইতিহাস থেকে জানা যায় ১৮৪৭-'৪৮, ১৮৮৯-'৯১ এবং ১৯১৮-'১৯ সালে ফ্লু পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে

মহামারীরূপে দেখা দেয়। ১৯১৮ সালের মহামারীতেই প্রায় দুকোটি লোকের মৃত্যু ঘটে। জ্বর, তীব্র মাথা ব্যথা, গা ব্যথা ও নিউমোনিয়া এ রোগের প্রধান উপসর্গ। রুগ্নব্যক্তির শ্বাসনালী ও নাশা নিসৃত শ্লেষ্মার সাথে ফ্লুভাইরাস বেড়িয়ে আসে এবং বিন্দুপদ্ধতিতে (droplet system) বাতাসে ভেসে পরিবেশে ছড়িয়ে পড়ে প্রশ্বাস বায়ুর সাথে নাসা পথে সুস্থ দেহে প্রবেশ করে ও সংক্রমণ ঘটায়। ফ্লু ভাইরাস খুব দ্রুত ও সহজে পরিবর্তিত হয়ে নতুন নতুন জাতক (strain) উৎপন্ন করে। এক একটি জাতকের প্রতিষেধক এন্টিজেনের ক্রিয়াকাল কয়েক মাস মাত্র। সেজন্যই ফ্লু প্রতিরোধে টিকা ব্যবস্থায় সাফল্য লাভ সম্ভব হয় নি। অন্য কোন কার্যকর প্রতিরোধ ব্যবস্থাও এখনও উদ্ভাবিত হয়নি।

৬. **জলাতঙ্ক** (Hydrophobia)—মানুষ, কুকুর ও অন্যান্য অনেক স্তন্যপায়ী এ রোগের শিকার (victim)। র‍্যাবিস (Rabies) ভাইরাস সংক্রমণজাত এ রোগটি এক ধরণের স্নায়বিক (neurotropic) বৈকল্য (disorder) সৃষ্টি করে। ১৮৮০ সালে পাস্তুর (Luis Pasteur) এ রোগ নিয়ে গবেষণা করেন, অনেক চেষ্টা করেও তিনি এর রোগাত্মক (pathogen) অন্তরিত (isolate) করতে ব্যর্থ হন। তবে রুগ্ন কুকুরের মস্তিষ্ক থেকে এ রোগের প্রতিষেধক আবিষ্কার করতে সক্ষম হন এবং মত প্রকাশ করেন যে, জলাতঙ্ক ব্যাকটেরিয়াঘটিত রোগ নয়। অতঃপর ১৯০৩ সালে নেগ্রি (Negri) একে ভাইরাস রোগ বলে সনাক্ত করেন।

সাধারণত রুগ্ন জীবের দংশন থেকেই সুস্থ দেহে এ রোগের সংক্রমণ ঘটে। র‍্যাবিস ভাইরাসের উদ্ভিকাল (incubation period) কুকুরে এক থেকে ছয় সপ্তাহ, কিন্তু মানুষে দুই থেকে বায়ান্ন সপ্তাহ পর্যন্ত হতে পারে। রোগের শুরুতে অল্প জ্বর ও মানসিক উত্তেজনা দেখা দেয়। দুতিন দিনের মধ্যে শ্বাসকষ্ট, খিচুনি (convulsion), গলায় শ্লেষ্মা জমাসহ ব্যথা ও আক্ষেপ (spasm) দেখা দেয়। রোগীর তীব্র জলতেষ্টা হয়, কিন্তু গলার শ্লেষ্মা ও পেশির আক্ষেপের দরুণ রোগী জল গিলতে পারে না বরং জল গলায় আটকে ভীষণ কষ্টকর অবস্থার সৃষ্টি হয়। তাই জল ও তেষ্টার প্রতি সে দারুণ আতঙ্কগ্রস্ত হয়ে পড়ে। মুখ দিয়ে লালা ঝরতে থাকে, প্রচণ্ড উত্তেজনা ও পাগলামির লক্ষণ দেখা দেয়। দুঃসহ কষ্টে ও তৃষ্ণায় রোগী নিস্তেজ হয়ে পড়ে এবং এর পরই তার সংজ্ঞা লোপ পায়। একসময় হৃৎক্রিয়া বন্ধ হয়ে তার মৃত্যু ঘটে। কুকুর, বিড়াল, নেকড়ে, ঘোড়া, গরু এবং বাদুড় এ রোগে আক্রান্ত হতে পারে। সাধারণত মানুষ থেকে মানুষে এ রোগ ছড়ায় না। কুকুর-বিড়ালের কামড়, এমনকি নখের আঁচড় থেকেও মানবদেহে জলাতঙ্কের সংক্রমণ ঘটতে পারে। এ রোগের একমাত্র চিকিৎসা র‍্যাবিস টিকা (antirabic vaccine)।

৭. **গবাদির মুখ ও পায়ের রোগ** (Foot and mouth disease of cattle)—গবাদির মুখ ও পায়ের রোগ অত্যন্ত সংক্রামক একটি ভাইরাসঘটিত রোগ। এ রোগে পূর্ণবয়স্ক (mature) জন্তুর ক্ষেত্রে মৃত্যুহার তেমন অধিক না হলেও শিশুজন্তুর ক্ষেত্রে মৃত্যু হার খুব বেশি। গবাদির রোগ নামে পরিচিত হলেও সকল রোমন্থক (ruminants) জন্তু ও শূকর ছাড়াও বহু সংখ্যক (অন্তত ৩০টি প্রজাতির) বন্য জন্তু এ রোগের শিকার (victim)। এশিয়া, আফ্রিকা ইয়োরোপ ও দক্ষিণ আমেরিকার বিস্তীর্ণ এলাকায় এ রোগের প্রকোপ দেখা যায়।

ভাইরাসের সংক্রমণ ঘটতে পারে সরাসরি রুগ্নজন্তুর দৈহিক সংস্পর্শ থেকে অথবা খড় বা অন্য কোন খাদ্য অথবা রোগীর দ্বারা স্পৃষ্ট কোন বস্তুর পরোক্ষ সংস্পর্শ থেকে। সংক্রমণের ১০–১২ ঘন্টার মধ্যে মুখে ফোসকা (blister) দেখা দেয় এবং ২৪ ঘন্টার মধ্যে জন্তু প্রবল জ্বরে আক্রান্ত হয়। অধিকাংশ ক্ষেত্রে পায়ে ঘা দেখা দেয় ২–৪ দিনের মাথায়। রুগ্ন গাভীর স্তনও আক্রান্ত হয় এবং ফুলে যায় বাঁটে (teat) ঘা সৃষ্টি হয়। গুরুতর অবস্থায়, শ্বাস নালি ও খাদ্য নালিতেও ঘা দেখা দেয়, অন্ত্রে দেখা দেয় রক্তক্ষরী ঘা (blood spelling pastules)। সাধারণত এ ধরনের ক্ষেত্রে জন্তুর মৃত্যু ঘটে। অধিকাংশ পূর্ণবয়স্ক জন্তুর ক্ষেত্রে সহজাত প্রতিরোধের ফলেই সপ্তাদুয়ের মধ্যে রোগের তীব্রতা কমে আসে ও ঘা শুকাতে শুরু করে। তবে প্রায়শ দ্বিতীয়ক (secondary) ব্যাকটেরীয় সংক্রমণের ফলে জটিলতার সৃষ্টি হয়। রোগমুক্ত জন্তু সাধারণত পুনরাক্রমণ প্রতিরোধক (resistant)। রোগ প্রতিরোধের জন্য টিকা দেয়া যেতে পারে। তবে টিকা প্রদানের মাধ্যমে রোগের বিরুদ্ধে কেবল স্বল্পকালীন অনাক্রম্যতা (immunity) অর্জিত হয়।

৮. **রাণীক্ষেত রোগ বা মুরগি* বসন্ত** (fowl pox)—রাণী ক্ষেত্র একটি অত্যন্ত ছোঁয়াছে ও মারাত্মক ভাইরাস রোগ। মুরগি, হাঁস, টার্কি (Turkey) ইত্যাদি সকল গৃহপালিত পাখি এবং অধিকাংশ বন্যপাখি এ রোগে আক্রান্ত হতে পারে।

সাধারণত সংক্রমণের এক থেকে দুসপ্তাহের মধ্যে রোগলক্ষণ প্রকাশ পায়। রোগের শুরুতে চোখে একটা জলো জলো ভাব দেখা দেয় এবং নাক দিয়ে সর্দির মত ক্ষরণ শুরু হয়। মুখ, মাথা ও ঝুটিতে ছাই রঙা গুটি দেখা দেয়। ধীরে ধীরে এগুলো কালো হয়ে যায় এবং এরপর পানি ও পুঁজে ভরা বা ফোড়ায় (pastule or boil) পরিনত হয়। গুরুতর অবস্থায় ঘা সারা মুখ ও মাথা ঢেকে ফেলে এবং তিন থেকে সাত দিনের মধ্যে পাখির মৃত্যু ঘটে। খামারে বহু মুরগির সমাবেশে রোগ কয়েক মাস পর্যন্ত স্থায়ী হতে পারে।

রুগ্ন পাখির প্রত্যক্ষ সংস্পর্শ অথবা বীজাকীর্ণ (contaminated) খাবার ও খামারে ব্যবহৃত অন্যান্য জিনিসপত্রের মাধ্যমে রোগের সংক্রমণ ঘটে থাকে। রুগ্ন বা সদ্য টিকাদত্ত মুরগি, বন্য পাখি, মশক বা অন্য কোন দংশক (biting) পতঙ্গ, অসতর্ক খামার কর্মী ইত্যাদির মাধ্যমে সাধারণত এক খামার থেকে অন্য খামারে রোগের বিস্তার ঘটে।

টিকা এ রোগের একমাত্র সফল প্রতিরোধ। রোগাক্রমণ ঘটলে, কিম্বা রোগাক্রমণ সম্ভাবিত মৌসুমে (শরৎ ও শীতে) খামারের সব পাখিকে টিকা দিতে হয়।

মানুষ ও অন্যান্য প্রাণী সচরাচর যেসব ভাইরাস রোগে আক্রান্ত হয় এমন কিছু সংখ্যক সুদৃষ্ট প্রাণি ভাইরাস রোগের একটি তালিকা এস্থলে সংযোজিত হল। দেখা যাচ্ছে যে, তালিকায় উক্ত রোগের অধিকাংশই মহামারী (epidemic), কেবল কিছুসংখ্যক বিক্ষিপ্ত (sporadic) এবং আরো কম সংখ্যক আঞ্চলিক (endemic) ও বৈশ্বিক (pandemic) রোগ।

পাদটীকা : *মুরগি–জাতি বিশেষের নাম, মুরগী–স্ত্রীমুরগি, মোরগ–পুরুষ মুরগি।

সারণি ৬.৬ : কিছু সংখ্যক সুদৃষ্ট (common) প্রাণিভাইরাস রোগ

রোগের শিকার	রোগ (বিস্তৃতির ধরন)	ভাইরাস
মানব	গুটিবসন্ত (মহামারী)	Variola
	জলবসন্ত (মহামারী)	Herpes zoster
	সংক্রামক যকৃৎপ্রদাহ (আঞ্চলিক)	Hepatitis
	পলিওমাইলাইটিস (মহামারী)	পোলিও
	হাম (মহামারী)	Rubiola
	জার্মান হাম (মহামারী)	Rubella
	Jaundice (বিক্ষিপ্ত)	Jaundice
	Mumps (বিক্ষিপ্ত)	Mumps
	Viral bronchitis (আঞ্চলিক)	Parainfluenza
	Influenza (মহামারী)	Influenza
	সর্দি (বৈশ্বিক)	Rhinovirus
	Encephalites (মহামারী)	Encephalitis
	Viral enteritis (বিক্ষিপ্ত)	Enteritis
মানব, মর্কট	ডেঙ্গুজ্বর (মহামারী)	Dengu
	পীতজ্বর (মহামারী)	Yellow fever
মানব, সারমেয় গো, অশ্ব, নেকড়ে, বাদুড়	জলাতঙ্ক	Rabies
ইঁদুর	স্তনগ্রন্থি টিউমার (বিক্ষিপ্ত)	Mammary gland tumor
	সারকোমা ও লিউকেমিয়া (বিক্ষিপ্ত)	Sarcoma & leukemia
গবাদি	মুখ ও পায়ের রোগ (মহামারী)	Foot and mouth disease
খরগোস	Myxomatosis (বিক্ষিপ্ত)	Papilloma
মুরগি	রানীক্ষেত (মহামারী)	Fowl pox
মুরগি, অন্যান্য পাখি	সারকোমা (বিক্ষিপ্ত)	Rous sarcoma
রেশমপোকা	jaundice (আঞ্চলিক)	Nuclear polyhedrosis
তোতাপাখি	তোতা জ্বর (মহামারী)	Psittacosis
মুরগি	Newcastle disease (মহামারী)	New castle disease

উদ্ভিদভাইরাস রোগ

ফ্রিংকেল-কনরাটের ১৯৮৫ সাল পর্যন্ত তথ্য জরিপ অনুসারে ৮০০ এর অধিক উদ্ভিদ ভাইরাস রোগের কথা জানা গেলও প্রাপ্ত তথ্য বিশ্লেষণে দেখা যায় যে, মানুষের প্রধান খাদ্য

শস্যগুলো ভাইরাস দ্বারা তুলনামূলকভাবে কমক্ষতিগ্রস্ত। নিচে কয়েকটি সুদৃষ্ট (common) উদ্ভিদ ভাইরাস রোগের বিবরণ দেয়া হল।

১. **তামাকের মোজাইক রোগ** (tobacco mosaic disease)--সর্বপ্রথম শনাক্তকৃত উদ্ভিদ ভাইরাস রোগ। বাংলাদেশ ও ভারতসহ সারা পৃথিবীর তামাক উৎপাদক এলাকাগুলোতেই এরোগের প্রাদুর্ভাব দেখা যায়। মোজাইক লক্ষণ হাল্কা ধরনের বিবর্ণতারূপে প্রথমে কচি পাতায় দেখা দেয়। পরে তা গাঢ় ও হাল্কা সবুজে মিশেল একটা বিশেষ রূপ ধারণ করে। আরো পরে স্থানে স্থানে হলদে এলাকা সৃষ্টি হয় ও ফুসকুড়ি দেখা দেয়। তামাক ক্ষেতে মোজাইক রোগের আক্রমণ ঘটলে তামাকের উৎপাদন দারুণভাবে কমে যায়। তামাক মোজাইক ভাইরাস একটি সুস্থিত (stable) ভাইরাস। প্রতিকূল পরিবেশেও সহজে এ ভাইরাস নষ্ট হয় না। তামাক প্রক্রিয়াজাত করার পরও এরা বেঁচে থাকে। শুকনো তামাক পাতায় এরা প্রায় দুযুগ পর্যন্ত সংক্রামিতা বজায় রাখে। এ ভাইরাসের সংক্রমণ পদ্ধতি যান্ত্রিক সংস্পর্শ (mechanical contact)। যতোটা জানা যায়, এর কোন বাহক পতঙ্গ নেই। কেবল রোগরোধী (disease resistant) জাতকের (strain) চাষ ও স্বাস্থ্যবিধি (sanitation rules) পালন ব্যাতীত রোগপ্রতিরোধের অন্য কোন উপায় এখনও জানা যায় নি।

২. **আলুর পাতাগুটানো রোগ** (leaf roll)--আলুর পাতা গুটানো রোগ একটি অত্যন্ত ক্ষতিকারক রোগ। রোগের শুরুতেই পাতার প্রান্ত থেকে উপরের দিকে গুটিয়ে যেতে থাকে (চিত্র ৬.৪)। কখন কখন পাতার শীর্ষ ও প্রান্ত কিছুটা হলদে হয়ে যায়। রুগ্ন উদ্ভিদের ফ্লোয়েম টিসুতে পচন ধরে। ক্ষেতে সাধারণত মহামারীর আকারে এ রোগ প্রকাশ পায়। রোগাক্রান্ত খেতে কন্দের (tuber) আকৃতি ও সংখ্যা খুবই হ্রাস পায়, ফলে উৎপাদন দারুণভাবে ব্যাহত হয়। সাধারণত রুগ্ন বীজ-কন্দের মাধ্যমে এ রোগ বিস্তার লাভ করে। ক্ষেতে এ রোগ বিস্তারে *Myzus persicae* বাহক পতঙ্গের ভূমিকা পালন করে। রোগমুক্ত বীজ ব্যবহার ও বাহক পতঙ্গ দমনই এরোগ প্রতিরোধের উপায়।

৩. **টমেটোর পাতা কোঁকড়ানো রোগ** (leaf curl)—টমেটোর পাতা কোঁকড়া বা কোঁকড়ানো রোগটি (চিত্র ৬.৫) আমাদের দেশে ব্যাপকভাবে বিস্তৃত একটি ভাইরাস রোগ। পাতা প্রান্ত থেকে উপরের দিকে গুটিয়ে যাওয়া, নানাভাবে কুচকে যাওয়া এবং মচমচে ও ভঙ্গুর হয়ে যাওয়া এ রোগের প্রধান লক্ষণ। তবে এছাড়াও কর্বূরতা (mottling) ও শিরা স্বচ্ছতা (vein clearing) দেখা দিতে পারে এবং সাধারণত গাছ খর্বাকৃতি হয়ে যায়। আংশিক বা সম্পূর্ণ বন্ধ্যাত্ব (sterility) দেখা দেয় এবং এর ফলে উৎপাদন কমে যায় দারুণ ভাবে। এ রোগ বীজ বাহিত নয়, তবে যান্ত্রিকভাবে বীজের পৃষ্ঠ (surface) লগ্ন হয়ে বাহিত হতে পারে। এর রোগাত্মক (pathogen) ভাইরাস *Bemisia tabaci* নামক বাহক পতঙ্গের সাহায্যে বিস্তার লাভ করে। এ রোগ দমনের জন্য যথার্থ ফলপ্রসূ কোন উপায় এখনও জানা যায়নি। তবে বাহক পতঙ্গ দমন ও চাষের খেতে স্বাস্থ্য বিধি (sanitation rules) মেনে চলা সু ফলদায়ক প্রমাণিত হয়েছে।

৪. **কলার গুচ্ছাগ্র রোগ** (Bunchy top)—কলা বাংলা দেশের সর্বাধিক উৎপাদিত এবং একটি সাংবাৎসরিক ফল-ফসল। গুচ্ছাগ্ররোগ সম্ভবত কলার সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য রোগ। সর্বপ্রথম অষ্ট্রেলিয়া থেকে প্রজ্ঞাপিত (reported) হলেও বর্তমানে প্রায় সব কলা

উৎপাদক এলাকাতেই এ রোগের প্রকোপ লক্ষ্যণীয়। সুস্থ উদ্ভিদের উপকাণ্ডের (pseudo stem) শীর্ষে পাতাগুলো একটু বাঁকা হয়ে ঝুলে সহজ ও সুন্দরভাবে প্রসারিত থাকে ; কিন্তু এ রোগে আক্রান্ত হলে এর পাতা গুচ্ছাকার (bunched) ও কিছুটা খাড়া ধরনের (up right) হয়ে যায়। পাতার প্রান্ত আঁকাবাঁকা হয়ে যায় ও পত্রফলক উপরের দিকে আংশিক গুটিয়ে যায়। গাছের সাধারণ বৃদ্ধি ব্যাহত হয় ও গাছ হয়ে যায় খর্বাকার। Banana bunchy top virus-এর বিস্তারে প্রধান ভূমিকা পালন করে *Pentalonia nigronervosa* নামক বাহক পতঙ্গ । ভাইরাসমুক্ত রোপন দ্রব্য ব্যবহার করা, বাহক পতঙ্গ ধ্বংস করা ও চাষ কাজে স্বাস্থ্যবিধি (sanitation rules) মেনে চলা ব্যাতীত এ রোগ প্রতিরোধের অন্য কোন উপায় নেই।

৫. **সিমের মোজাইক রোগ** (bean mosaic)—সিম বাংলাদেশের একটি জনপ্রিয় সবজি। মোজাইক রোগ সিমের একটি বড় বালাই (danger)। রোগের শুরুতেই পাতায় কর্বুর (mottle), ছোট ছোট ফুসকুড়ি ইত্যাদি লক্ষণ দেখা দেয় (চিত্র ৬.৩)। গাছ জুড়ে পাতায় সাদাটে বা হলদেটে ছোপ দ্রুত ছড়িয়ে পড়ে। কখনো কখনো পত্র ফলক কুচকে যায়, কখনোও নীচের দিকে মুড়ে যায়। ফুল ধরার শুরুতেই ঝরে যেতে থাকে। ফল ধরা বিলম্বিত হয় এবং উৎপাদন অত্যন্ত কমে যায়। *Aphis crassivora, A. gossypii* এবং Myzus persicae ইত্যাদি বাহক পতঙ্গ Bean mosaic virus বিস্তারে মুখ্য ভূমিকা পালন করে। তাছাড়াও এটি একটি বীজ বাহিত ভাইরাস। *Phaseolus* গণের (genus) অন্য কয়েকটি প্রজাতি এবং কিছু সংখ্যক সিম জাতীয় (leguminous) বন্য উদ্ভিদ এ ভাইরাসের মধ্যবর্তী (intermediate) পোষক ও লক্ষণহীন (symptomless) পোষক হিসাবে কাজ করে।

৬. **ধানের টুংগ্রো রোগ** (Tungro)—টুংগ্রো একটি অত্যন্ত ধ্বংসাত্মক ভাইরাস রোগ। বিভিন্ন সময়ে কোনো কোনো দেশে হাজার হাজার হেক্টর জমির ধান্য শস্য ধ্বংস হয়েছে এ রোগের আক্রমণে। ১৯৬৩ সালে ফিলিপাইন ধান গবেষণাকেন্দ্রে (IRRI) রিভেরা ও উ (Rivera and Ou) একে সর্বপ্রথম ভাইরাস রোগ বলে শনাক্ত করেন এবং প্রচলিত আঞ্চলিক নাম 'টুংগ্রো' (অর্থাৎ বৃদ্ধি বাধক) রোগ নামেই নামকরণ করেন। অবশ্য শনাক্ত হবার বহুকাল আগে থেকেই এ রোগটি ঐ ভৌগলিক এলাকার কয়েকটি দেশে একটি ক্ষতিকর রোগ হিসাবে বিভিন্ন নামে পরিচিত ছিল। বর্তমানে বাংলাদেশ ও ভারতসহ পৃথিবীর অনেক ধান উৎপাদক এলাকাতেই এ রোগ ছড়িয়ে পড়েছে।

টুংগ্রো রোগের প্রধান লক্ষণ সাধারণ বামনত্ব (dwarfness) ও পাতার বিবর্ণতা (discolouration)। রোগাক্রান্ত গাছের বৃদ্ধি বাধাগ্রস্ত হয় রোগ সংক্রমণের পর থেকেই। অঙ্কুরণের পর যত দ্রুত সংক্রমণ ঘটে বৃদ্ধি ব্যাহত হয় তত বেশি। পাতার সবুজ রং নষ্ট হয়ে হলদে ও কমলা রংয়ের মাঝামাঝি কোন একটা আভা (shed) প্রকাশ পায়। সংক্রমণের শুরুতে পাতার শীর্ষ থেকে বিবর্ণতা ক্রমে নীচের দিকে আসতে থাকে। কচিপাতার রং হয় অনেকটা কর্বূরিত (mottled) ধরনের, কিন্তু বৃদ্ধ (old) পাতায় প্রকাশ পায় মরিচা (rusty) বর্ণ। রুগ্ন খেতে ফলন খুবই কমে যায়। টুংগ্রো ভাইরাসের প্রধান বাহক *Nephotettix virescens*। বাংলাদেশ, ভারত, ফিলিপাইন ও থাইল্যান্ডে এ বাহক পতঙ্গ টিকেই ধানের টুংগ্রো ভাইরাস বিস্তারে সক্রিয় দেখা যায়। তবে থাইল্যান্ডে *N. nigropictus* এবং *Recilia*

dorsalis নামক পতঙ্গ দুটিও এক্ষেত্রে সহায়ক ভূমিকা পালন করে বলে গবেষণা প্রজ্ঞাপ
থেকে জানা যায়।

সারণি ৬.৭ : কিছুসংখ্যক সুদৃষ্ট (common) উদ্ভিদভাইরাস রোগ

রোগের শিকার	রোগ	ভাইরাস
ধান	Tungro	Rice tungro
	Dwarf	Rice dwarf
আলু	Rugose mosaic	Potato virus X & Y
	Mild mosaic	Potato virus X
	Leaf roll	Potato reaf roll
	Crinkle	Potato virus a & X
টমেটো	Leaf curl	Tomato leaf curl
	Bushy stunt	Tomato bushy stunt
	Bunchy top	Tomato bunchy top
শশা	Mosaic	Cucumber mosaic
কুমড়া	Mosaic	Pumpkin mosaic
বেগুন	Little leaf	Brinjal little leaf
পেঁপে	Mosaic	Papaya mosaic
আখ	Ratoon stunt	Sugarcane ratoon stunt
কলা	Bunchy top	Banana bunchy top
তুলা	Little leaf	Cotton little leaf
চিনাবাদাম	Rosette	Groundnut mosaic
লেবু	Citrus tristeza	Citrus tristeza
তামাক	Mosaic	Tobacco mosaic
	Leaf curl	Tobacco leaf curl
গম	Striate mosaic	Wheat striate mosaic
ভুট্টা	Mosaic	Maize mosaic

দ্রষ্টব্য : Tobacco leaf curl, potato mild mosaic ইত্যাদি দু'একটি রোগ বিক্ষিপ্তভাবে কোথাও কোথাও দেখা দিয়েছে বিভিন্ন সময়ে। এছাড়া উপর্যুক্ত সারণির সব রোগই আঞ্চলিক (endemic) রোগ বলে পরিচিত।

তথ্যপঞ্জি

Agrios, G. N. 1978. *Plant Pathology. 2nd ed.* Academic Press. New York.

Biswas, S. B. and A. Biswas. 1976. *An Introduction to Viruses.* Vikas Publishing House, Pvt. Ltd. New Delhi.

Borror, D. J., D. M. Delong and C. A. Triplehorn. 1976 *An Introduction to the Study of Insects. 4th ed.* Holt, Rinehart and Winston. New York.

Brock, T. D 1974. *Biology of Microorganisms.* Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs. New Jersey.

Burdon, K. L. and R. P. Williams. 1964. *Microbiology. 6th ed.* The Macmillan Company, Collier-Macmillan Limited. London

Carpenter, P. L 1977. *Microbiology. 4th ed.* W. B. Saunders Company. Philadelphia.

Cawson, A. R., A. W. McCracken, P. B. Marcus and G. S. Zaatari. 1989. *Pathology the Mechanisms of Disease. 2nd ed.* The C. V. Mosby Company. Baltimore.

Davis, B. D., R. Dulbecco, H. N. Eisen and H. S. Ginsberg. 1980. *Microbiology. 3rd ed.* Harper & Row Publishers, Inc. New York.

Davis, B. D., R. Dulbecco, H. N Eisen, H. S. Ginsberg and W. B. Wood. 1968. *Principles of Microbiology and Immunology.* Harper & Row Publishers, Inc. New York.

Dimmock, N. J. and S. B. Primrose. 1987. *Introduction to Modern Virology. 3rd ed.* Blackwell Scientific Publishers, London.

Fenner, F. and D. O. White. 1976. *Medical Virology. 2nd ed.* Academic Press. Inc. New York.

Fraenkel-Conrat, H. 1985. *The Viruses : Catalogue, Characterization and Classification.* Plenum Press. New York.

Gibbs, A. and B. Harrison. 1976. *Plant Virology. The Principles. 1st ed.* Edward Arnold (Publishers) Ltd. London.

Heald, F. D. 1963. *Manual of Plant Diseases.* Eurasia Publishing House (Pvt.) Ltd. New Delhi and McGraw-Hill Book Company, New York.

Joklik, W. K., H. P. Willett and D. B. Amos (ed.). 1968. *Zinsser Microbiology. 18th ed.* Appleton Century Crofts. Norwalk, Connecticut.

Luria, S. E., J. E. Darnell, Jr., D. Baltimore and A. Campbell. 1978. *General Virology. 3rd ed.* John Wiley & Sons. New York.

Laskin, A. I. and H. A. Lechevalier. 1978. *CRC Handbook of Microbiology. Vol. II 2nd ed.* CRC Press; Inc., Florida.

Mandahar, C. L. 1987. *Introduction to Plant Viruses. 2nd ed.* S. Chand & Company (Pvt.) Ltd. New Delhi.

Mehrotra, R. S. 1980. *Plant Pathology.* Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd. New Delhi.

Norton, C. F. 1981. *Microbiology.* Addison-Wesley Publishing Company Inc. California.

Pelczar, M. J., (Jr.), R. D. Reid and E.C.S. Chan. 1977. *Microbiology. 4th ed.* Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd. New Delhi.

Rituraj Kapila and Abha Kapila. 1992. *Concise Encyclopaedia of Nobel Laureates.* Academic Foundation. Delhi, India.

Singh, R. S. 1973. *Plant Diseases. 3rd ed.* Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi.

Smith, K. M. 1977. *Plant Viruses. 6th ed.* Chapman and Hall Ltd. London.

Stanier, R. Y., M. Doudoroff and E. A. Adelberg. 1963. *General Microbiology. 2nd ed.* Macmillan and Company Limited, London.

Volk, W. A. and M. F. Wheeler. *Basic Microbiology. 4th ed.* J. B. Lippincott Company. Philadelphia.

Wilkinson, J. F. 1986. *Introduction to Microbiology.* Blackwell Scientific Publication. Oxford.

কফিলউদ্দিন, আ. খা. মো. ১৯৭৮। *রোগতত্ত্ব বিজ্ঞান ও সংক্রামক ব্যাধি।* প্রকাশক, ইডেন আখতার, শেরেবাংলা নগর, ঢাকা।

পরিশিষ্ট

ভাইরাস নির্ঘণ্ট : প্রাণিভাইরাস

Acheta, (Parvo), পতঙ্গ।
Adenoassociated, (Parvo)—এডেনোলগ্ন।
Aedes, (Parvo), মশক।
African green monkey cytomegalo, (Herpes).
African horse sickness, (Reo)—আফ্রিকান অশ্বরোগ।
African swine fever, (Irido)—আফ্রিকান শূকর জ্বর।
AIDS (Acquired immune deficiency syndrome, Retro), মানব—এইড্‌স্।
Amsacta moorei, (Pox), পতঙ্গ।
Andis, মানব।
Arkansas bee, (Noda), মৌমাছি।
Avian adeno, (Adeno)—পক্ষী এডেনো।
~ herpes/mareks disease, (Herpes)—~ হারপিস।
~ leukosis, (Retro).
~ sarcoma, (Onco, Retro)—~ সারকোমা।
B19, (Parvo), মানব।
Baku, (Reo), স্তন্যপায়ী ও পতঙ্গ।
Bat salivary, (Toga)—বাদুড় লালা।
Beboon herpes, (Herpes).
Bee acute paralysis, (Picorna), মৌমাছি তীব্র পক্ষাঘাত।
Beechy ground squirrel hepatitis, (Hepadna).
BK, (Papo), মানব।
Black beetle, (Noda), কাচপোকা।
Blue comb disease, (Corona), টার্কি–নীলঝুটি রোগ।
Blue tongue, (Reo), মহিষ, ছাগ–নীল জিহ্বা।
Bombyx mori, (Nuclear polyhedrosis Baculo), পতঙ্গ।
Bombyx, mori (Parvo), পতঙ্গ।

পাদটীকা

ভাইরাসের নামকরণে দ্বিনাম পদ্ধতি বা অন্য কোন বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়নি। ব্যবহৃত হয়েছে পোষকের প্রচলিত ইংরেজি নাম (অধিকাংশ ক্ষেত্রে) এবং পোষক দেহে ভাইরাস দ্বারা সৃষ্ট রোগ লক্ষণের বর্ণনা। তাই খুব সহজেই এবং স্বাভাবিকভাবেই এদের বাংলা নামের বিবেচনাটিও চলে আসে। বইয়ের প্রায় সর্বত্র ভাইরাসের প্রচলিত ইংরেজি নামই ব্যবহৃত হয়েছে, তবে খুব সহজেই যে এদের বাংলা নামেও শনাক্ত করা সম্ভব তা দেখাবার জন্যই এদের বাংলা নামও এ তালিকায় উল্লেখ করা হয়েছে (সব ক্ষেত্রে নয়)। এগুলো নাম প্রস্তাব নয়, নামের বঙ্গানুবাদ মাত্র।

প্রধানত পোষক নামের ক্রমানুসারেই নামগুলো বিন্যস্ত হয়েছে।

এ তালিকা সংকলনে প্রতিটি নাম ও প্রাসঙ্গিক তথ্যাবলী যে ক্রমে লেখা হয়েছে— ভাইরাসের নাম, গোত্রের নাম (বন্ধনীতে), পোষকের নাম এবং/অথবা বাংলা নাম। গোত্র নামের কেবল প্রথমাংশ লেখা হয়েছে, শেষাংশ, অর্থাৎ viridae উহ্য রাখা হয়েছে। যেমন, Togaviridae স্থলে কেবল Toga লেখা হয়েছে।

Boolarra, (Noda), পতঙ্গ।
Bovine adeno, (Adeno)—গো এডেনো।
~ dependo, (Parvo)—~ পরালম্ব।
~ diarrhea, (Picorna)—~ উদরাময়।
~ entero 1-7, (Picorna)—~ আন্ত্রিক ১–৭।
~ herpes, (Herpes)—~ হার্পিস।
~ mammilitis, (Herpes)—~ স্তন প্রদাহ।
~ parvo, (Parvo)—~ পারভো।
~ pustular stomatitis, (Pox)—~ মুখ ক্ষত।
~ respiratory syncytial, (Paramyxo).
~ rhino 1,2, (Picorna)।
~ syncytial, (Retro).
~ viral diarrhea, (Toga)—~ ভাইরাস উদরাময়।
B19, (Parvo), মানব শিশু।
California diarrhea, (Reo), স্তন্যপায়ী—কালিফোর্নিয়া উদরাময়।
~ encephalitis, (Bunya), মেরুদণ্ডী, ~ মূর্ধা প্রদাহ।
Calf rota, (Rio)—গোশাবক রোটা।
Canine corona, (Corona)—সারমেয় করোনা।
~ dependo, (Parvo)—~ পরালম্ব।
~ distemper, (Paramyxo)—~ ক্ষিপ্ততা।
~ papilloma, (Papo).
~ parvo (Parvo).
Chickenpox/Varicella-zoster, (Herpes), মানব—জলবসন্ত।
Chimpanzee herpes, (Herpes).
Chironomus luridus, (Pox).
Cold, (Picorna), মানব—সর্দি।
Columbia SK, (Picona), মুষিক।
Cowpox/vaccinia, (Pox), গোবিসন্ত।
Coxsackie, (Picorna).
Crimean-Congo hemorrhagic fever, (Bunya), মেষ—ক্রিমিয়ানকঙ্গো রক্তজ্বর।
Cytoplasmic polyhedrosis, (Reo), পতঙ্গ।
Dengu, (Toga), মানব–ডেঙ্গুজ্বর।
Dependo/adenoassociated, (Parvo), পরালম্ব।
Dera Gazi Khan, (Bunya), মেষ।
Douglas, (Bunya),
Drosophila X, (Birna).
Ebola, (Filo), মানব।
Ectromelia, (Pox)—মুষিক বসন্ত।
Epstein-Barr/h4, (Herpes), মানব।
Equine abortion, (Herpes)—অশ্ব গর্ভপাত।
~ arteritis, (Toga)—~ ধমনী প্রদাহ।
~ dependo, (Parvo)—~ পরালম্ব।
~ encephalosis, (Reo)—~ স্নায়ুরোগ।
~ rhino, (Picorna)—~ রাইনো।
~ rhinopneumonitis, (Herpes).
~ infectious anemia, (Retro)—~ সংক্রামক রক্তাল্পতা।
equ 1, (Adeno).
Feline calici, (Calici)।
~ corona, (Corona)—~ করোনা।
~ infectious peritonitis, (corona).
~ leukemia, (Retro), ~ রক্ত কর্কট।
~ sarcoma, (Re tro).
Flu/Influenza, (Orthomyxo), মানব।
Foamy virus group, (Retro)—ফেনিল ভাইরাস গ্রুপ।
Foot and mouth disease of cattle—(Picorna), গবাদির মুখ ও পায়ের রোগ।
Fowl adeno, (Adeno)—মুরগি এডেনো।
~ plague, (Orthomyxo)—মুরগি প্লেগ।

~ pox. (Pox)—রাণীক্ষেত রোগ (মুরগি বসন্ত)।

Gastroenteritis. (Calici), মানব-উদরান্ত্র প্রদাহ।

German measles/Rubella. (Toga), মানব—জার্মানহাম।

Gordil. (Bunya).

Gorilla herpes. (Herpes)—গরিলা হার্পিস।

Goose parvo, (Parvo)—রাজহাস পারভো।

Granulosis. (Baculo), পতঙ্গ।

Hamstar papilloma. (Papo).

~ polyoma. (Papo).

Hazara. (Bunya).

Hemorrhagic fever/Hemorrhagic dengu. (Arena), মানব—রক্তজ্বর/রক্তক্ষরী ডেঙ্গু।

Hepatitis A/HAV/Infections hepatitis. (Picorna). মানব—যকৃৎপ্রদাহ A।

Hepatitis B/HBV/Serum hepatitis. (Picorna), মানব—যকৃৎপ্রদাহ B।

Herpes ateles. (Herpes).

Herpes simplex/Vericella-zoster. (Herpes)—জলবসন্ত।

Herpes saimiri. (Herpes).

HIV (Human immunodeficiency virus এইডস, Retro).

Hog cholera. (Toga)—শূকর কলেরা।

HTLV. (Human T-cell leukemia, এইডস (Retro).

Human adeno. (Adeno)—মানব এডেনো।

~ corona, (corona)—~ করোনা।

~ echo. (Picorna)—~ উন্মাদরোগ।

~ encephalitis. (Picorna)—~ মূর্ধা প্রদাহ।

~ encephalomyocarditis, (Picorna).

~ enteric. (corona)—~ আন্ত্রিক।

~ foamy. (Retro)—~ ফেনিল।

~ hepatitis. (Picorna)—~ যকৃৎ প্রদাহ।

~ hepatitis B. (Hepadna)—~ যকৃৎপ্রদাহ B.

~ herpes 1. 2 & 5 (Hernes)—~ হার্পিস; ১, ২ ও ৫।

~ infan oma. (Papo).

~ rhino. (Picorna).

~ wart. (Papo)—~ জড়ুল।

Hydrophobia/Rabies. (Paramyxo). মানব—জলাতঙ্ক।

Infectious paralysis/Polio. (Picorna)—সংক্রামক পক্ষাঘাত।

Infectious bursal disease. (Birna), মুরগি।

Infectious hepatitis, (Picorna). মানব—সংক্রামক যকৃৎ প্রদাহ।

Infectious pancreatic necrosis. (Birna). ট্রাউটমাছ—সংক্রামক অগ্ন্যাশয় পচন।

Influenza/Flu/Flue. (Orthomyxo). মানব—ফ্লু।

Japanese encephalitis, (Toga)—জাপানি মূর্ধা প্রদাহ।

Jaundice. (Picorna), মানব—পাণ্ডু।

JC (Papo). মানব।

K. (Papo), মুষিক।

Karimabad/Sandfly fever. (Bunya), মানব।

Kilham. (Parvo), মুষিক।

Lagos bat. (Rhabdo)—ল্যাগোস বাদুড়।

Laryngotrachitis. (Adeno), সারমেয়।

Lassa. (Arena), মানব।

Lymphocytic disease. (Irido), মৎস।

Lymphocytic choriomeningitis. (Arena), মানব, মুষিক।

Lyssa. (Rhabdo), মানব, সারমেয়।

Mad itch of cattle, (Herpes), গবাদি মত্ততা।

Mammary gland cancer, (Onco, Retro), মুষিক—স্তনগ্রন্থি কর্কট।

Manawa, (Bunya).

Marburg, (Filo), মানব, মর্কট।

Marek's disease, (Herpes), পাখি।

Mason-Pfizer, (Retro), রিসাসবানর।

Measles/Rubeola, (Paramyxo), মানব-হাম।

Melolontha melolontha, (Pox), গুবরেপোকা।

Mel 1,2, (Adeno), টার্কি।

Mill Hill 2: (Retro), পক্ষী।

Minute virus of mice, (Parvo)—মুষিক ক্ষুদ্র ভাইরাস।

Mouse ectromelia (Pox)—মুষিক বসন্ত।

~ encephalomyelitis, (Picorna).

~ hepatitis, (Corona)—~ যকৃৎ প্রদাহ।

~ mammary tumor, (Retro)—~ স্তনার্বুদ।

~ polio: (Picorna)—~ পোলিও।

Mozambique, (Arena), মানব মুষিক।

Mumps, (Paramyxo), মানব—গলাফোলা, মাম্পস্।

Murine herpes, (Herpes)—মুষিকহার্পিস।

~ sarcoma, (Retro)—~ সারকোমা।

~ leukemia, (Retro)—~ রক্ত কর্কট।

Nairobi sheep disease, (Bunya)—নাইরোবি মেষরোগ।

Nelson bay, (Reo), পক্ষী।

Newcastle disease, (Paramyxo), মুরগি।

Nodamura, (Noda), পতঙ্গ।

Nuclear polyhedrosis, (Baculo), পতঙ্গ।

Oceanside, (Bunya), মানব, মেরুদণ্ডী।

Orf, (Pox), মেরুদণ্ডী।

Ovine dependo, (Parvo)—মেষ পরালম্ব।

Papilloma, (Papo), খরগোশ।

Parainfluenza 1-4, (Paramyxo), মানব, গো, মুষিক, মেষ।

Parainfluenza 5, (Paramyxo), বানর, কুকর, পক্ষী।

Pararota, (Reo), মানব, শূকর, মুরগি।

Parrot fever, তোতাজ্বর।

Parrot paramyxo, (Paramyxo).

Pustular dermatitis of sheep/Sheep pox, (Pox)—মেষবসন্ত।

Pig cytomegalo, (Herpes).

~ enterovirus, (Picorna)—শূকর আন্ত্রিক ভাইরাস।

Pneumonia of mice (Paramyxo)—মুষিক নিউমোনিয়া।

Poliomyelitis/Infantile paralysis, (Picorna)—পোলিও/শিশু পক্ষাঘাত।

Polyoma, (Papo).

Porcine parvo, (Parvo)—শূকর পারভো।

Pseudorabies, (Herpes), শূকর।

Psittacosis, তোতা, ক্যানারী, লাভ বার্ড, মানব।

Rabbit myxoma, (Pox)—খরগোশ বসন্ত।

~ papilloma/Shope papilloma, (Papo).

~ pox, (Pox), খরগোশ বসন্ত।

Rabies, (Paramyxo), সারমেয়।

Racoon pox, (Pox), ভালুক বসন্ত।

Rana, (Irido), ব্যাঙ।

Reo 1, 2, 3, (Reo), মানব, বানর।

Reptilian sarcoma, (Retro)—সরিসৃপ সারকোমা।

Respiratory syncytial, (Paramyxo), মানব শিশু।

Rhesus leukocyte-associated. (Herpes)—রিসাস (বানর) শ্বেতকণিকা লগ্ন।

Rift Valley fever. (Bunya), মানব।

Rinderpest. (Paramyxo), গো।

RNA tumor/Oncovirus. (Retro). মানব, মর্কট, মুষিক, পক্ষী।

Rous sarcoma. (Retro), পক্ষী।

Rubella/German measles. (Toga), মানব—জার্মান হাম।

Sandfly fever Sicilian. (Bunya), মানব।

Sat 1. 2. 3. (Picorna).

Semliki forest. (Toga). মানব।

Sheep blue tongue. (Reo)—মেষ নীল জিহ্বা।

~ pox/Pastular dermatitis of sheep, (Pox)—মেষ বসন্ত।

Shope papilloma. (Papo), খরগোশ।

Sigma. (Rhabdo). *Drosophila.*

Silkworm jaundice—রশমকীট পাণ্ডু।

Simian adeno, (Adeno)—বানর এডেনো।

~ entero, (Picorna)—~ আন্ত্রিক।

~ herpes. (herpes)—~ হার্পিস।

~ polyoma/SV40. (Papo)—~ পলিওমা।

~ reo. (Reo)—~ রিও।

Sindbis. (Toga), মানব।

Small pox/Variola. (Pox). মানব—গুটিবসন্ত।

Spleen necrosis. (Retro), হংস—প্লীহাপচন।

Spodoptera exigua. (Reo), পতঙ্গ।

St. Louis encephalitis. (Toga)—সেন্ট লুই মূর্ধা প্রদাহ।

Sun Miguel sealion. (Calici)।

Swine influenza. (Orthomyxo)—শূকর ফ্লু।

~ fever. (Toga)—শূকর জ্বর।

~ pox, (Pox)—শূকর বসন্ত।

Tipula iridescent. (Irido), পতঙ্গ—টিপুলা বর্ণিল।

Transmissible enteritis. (Picorna), টার্কি—সংক্রামক অন্ত্রপ্রদাহ।

Transmissible gastroenteritis. (Corona), শূকর—সংক্রামক উদরান্ত্রপ্রদাহ।

Trichoplusia ni. (Reo), পতঙ্গ।

Turkey herpes. (Herpes).

Uukuniemi. (Banya).

Vaccinia/Cow pox, (Pox), গোবসন্ত।

Varicella-Zoster. (Herpes), মানব—জলবসন্ত।

Variola/Small pox. (Pox), মানব—গুটিবসন্ত।

Vesicular exanthema. (Calici). শূকর।

Vesicular stomatitis. (Rhabdo), পতঙ্গ, মেরুদণ্ডী—স্ফোটিক মুখক্ষত।

Venezuelian encephalitis. (Toga), অশ্ব—ভেনেজুয়েলীয় মূর্ধাপ্রদাহ।

Viral bronchitis. (Paramyxo?), মানব।

Viral enteritis (Picorna ?). মানব—ভাইরাস অন্ত্রপ্রদাহ।

Viral jaundice. (Picorna). মানব—ভাইরাস পাণ্ডু।

Visna/Slow virus. (Retro), মানব, মেষ।

Yellow fever. (Toga), মানব—পীতজ্বর।

Woodchuck hepatitis, (Hepadna).

XBM. (Reo). গো।

Xenopis T21. (Irido). বেঙ।

ভাইরাস নির্ঘণ্ট : উদ্ভিদ ভাইরাস

Agaricus bisporus. (Myco).

Alfalfa mosaic. (Alfalfa mosaic).

Amaranthus leaf mottle. (Poty). নটে পত্রকর্বূর।

Avocado sunblotch. (Viroid).

Apple mosaic. (Ilar). আপেল মোজাইক

Aspergillus foetidus. (Myco).

Aspergillus niger. (Myco).

Banana bunchy top. (Lutio)—কলা গুচ্ছাগ্র।

Barley stripe mosaic. (Hordei)—বার্লি ডোরা মোজাইক।

~ yellow dwarf. (Lutio)—~ হলদে বামন।

Bean (common) mosaic. (Poty)—সিম (সাধারণ) মোজাইক।

~ curly dwarf mosaic. (Como)—~ কোঁকড়া বামন মোজাইক।

~ yellow mosaic. (Poty)—~ হলদে মোজাইক।

~ golden mosaic. (Gemini)—~ সোনালী মোজাইক।

~ leaf roll. (Lutio)—~ পাতা গুটানো।

~ pod mottle. (Como)—~ ফল কর্বূর।

~ rugose mosaic. (Como)—~ কুঞ্চিত মোজাইক।

Beet leaf curl. (Phytorhabdo)—বীট পাতা কোঁকড়া।

~ curly top. (Gemini)—~ শিরকোকড়া।

~ yellow stunt. (Clostero)—বীট হলদে বামন।

Belladonna mottle. (Tymo)—বেলাডোনা কর্বূর।

Brinjal mosaic. (Tymo)—বেগুন মোজাইক।

Broad bean mottle. (Bromo)—বড় সিম কর্বূর।

~ true mosaic. (Como)—~ প্রকৃত মোজাইক।

~ wilt (Como?). ~ শুষ্কি।

Broccoli necrotic yellows. (Phytorhabdo)—ব্রোকোলি পচনশীল হলদে।

Brome mosaic. (Bromo).

Caco swollen shoot. (Phytorhabdo)—কেকাগুস্ফীত কাণ্ড।

~ yellow mosaic. (Tymo)—~ হলদে মোজাইক।

Cactus 2. (Carla).

Cactus X. (Potex).

Carnation Italian ringspot (Tombus)—কার্নেশন ইটালীয় আংটি দাগ।

~ latent. (Carla)—~ সুপ্ত।

~ necrotic fleck. (Clostero)—~ ছিটপচা।

~ ring spot. (Diantho)—~ আংটিদাগ।

~ vein mottle. (Poty)—~ শিরাকর্বূর।

~ etched ring. (Caulimo).

Carrot mosaic. (Poty)—গাজর মোজাইক।

~ mottle. (Luteo)—~ কর্বূর।

~ red leaf. (Luteo)—~ লালপাতা।

~ yellow leaf. (Clostero)—~ হলদেপাতা।

পাদটীকা

প্রধানত পোষক নামের ক্রমানুসারে নামগুলো বিন্যস্ত হয়েছে। নাম ও প্রাসঙ্গিক তথাবলী যে ক্রমে লেখা হয়েছে : ভাইরাসের নাম, গ্রুপের নাম (বন্ধনীতে)–বাংলা নাম। গ্রুপ নামের শেষাংশ (অর্থাৎ virus) উহ্য রেখে কেবল প্রথমাংশ লেখা হয়েছে। যেমন, Potyvirus-এর স্থলে শুধু Poty লেখা হয়েছে।

Cassava common mosaic, (Potex)—কাসাভা সাধারণ মোজাইক।

~ latent, (Gemini)—~ সুপ্ত।

~ mild mosaic, (Carla)—~ মৃদু মোজাইক।

Cauliflower mosaic, (Caulimo)—ফুলকপি মোজাইক।

Chara coralina, (Algal).

Cherry leaf roll, (Nepo)—চেরী পাতাগুটানো।

~ necrotic ringspot, (Ilar)—~ পচনশীল আংটি দাগ।

Chloris striate mosaic, (Gemini)

Chrysanthemum aspermy, (Cucumo).

~ B. (Carla).

~ chlorotic mottie, (Viroid)—চন্দ্রমল্লিকা বিবর্ণ কর্বূর।

~ stunt, (Viroid)—~ বামন।

Citrus exocortis, (Viroid).

Citrus leaf rugose, (Ilar)—লেবু পাতা কুচকানো।

~ tristeza, (Clostero).

Clover wound tumor, (Phytoreo)—ক্লোভার ক্ষতার্বুদ।

~ yellow, (Clostero)—~ হলদে।

~ yellow mosaic, (Potex)—~ হলদে মোজাইক।

~ yellow vein (Potex), ~ হলদেশিরা।

Coconut cadung cadung, (Viroid).

~ root wilt—নারকেল .শুষ্ক মূল।

Coleochete scutata, (Algal).

Colour break of tulip, (poty)—টিউলিপ বর্ণভগ্নতা।

Cotton leaf curl, (Gemini)—তূলা পাতা কোঁকড়া।

Cowpea chlorotic mottle, (Bromo)—বরবটি বিবর্ণ কর্বূর।

~ mosaic, (Como)—~ মোজাইক।

~ severe mosaic, (Como)—~ তীব্র মোজাইক।

~ yellow mosaic, (Como)—~ হলদে মোজাইক।

Cucumber green mottle mosaic, (Tobamo)—শশা সবুজ কর্বূর মোজাইক।

~ necrosis, (Necro)—~ পচন।

~ mosaic, (Cucumo)— ~ মোজাইক।

~ virus 3, 4, (Tobamo)— ~ শশা ভাইরাস ৩, ৪।

Cymbidium ring spot, (Tombus)—*Cymbidium*, আংটি দাগ।

~ mosaic, (Potex).

Dulcamara mottle, (Tymo)—*Dulcamara*—কর্বূর।

Dahlia mosaic (Caulimo)—ডালিয়া মোজাইক।

Helminthosporium victoriae, (Myco).

Hop stunt, (Viroid).

Eggplant mosaic, (Tymo)—বেগুন মোজাইক।

~ mottled crinkle, (Tombus)— ~ কর্বূরিত কুঞ্চন।

~ mattled dwarf, (Phytorhabdo)— ~ কর্বূর বামন।

Elm mottle, (Ilar)—দেবদারু কর্বূর।

Fiji disease of cereal, (Fiji).

Grape vine fan leaf, (Nepo)—আঙ্গুর পাখাপত্র।

Greening of budwood.

Hibiscus ring spot, (Nepo)—*Hibiscus*—আংটিদাগ।

Lettuce mosaic, (Poty)—লেটুস মোজাইক।

~ necrotic yellow, (Phytorhabdo)—~ পচনশীল হলদে।

Lilac mottle, (Carla)—লাইলাক কর্বূর।

~ ring mottle, (Ilar)— ~ আংটি কর্বূর।

Lily mosaic, (Carla)—লিলি মোজাইক।

~ symptomless, (Carla)— ~ লক্ষণহীন।

Little leaf of brinjal,
(Mycoplasma)—বেগুন ক্ষুদ্র পত্র।

Little peach—ছোট পীচ।

Lotus stem necrosis,
(Phytorhabdo)—পদ্ম কাণ্ড পচন।

Lychnis ring spot, (Hordi)—*Lychnis*, আংটিদাগ।

Maize chlorotic dwarf, (Macho)—ভুট্টা বিবর্ণ বামন।

~ mosaic, (Phytorhabdo)— ~ মোজাইক।

~ rough dwarf, (Fuji)— ~ রুক্ষ বামন।

~ streak, (Gemini)— ~ রেখাদাগ।

Melon necrotic spot, (Necro)—তরমুজ পচনদাগ।

Mirabilis mosaic, (Caulimo).

Lucerne transient streak, (Sobimo)—লুসার্ন কালিক রেখা।

Melandrium yellow fleck, (Bromo)—মেলানড্রিয়াম হলদেছিট।

Mulberry latent, (Carla)—তুতসুপ্ত।

~ ring spot, (Nepo)— ~ আংটি দাগ।

Narcissus mosaic, (Potex)—*Narcissus*—মোজাইক।

Oat red leaf (Lutio)—জই লাল পাতা।

~ mosaic, (Poty)— ~ মোজাইক।

~ sterile dwarf, (Fuji)— ~ বন্ধ্যা বামন।

Odontoglossum ring spot,
(Tobamo)—*Odontoglossum* আংটি দাগ।

Oedogonium spp., (Algal).

Okra mosaic, (Tymo)—ওকরা মোজাইক।

Onion yellow leaf, (Poty)—পিঁয়াজ হলদে পাতা।

Oryza stunt/Rice dwarf, (Phytoreo)—ধানবামন।

Pangola stunt, (Fiji)—*Pangola*—বামন।

Papaya (mild) mosaic, (Potex)—পেঁপে (মৃদু) মোজাইক।

~ vein banding— ~ শিরাদ্ধতা।

Paramecium bursaria, (Algal).

Peach red stunt—পীচ লালবামন।

~ rosette mosaic, (Nepo)—পীচ গোলা পাকা মোজাইক।

~ yellow bud, (Nepo)— ~ হলদে কুঁড়ি।

~ X.

~ stunt, (Ilar)—পীচবামন।

Pea early browning, (Tobra)—মটর আশু বাদামি।

~ enation mosaic, (Pea enation mosaic virus group).

~ leaf curl, (Luteo)— ~ পাতা কোঁকড়া।

~ leaf roll, (Luteo)— ~ পাতা গুটানো।

~ streak, (carla)— ~ রেখাদাগ।

Peanut green mottle, (Como)—চিনাবাদাম সবুজ কর্বূর।

~ mottle, (Poty)— ~ কর্বূর।

~ stunt, (Cucumo)— ~ বামন।

~ yellow mottle, (Tymo)—~ হলদে কর্বূর।

Pipper ring spot, (Tobra)—মরিচ আংটি দাগ।

Phialophora spp. (Myco).

Physalis mosaic, (Tymo)—বনতেপারি মোজাইক।

Pitunia asteroid mosaic, (Tombus)—*Pitunia* তারা মোজাইক।

Poa semilatent, (Hordi)—পোয়া অর্দ্ধসুপ্ত।

Potato leaf roll, (Luteo)—আলু পাতাগুটানো।

~ M, (Carla).

~ mild mosaic, (Potex)— ~ মৃদু মোজাইক।

~ phloem necrosis, (Lutio)— ~ ফ্লোয়েম পচন।

~ rugose mosaic— ~ কুঞ্চিত মোজাইক।

~ S, (Carla).

~ spindle tuber, (Viroid)— ~ সরু কন্দ।

~ X, (Potex).

~ Y, (Poty).

~ yellow dwarf, (Phytorhabdo)— ~ হলদে বামন।

Prune dwarf, (Ilar)— আলুবোখরা বামন।

Pumpkin mosaic— কুমড়া মোজাইক।

Radish mosaic, (Como)—মূলা মোজাইক।

Red clover mottle, (Como)—লাল ক্লোভার কর্বূর।

~ necrotic mosaic, (Daintho)— ~ পচনশীল মোজাইক।

~ vein mosaic, (Carla)— ~ শিরা মোজাইক।

Robinia mosaic, (Cucumo)—রোবিনিয়া মোজাইক।

Rose mosaic, (Ilar)—গোলাপ মোজাইক।

Rib grass mosaic, (Tobamo)—রিবঘাস মোজাইক।

Rice black streaked dwarf, (Fiji)—ধান কালো রেখা বামন।

~ dwarf/Oryza stunt, (Phytoreo)— ~ বামন।

~ gall dwarf, (Phytoreo)— ~ গুটিবামন।

~ mosaic/~ dwarf, (Phytoreo)— ~ মোজাইক।

~ transitory yellowing, (Phytorhabdo)— ~ কালিক হলদে।

~ tungro, (Macho)—ধানের টুংগ্রো রোগ।

~ yellow mottle, (Sobemo)—ধান হলদে কর্বূর।

Rose mosaic, (Ilar)—গোলাপ মোজাইক।

Southern bean mosaic, (Sobemo).

Sonchus virus (Phytorhalodo).

~ yellow net, (Phytorhabdo)— ~ হলদেজালি।

Soybean mosaic, (Poty)—সয়াবীন মোজাইক।

~ dwarf, (Luteo)— ~ বামন।

Spinach latent, (Ilar)—পালংশাক সুপ্ত।

Strawberry vein banding, (Caulimo)—স্ট্রবেরি শিরাবদ্ধতা।

Squash mosaic, (Como)—স্কোয়াশ মোজাইক।

Stone fruit ringspot—বেল আংটি দাগ।

Sugar beet yellows, (Clostero)—বীট হলদে।

Sugarcane mosaic, (Poty)—আখ মোজাইক।

~ retoon stunt.

~ grassy shoot— ~ ঘেসো কাণ্ড।

Sunnhemp mosaic, (Tobamo)—শন মোজাইক।

Sweet clover necrotic mosaic, (Diantho)—মিষ্টিক্লোভার পচনশীল মোজাইক।

Swollen shoot of cacao, (Phytorhabdo)—কেকাও স্ফীতকাণ্ড।

Tobacco etch, (Poty).

~ mosaic, (Tobamo)—তামাক মোজাইক।

~ necrosis, (Necro)—তামাক পচনশীল।

~ rattle, (Tobra).

~ ring spot, (Nepo)— ~ আংটি দাগ।

~ streak, (Har)— ~ রেখাদাগ।

Tomato black ring, (Nepo)—টমেটো কালো বলয়।

~ apical stunt, (Viroid)— ~ শিরখর্ব।

~ bushy stunt, (Tombus)— ~ গুল্মী বামন।

~ fm-leaf, (Cucumo)— ~ ফার্ণপত্র।

~ leaf curl, (Gemini)— ~ পাতা কোঁকড়া।

~ mosaic, (Tobamo), ~ মোজাইক।

~ yellow top, (Lutio)— ~ হলুদাগ্র।

~ golden mosaic, (Gemine)— ~ সোনালী মোজাইক।

~ yellow mosaic, (Gemini)— ~ হলদে মোজাইক।

~ spotted wilt— ~ শুষ্ক দাগী।

Tulip breaking, (Poty)—টিউলিপ ভগ্নতা।

Turnip mosaic, (Poty)—শালগম মোজাইক।

~ rosette, (Sobimo)—শালগম গোলপাকার।

~ yellow, (Lutio)— ~ হলদে।

~ yellow mosaic (Tymo)— ~ হলদে মোজাইক।

Ustilago maydes, (Myco).

Vein banding of papaya—পেঁপে শিরাবিদ্ধতা।

Vein clearing of Lady's finger—ঢেঁড়স শিরাস্বচ্ছতা।

Watermelon mosaic, (Poty)—তরমুজ মোজাইক।

Wheat streak mosaic, (Poty)—গম রেখা মোজাইক।

~ striate mosaic, (Phytorhabdo)— ~ ডোরা মোজাইক।

~ take all, (Myco)— ~ সর্বহরা।

~ yellow leaf, (Clostero)— ~ হলদে পাতা।

Wild cucumber mosaic, (Tymo)—বন্য শশা মোজাইক।

Uronema gigus (Algal).

ভাইরাস নির্ঘণ্ট : ব্যাকটেরীয়ফাজ, সায়ানোফাজ ও মাইকোপ্লাজমা ভাইরাস

A-1 (L), A-2, A-4L, (Cyano), *Anabaena*.
Ac-1, (Cyano), *Anacystis*.
AE2 (Ino), Enterobacteria.
AP50, (Tecti), *Anthrax*.
AS-1 (M), (Cyano), *Synechococcus*.
B am 35, (Tecti), *Bacillus anthracis*.
BZ13, (Levi), *E. coli*.
CT4, (Myo) *Rhizobium trifolii*.
Dϕ 3, Dϕ4, Dϕ5, (Micro), Enterobacteria.
e, (Myo), *Rhizobium*.
FA5 fcam, (Levi), *E. coli*.
fd, (Ino), Enterobacteria.
f1, (Ino), Enterobacteria.
F1, (Sypho), *E. coli*.
f2, f4, fr1, (FA5, Levi), *E. coli*.
G4, G6, G13, G14, (Micro), *E. coli*.
GA, (Levi), *E. coli*.
GV3, GV5, (Podo), *Bacillus*.
GV6, (Myo), *Bacillus*.
HM3, (Myo), *Clostridium*.
ID 2, (Levi), *E. coli*.
KU1, (Levi), *E. coli*.
LPP-1, LPP-2, (Cyano, *Lyngbya*), *Plectonema*.
M13, (Ino), Enterobacteria.
M20, (Micro), Enterobacteria.
MVL 1, MVL 51, MVG 51, (Ino),— *Acholeplasma laidlawii*.
MV Lg-ps 2L, (Plasma), *Acholeplasma*.
Mx, (Levi), *E. coli*.
M, (Myo), *Rhyzobium*.
N-1, (Cyano), *Anabaena*.
N1, (Sypho), Micrococcus.
N4, (Podo), *E. coli*.
N8, (Micro), Enterobacteria.
NS 11, (Cortico), *Bacillus*.
P1, P2, (Myo), *Salmonella, E. coli*.
P11, (Sypho), *Staphylococcus aureus*.
PBSX, PBS1, (Myo), *Bacillus subtilis*.
PF1, (Podo), *Clostridium*.
Pf 1, Pf 2, (Ino), Enterobacteria.
PR 3, PR 4, PR 5, PR 772, (Tecti), *Pseudomonas*.
PTB, (Podo), *Yersinia pestis*.
Qβ, (Levi), *E. coli*.
R, (Podo), *Hydrogenomonas*.
R17, (Levi), *E. coli*.
RZh, (Myo), *Streptococcus*.
S1, S-2L, (Cyano), *Synechococcus*.
SA-1, S13, (Micro), *E. coli*.
SD, (Levi), *E. coli*.
sd, (Podo), *E. coli*.
SM-1, SM-2, (Cyano), *Microcystis*.
SP, (Levi), *E. coli*.

পাদটীকা

আদিকোষ ও মাইকোপ্লাজমা পরজীবী ভাইরাসের নাম করণে ব্যবহৃত হয়েছে এক বা একাধিক ইংরেজি (অধিকাংশ ক্ষেত্রে) ও গ্রিক অক্ষর এবং সংখ্যা। ভাইরাস বিদগণ গবেষণাকালে অন্তরণ ও সনাক্তি-পর্যায়ে যে সাংকেতিক নামটি ব্যবহার করে একটি ভাইরাসকে চিহ্নিত করেছিলেন তাই বহাল রয়ে গেছে এদের নাম হিসাবে। গোত্রনামের শেষাংশ উহ্য রেখে সংক্ষেপে লেখা হয়েছে। যথা, Inoviridae স্থলেশুধু Ino লেখা হয়েছে।

SP 3, SP 8, SP 15, SP 50, SP 82, (Myo), *Bacillus subtilis*.
SPO 1. (Myo), *Bacillus subtilis*.
ST, (Levi), *E. coli*.
St-1. (Micro), Enterobacteria.
T1, T5, (Sypho) *E. coli*.
T2, T4, T6. (Myo) *E. coli*.
T3, T7, (Podo) *E. coli*.
TW 18, (Levi) *E. coli*.
TW 19, TW 28, (Levi), Enterobacteria.
U3, (Micro), *E. coli*.
V6, (Ino), *Vibrio parahaemolyticus*.
v1, v2, v4, v5, v7, (Plasma), *Vibrio*.
VK, (Levi), *E. coli*.
WLL, *E. coli*, [Schlesinger কর্তৃক ১৯৩৩ সালে সর্বপ্রথম অন্তরিত ভাইরাস।]
W 31, (Podo), *E. coli*.
WA/1, WF/1, (Micro), *E. coli*.
Xf, XF2, (Ino), *Xanthomonas oryzae*.
XP5, (Myo), *Xanthomonas prunii*.
α (Sypho), *Bacillus megaterium*.
α 1, α 2, (Micro), *Achromobacter*.
α 3, (Micro), *E. coli*.
α 10, (Micro), Enterobacteria.
λ, (Sypho), *E. coli*.
ϕI, ϕII, (Podo), *E. coli*.
ϕ6, (Cysto), *Pseudomonas phaseolicola*.
ϕ17, (Podo), *Streptomyces*.
ϕ29, (Podo), *Bacillus subtilis*.
ϕ80, (Sypho), *E. coli*.
ϕ227, (Sypho), *Streptococcus*.
ϕA, (Micro), *E. coli*.
ϕC, (Sypho), *Actinomyces, Nocardia*.
ϕD 326, (Sypho), *E. coli*.
ϕe, (Myo), *Bacillus subtilis*.
ϕNS 11, (Tecti), *Bacillus*.
ϕR, (Micro), Enterobacteria.
ϕX 174, (Miero), *E. coli*.
1ϕ1, 1ϕ3, 1ϕ7, 1ϕ9, (Micro), *E. coli*.
9NA, (Sypho), *Salmonella*.
13M, (Podo), *Proteus mirabilis*.
16-19, (Myo), *Salmonella*.
21, (Sypho), *E. coli*.
41C, (Sypho), *Bacillus subtilis*.
105, (Sypho), *Bacillus subtilis*.
108/106, (Myo) *Thermomonospora*.
1307, (Plasma), *Mycoplasma*.

পরিভাষা

বাংলা থেকে ইংরেজি

অংকো—onco.
অক্ষ—axis. অক্ষীয়—axial.
অগ্র (বি)—apex. ~ বস্তু—precursor ; অগ্র্য, অগ্রস্থ (বিণ)—apical.
অঙ্গ—organ. ~ জ—Vegetative. ~ চ্যুত—disintegrated. ~ চ্যুতি—disintegration.
অঙ্গাণু—organellae. অন্তঃ ~ —internal organellae. বহিঃ ~ external organellae.
অঙ্গী—organism. ~ ভবন—integration. ~ ভূত—integrated.
অজীব—inanimate. ~ জনি—abiogenesis.
অণু—molecule. micro-. ~ মতবাদ—molecule theory. ~ সূত্র—microfibril. বৃহদাণু—macromolicule ; আণবিক (বিণ)—molecular. ~ গঠন—molecular structure. ~ জীববিদ্যা—molecularbiology. ~ সংকেত—molecular formula.
অণুবীক্ষণ—microscope. ইলেকট্রন ~ electron microscope, পর্যায়ভেদক ~ —phase contrast microscope ; আণুবীক্ষনিক (বিণ)—microscopic, অতি ~ —ultramicroscopic, উপাণুবীক্ষণিক submicroscopic.
অধঃক্ষেপন (বি)—precipitation (ppt.), অধঃক্ষেপ করা (ক্রি)—precipitate.
অধিক্রমন—overlapping. অধিক্রান্ত—overlapped.
অধিগম্য—comprehensible.
অধিবিষ—toxin. বিষদ—toxic.
অধিস্থাপন—superimpose. অধিস্থাপিত—superimposed.
অনচ্ছ—opaque. অনচ্ছতা—opacity.
অনন্য—unique. ~ সাধারণ—extraordinary.
অনপেক্ষ—random.
অনাক্রম্য—immune. ~ তা—immunity. অনাক্রমতত্ত্ব—immunology.
অনুকল্প—hypothesis.
অনুক্রম—sequence. আনুক্রমিক—sequencial.
অনুঘটক—catlyst ; অনুঘটন—catalysis. স্বতঃ ~ —autocatalysis.
অনুপূরক—complementary.
অনুবাদন—translation.
অনুমাপন—assay.
অনুমিলন—conjugation.
অনুমোদন—permission. অনুমোদক—permissive. অননুমোদক—nonpermissive.
অনুলিপন—replication. অনুলিপকতন্ত্র—reflective form. অনুলিপি—replica.

পাদটীকা

এ পরিভাষা সংকলনে অনুসৃত কয়েকটি নিয়ম—(ক) অধিকাংশ ক্ষেত্রে শব্দের বিশেষ্যরূপটিই বর্ণানুক্রমিক বিন্যাসের জন্য ব্যবহৃত হয়েছে। পর পরই দেয়া হয়েছে সম্পর্কযুক্ত অন্যান্য শব্দ। (খ) একই শব্দের/শব্দাংশের বারবার পুনরুক্তি পরিহার করা ও স্থান সাশ্রয়ের জন্য ~ চিহ্ন ব্যবহৃত হয়েছে। (গ) ব্যবহৃত সংক্ষেপগুলো, বিশেষ্য = বি, বিশেষণ = বিণ, ক্রিয়া = ক্রি, একবচন = এব, বহু বচন = বব, noun - n, adjective = a, singular = sin, plural = pl.

অনুষঙ্গ (বি)—context, connection.
আনুষঙ্গিক (বিণ)—contextual.
অন্তঃ— intra-, internal. ~ কোষী—intracellular. ~ ধৃত—occluded, ~ পিণ্ড—inclusion body, internal body. ~ বস্তু—internal niateral.
অন্তরঙ্গ—viscera. ~ সংক্রান্ত—viscerotropic.
অন্তরণ (বি)—isolation, ব্যাকটেরীয় ~—bacterial isolation, ভৌগোলিক ~—geographical isolation ; অন্তরিত (বিণ)—isolated.
অন্তস্থ—inner, internal. ~ তম—innermost.
অন্ত্র—intestine : আন্ত্রিক—enteric. ~ " জ্বর—enteric fever.
অপকেন্দ্রীকরণ—centrifugation, অতি ~—ultracentrifugation, ঘনত্বক্রমিক ~—density gradient centrifugation, অপকেন্দ্রীকর—centrifuge.
অপচিতি (বি)—catabolism, অপচীয় (বিণ)—catabolic.
অপত্য—offspring ; অপত্যসংক্রান্ত—filial. ~ জনু-filial generation.
অপদ্রব্য—impurity.
অপুষ্পক—cryptogamia, cryptogam.
অপূর্ণ—immature.
অপেরণ—aberration.
অপ্রত্যাবর্তী—irriversible.
অবতল—concave, দ্ব্যবতল—biconcave, plano-concave—সমাবতল।
অবমুক্তি—release.
অবয়স্থ—under age.
অবশেষ—residue.
অবারিত—unrestricted, (বারিত—restricted).
অভিযোজন—adaptation, অভিযোজক (বিণ)—adaptive, অভিযোজ্য—adaptable.

অমরা—placenta.
অর্বুদ—tumor, ক্ষতার্বুদ—wound tumor, চর্মার্বুদ—skin tumor.
অলঙ্করণ—ornamentation.
অশ্ব—horse, ~ জাতি/জাতীয়—equine.
অষুধ—medicine, drug, ~ প্রয়োগ—chemotherapy.
অস্তিত্ব—entity.
আঁশ—fibre, thin fibre.
আকার—shape.
আকীর্ণ—infésted, বীজাকীর্ণ—contaminated.
আকৃতি—size.
আক্রমণ—invade, আক্রমক—invader, আক্রামী—virulent.
আক্ষেপ—spasm.
আখ্যা—title, ~ ত—entitled.
আঞ্চলিক—endemic.
আঠা—gum, slime, ~ ল—gummy, slimy.
আত্মীকরণ—assimilation.
আদ্যযোগ—prefix.
আর্দ্র (বিণ)—moist, ~ তা (বি)—moisture, humidity.
আধার—container, আধেয়—content, আধৃত—contained.
আন্তঃ—inter-, ~ ক্রিয়া—interaction, ~ কোষী—intercellular.
আপাত—apparent, quasi— ~ বর্তুলাকার—quasi-spherical.
আভা—shed, নীলাভ—bluish, লালাভ/লালচে—reddish, নীলাভ সবুজ শৈবাল—blue green algae.
আবাদ (বি)—culture, একস্তর ~ - monolayer culture, ~ মাধ্যম—culture medium, নিদর্শন ~ type culture. নিদর্শন আবাদ সংগ্রহশালা—type culture collection ; আবাদী (বিণ)—cultural.

আয়ু, আয়ুষ্কাল—longevity.

আয়ন (বি)—ion, ইতি ~ —cation, নেতি ~ —antion. ~ আবহ—ion atmosphere, আয়নিক (বিণ)—ionic, আয়নিত—ionized, আয়নায়ন—ionization.

আরোগ্য—cure. ~ যোগ্য—curable, ~ কর—curative, দুরারোগ্য—incurable.

আসঙ্গ—mating, আসঙ্গী—mate

আসন্ন, প্রায়—approximate. ~ মান approximate value ; আসত্তি (বি)—approximation.

ইতিবাচক—positive.

ইনফ্লুয়েঞ্জা, ফ্লু—influenza, flu/flue.

ইলেকট্রন—electron. ~ অনচ্ছ—electron opaque, ~ ঘন—electron dense, ~ বীক্ষণিক চিত্র—electron micrograph, ~ অণুবীক্ষণ—electronmicrscope, ~ আণুবীক্ষণ—electron microscopy.

উপচিতি (বি)—anabolism, উপচীয় (বিণ.)—anabolic.

উৎপত্তি, উন্মেষ—origin.

উৎপাদ—product. ~ ক—protrophic, ~ উৎপাদনশীল—productive, অনুৎপাদক—auxotrophic.

উদরাময়—diarrhea. শিশু ~ —infantile diarrhea.

উদ্বর্তন—survival, যোগ্যতমের ~ —survival of the fittest, উদ্বর্তক—survivor.

উদ্ভিদ—plant. আদি ~ —protophyta, ~ রাজ্য — plant kingdom : উদ্ভিক (বিণ)—botanical.

উপবৃদ্ধি—outgrowth.

উপগ্রহ—satellite, ~ ভাইরাস—satellite virus.

উপজাত—by-product

উপাঙ্গ—appendage, পৃষ্ঠ ~ —surface appendage.

উষ্ণতা, তাত। তাপমাত্রা—temperature.

ঊহ্য, অনুক্ত—unexpressed.

ঋজু—straight.

ঋদ্ধ, সমৃদ্ধ—rich.

একক—unit, উপ ~ —subunit, আন্তর্জাতিক ~ পদ্ধতি—System International (SI).

একান্তর—alternate.

এনজাইম, প্রনোদক—enzyme.

এংস্ট্রম—angstrom (Å, ১Å = ০.১nm).

এসিড, অম্ল—acid, এমিনো ~ —amino acid, অম্লত্ব—acidity.

ওষুধ, ভেষজ (বি)—medicine, ভৈষজ (বিণ)—medical.

কক্কাস—coccus, কক্কাসাকার—coccoid.

কক্ষ—chamber, ~ তাত—room temperature ; কক্ষা (বিণ)—chambered.

কক্ষ—axil ; কাক্ষিক (বিণ)—axillary.

কণা—particle, ~ কার—particulate.

কন্দ—tuber, সরু ~ —spindle tuber.

কম্পক—shaker.

কর্কট, —cancer, ~ তত্ত্ব—oncology, রক্ত ~ —blood cancer ; কর্কটীয়—cancerous, oncogenic.

কর্বুর—mottle, কর্বুরিত মোজাইক—mottled mosaic.

কর্ম, কাজ, কার্য (বি)—function, কার্মিক (বিণ)—functional, ~ একক—functional unit.

কলম—graft, ~ সঙ্কর—graft hybrid.

কষা—flagiilum.

কষ্ট, ক্লেশ—suffering.

কাণ্ড—stem, উপ ~ —pseudostem.

কালিক—transitory. ~ হলদে—transitory yellowing.

কুঞ্চন—contraction. ~ শীল—contractile, অকুঞ্চনশীল—noncontractile.

কুঞ্চন—puckering ; কুঞ্চিত—rugose. puckered. ~ মোজাইক—rugose mosaic.

কুচকানো—wrinkled.

কুসুম—Yolk. ~ থলি—yolk sack.

কুণ্ডল—coil, অতি ~ —super coil. কুণ্ডলাকার—coil shaped, coiled.

কৃত্রিম—synthetic, artificial.

কেলসি—crystal. ~ ন—crystallization. ~চিত্রন—crystallography : কোলাসাকার—crystalline.

কোঁকড়া/কোঁকড়ানো—curly. পাতা ~ —leaf curl. ~ চূড়া—curly top.

কোষ (বি)—cell. অপত্য~ —daughter cell, আদি~ —protocell. প্রকৃত~ —true cell, যোজক ~ —fibroblast. ~ জনু—cell generation. ~ ঝিল্লী—cell membrane . ~ প্রাচীর—cellwall. ~ বিভাজন—cell division. ~ বিগলক—cylolytic. ~ব্যতীকরণ—cell differentiation. ~রস—cell sap. হেলা~ —helacell. কোষাধেয়—cell content. কোষাবাদ—cell culture ; কোষী (বিণ) —cellular. অ ~ —acellular. অন্তঃ~ intracellular. আন্তঃ ~ intercellular. উপ ~ —subcellular. বহিঃ ~ —extra cellular.

কৌলিতত্ত্ব, জিনতত্ত্ব—genetics, কৌলিক—genetic, কৌলিন্য—genetic trait.

ক্যানসার, কর্কট—cancer. কর্কটীয়—cancerous.

ক্রম, অনুক্রম—sequence, ব্যুৎ ~ —reverse sequence.

ক্রিয়া—action, বি ~ —reaction. প্রতিবি ~ —antireaction. ~ পথ—pathway.

কেন্দ্রিকা—nucleus. কেন্দ্রিকীয়—nuclear.

ক্লোন—clone, একক ~ —monoclonal.

ক্ষত—wound, lesion. দুষ্ট ~ carcinoma.

ক্ষরণ—secretion. নাসা ~ —nasal secretion. ক্ষরী (বিণ)—secretory.

ক্ষার—alkali, উপ ~ —alkaloid ; ক্ষারীয় (বিণ)—alkaline.

ক্ষারক—base. ক্ষারকীয়—basic.

ক্ষিপ্রতা—distemper.

খণ্ড—fragment. খণ্ডিত—fragmented. খণ্ডীকরণ—fragmentation.

খর্ব, খর্বিত—stunted. খর্বাকার—short.

খাড়া—erect, upright.

খাদন—feeding. খাদক—eater.

খাদ্য—food. ~ শস্য—cereal.

খামার—farm. গব্য ~ —dairy farm.

খিচুনি—convusion.

খোলক—shell. ~ ঝিল্লী—shell membrane. ~ গ্রন্থি—shell gland.

গঠন (বি)—form, structure. ~ তত্ত্ব—morphology. অন্তর্গঠন—internal morphology. বহির্গঠন—external morphology. ভৌত ~ —physical structure. সূক্ষ্ম ~ —fine structure ; গাঠনিক (বিণ)—structural. ~ একক—structural unit.

গণ—genus. গণীয়—generic.

গণনা—enumeration.

গদা—club. গদাকার—club shaped

গরু, গো—cow. ~ জাতি/জাতীয়—bovine ; গোবৎস, বাছুর—calf.

গলাবিল—pharynx.

গহ্বর—vacuole. খাদ্য ~—food vacuole.

গুচ্ছাগ্র—bunchy top.

গুটানো—roll. পাতা ~—leaf roll.

গুটি—canker, gall. ~ কণা—globule, গুটিকাকার—globular.

গুণ—character. ~ মুখ—phenotype.

গুণান্তর—transduction. ~ কারী—transducing. বিশেষ ~—special transduction. ব্যর্থ ~—abortive transaction সাধারণ ~—general transduction.

গুণাবনতি—denaturation.

গুপ্তবীজী—angiosperm, angiospermae.

গুম্ফ—whisker.

গুল্ম (বি.)—shrub, bush ; গুল্মী (বিণ)—shrubby, bushy. ~ বামন—bushy stunt.

গোল, গোলাকার—round. গোলানো—rounded.

গোলাপাকার—rosette ; গোলাপি—rosy.

গ্রহীতা—recipient. ~ কোষ—recipient cell.

গ্রাস—engulf.

গ্রাহী—receptor. ~ স্থল—receptor site.

গ্রীবা—neck.

ঘন—cube. ~ মান—volume. ~ সমাবেশ—cubical symmetry. ঘনাকার—cubical.

ঘন—dense, condensed. ~ ত্ব—density. ঘনীভবন—condensation.

ঘা, পাঁচড়া—pustule.

ঘাতক—killer.

চক্র—wheel. চক্রাকার—wheel shaped

চতুর্থ—fourth. ~ ক—quarternary.

চর্চা—study.

চর্ম—skin, derm. ~ রোগ—skin disease. চর্মসম্বন্ধীয়—dermatropic.

চলন—locomotion. বি ~—movement.

চরিত্র, গুণ—character. চারিত্রিক—characteristic.

চিত্র—figure, diagram. চিহ্নিত ~—labelled diagram. নকশা ~—diagrammatic figure. রেখা ~—line drawing. ছায়া ~/রেখাঙ্কিত ~—shaded diagram.

চিহ্নিতকরণ—labelling. আইসোটোপ ~—isotope labelling.

চুলকনা—itching.

চুপসানো—shrunken.

চূড়া, শীর্ষ—vertex.

চূর্ণকরা—grinding. চূর্ণিত—ground.

চক্র—plan-diagram.

ছড়ে যাওয়া—abrasion.

ছত্রক—fungus. বিভক্ত ~—schizomycetes. ~ নাশক—fungicide ; ছত্রকীয় (বিণ)—fungal.

ছাকন—filtration. অতি ~—ultra-filtration. ~ কাগজ—filter paper. ~ ঝিল্লী—membrane filter.

ছিদ্র, রন্ধ্র—pore. স ~—

ছিন্নপত্র—tatter.

ছেদন—section. ~ দৃশ্য—section view. পাতলা ~—thin s

BANGLADESH NATIONAL SCIENTIFIC & TECHNICAL DOCUMENTATION CENTRE Dhaka

জড়—nonliving. ~ মাধ্যম—*in vitro*.
জড়ুল—wart.
জনক (বি)—parent (male). জানিকা—parent (female). ত্রি জনক—triparental. প্র ~ —breeder. জনকীয় (বিণ)—parental.
জনন—reproduction. ~ তন্ত্র—reproductive system. নি ~ মৃত্যু—lysis without. প্র ~ - breeding.
জনি—genesis. generation. অজীব ~—abiogenesis. জীব ~—biogenesis. স্বতো ~—spontaneous generation.
জনিষ্ণু—malignant. ~ তা—malignance.
জনু—generation. অপত্য ~ —filial generation.
জন্মগত, সহজাত—congenital. inborn.
জলান্বয়—hydrolysis, জলন্বয়ী—hydrolytic.
জাত—variety. জাতক—strain. জাতি—race. nation.
জিন—gene. ~ তত্ত্ব/কৌলিতত্ত্ব/বংশগতিবিদ্যা—genetics. ~ চিহ্ন—marker. ~ তাত্ত্বিক, কৌলিতাত্ত্বিক (বিণ)—genetic. বংশগতিবিদ—geneticist.
জিনীয়, কৌলিক (বিণ)—genic. genetic. ~ সংকেত—genetic code. ~ প্রকৌশল—genetic engineering.
জিনোম—genome. অন্তঃ ~—endogenote. বহিঃ ~ exogenote.
জীব (বি)—living. living organism. ~ জগৎ—living world. ~ মতবাদ—organism theory. ~ মাধ্যম—*in vivo*.
জীবন্ত—viable. ~ তা—viability.
জীবাণু—microorganism. microbe. ~ তত্ত্ব—microbiology. ~ নাশক microbicidal.
জৈব (বিণ)—bio-. organic. ~ তরল—organic fluid. ~ রসায়ন—organic chemistry.
জৈবনিক, জীবতাত্ত্বিক—biological.
জৈবিক—biotic. প্রতি ~ —antibiotic.
জোড়, জোড়া (বিণ)—pair. ~ বাধন, জোড়ন (বি)—pairing.
জ্বর—fever. পীত ~ —yellow fever. কালাজ্বর—kalazar.
ঝিল্লী—membrane. কোষ ~ —cell membrane. ছাকন ~ —membrane falter. নিউক্লীয় ঝিল্লী—nuclear membrane. ~ ধারক—membrane holder.
টাকু—spool.
টিকা—vaccine. ~ দান—vaccination.
টিসু—tissue. ~ চাষ—tissue culture.
ডালটন—dalton (ওজনের একক। ১ ডালটন = ১ পরমাণু হাইড্রোজেনের ওজন)।
ডিম্বশ্বেত, ডিমের শ্বেতাংশ—egg white, albumen.
তত্ত্ব, মতবাদ—theory. মহা ~ —doctrine. ~ বিদ—theoretician. তাত্ত্বিক—theoretical.
তথ্য—fact. information. ~ প্রযুক্তি—information technology ; তাথ্যিক (বিণ)—factual.
তন্তু, সূত্র—fiber. স্পর্শক ~ —tractile fibre ; তাণ্ডব (বিণ)—fibrous.

তরল—liquid, dilute, তরলীকরণ—dilution, তরলান্তবিন্দু—dilution end point.

তল—surface, অঙ্ক ~ —ventral surface, পৃষ্ঠ ~ —dorsal surface.

তাতোপ্তি (তাত—উত্তাপ, উপ্তি = রোপন)—incubation, ~ কাল—incubation period.

তাপ—heat, ~ নিষ্ক্রিয়তা বিন্দু—heat inactivation point, ~ হত—heat killed.

তৃতীয়—third, ~ ক —tertiary.

থান—locus, জিন ~ —gene locus.

থিতান—sedimentation, তলানি—sediment.

দংশন—bite, দংশক—gnat.

দণ্ড—rod, দণ্ডাকার—rod shaped.

দাগ—spot, আংটি ~ —ring spot, বাদামি ~ —brown spot, পচন ~ —necrotic spot.

দাতা—donor, ~ কোষ—donor cell.

দানা—granule, ~ দার—granular.

দুষ্ট—defective, ~ ভাইরাস—defective virus.

দুষ্ট—carcinogenic, malignant, ~ ক্ষত—carcinoma, ~ জনিষ্ণু—malignant.

দৃশ্য—view, পার্শ্ব ~ —side view, প্রান্ত ~ end view, ~ মান—visible.

দেহতান্ত্রিক—systemic.

দ্বিতীয়—second, ~ ক—secondary.

দ্বিপদনামকরণ—binomial nomenclature.

দ্রব্য—material, substance, অন্তঃ ~ —internal material, ভৌম ~ —ground substance, matrix, পার্শ্ব ~ —lateral body.

দ্রবণ—solution, দ্রবণীয়—soluble, দ্রাবক—solvent, দ্রাব্য—solute.

দ্রষ্টব্য—*noin bene* (NB).

ধাতু—metal, ধাতবছায়াপাত—metal shadowing.

ধারক—lysogenic, ~ চক্র—lysogenic cycle, ~ ব্যাকটেরিয়া—cysogenic bacteria, ~ ভাইরাস—lysogenic virus, বিধৃত—lysogenised.

ধীর ভাইরাস—slow virus.

ধৌতি—washing, ~ দ্রবণ—washing solution.

নমুনা—sample, specimen, নিদর্শন নমুনা—type specimen.

নম্য—flexible, অ ~ —nonflaxible, rigid.

নল—tube, নলাকার—tubular, মধ্য ~ —central tube.

নিদর্শন—type, ~ প্রজাতি—type species ; নিদর্শ্য—typical, ~ জীবকোষ—typical living cell.

নিদান—diagnosis, নিদানিক—diagnostic.

নিরপেক্ষ—neutral, ~ করণ—neutralization.

নিরাময়—cure, ~ যোগ্য—curable.

নিরুদন—dehydration, নিরুদিত—dehydrated.

নির্গমন—out flew, নির্গম, নির্গমপথ—out let.

নির্ণায়ক—criterion.

নির্দিষ্ট—specific, পোষক ~ —host specific, পুং/স্ত্রী ~ —male/female specific.

নির্দেশক—indicator, নির্দেশনা—indication.

নির্বল—attenuated.

নির্বীজ—sterile. ~ ন—sterilization. ~ ক—sterilyzer, ~ ক দ্রবণ—lysol, নির্বীজিত—sterilysed.

নির্মিতি (বি)—structure. [গঠন (বিণ)—structure].

নির্যাস—extract.

নিলম্বন—suspension.

নিষ্ক্রিয়—inactive, ~ করণ—inactivation, তাপ ~ তা বিন্দু—heat inactivation point.

নেতিবাচক—negative, নেতি রঞ্জন—negative staining, নেতি সূত্র—negative strand.

ন্যানোমিটার—nanometre (nm), দৈর্ঘ্যের মেট্রিক একক (1nm = 0.001 μm)।

পক্ষাঘাত—paralysis, শিশু ~—infantile paralysis.

পঞ্চক—panton, ~ তন্তু—pantion fibre, ~ মূল—panton base, পঞ্চমার—pentamer.

পচন—necrosis ; ~ শীল—necrotic, ~ শীল হলদে—necrotic yellow.

পতঙ্গ—insect, বাহক ~ —insect vector; ~ বারক—insecticide.

পত্র—leaf, ~ পাতী—deciduous. ~ ফলক—lamina, ~ ভুক—leaf hopper

পরখনল—test tube.

পরজীবী—parasite, বাধ্য ~ —obligate parasite, সুযোগী ~ —facultative parasite ; পরজৈবিক (বিণ)—parasitic.

পরযোগ—suffix.

পরালম্ব—dependo, অশ্ব ~ —equine dependo.

পরিবৃত্তি—variation.

পরিব্যক্তি—mutation, mutant, বিন্দু ~—point mutation.

পরিরেখা—outline.

পরিশব্দ—term, technical term.

পরিশীলন, চর্চা—study.

পরিষ্কারক—detergent.

পরিসর—extent.

পর্ব—phylum, উপ ~ —subphylum.

পর্যায়—phase, অন্ধকার ~ —dark phase, eclipse, ~ ক্রমিক—successive.

পাকবিপত্তি—stomach disorder.

পাখি—bird, পাখিজাতি—aves, পক্ষী জাতীয়/সম্বন্ধীয়—avian.

পাত—plate, প্রান্ত ~ —endplate, ভিত্তি ~ —base plate.

পাত্র—flask, কোনাকার ~ —conical flask, গোলতলা ~ —round bottom flask, সমতলা ~ —flat bottom flask.

পাদটীকা — foot note.

পার্শ্ব—side, বহু ~ —polyhedral, ~ দ্রব্য—lateral body, ~ শৃঙ্খল—side chain ; পার্শ্বীয় (বিণ)—lateral.

পিন—pin, লেজ ~ - tailpin, পিনাগ্র—pin point.

পিণ্ড—body, lump, অন্তঃ ~ —internal body, inclusion body.

পিলি—pili, যৌন ~ —sexpili.

পুষ্টি—nutrition, ~ দ্রব্য—nutrient, ~ কর—nutritious, অ ~, ~ হীনতা—malnutrition.

পূঁজাশয়—abses.

পূর্ণতাপ্রাপ্ত, পরিণত (বিণ)—mature, পূর্ণতাপ্রাপ্তি, পরিণতি (বি)—maturity.

পূর্বতন—prior ; পূর্বতা—priority.
সর্বোচ্চ ~ —top priority.
পৃথক—separate. পৃথকীকরণ—separation.
পৃষ্ঠ—surface. ঊর্ধ্ব ~ —upper surface, নিম্ন ~ —lower surface. ~ তল—dorsal surface. অন্তঃ ~ inner surface. বহিঃ ~ —outer surface. ~ শঙ্কু—surface spike.
পেপটাইড—peptide. দ্বি/ত্রি/বহু ~ —di/tri/poly peptide. ~ বন্ধনী peptide bond. ~ শৃঙ্খল—peptid chain.
পেশি—muscle. ~ উপস্তর—muscle epithelium.
পোষক—host. ~ নির্দিষ্ট—host specific ~ পরিধি—host range. মধ্যবর্তী ~ —intermediate host.
প্রকরণ—factor.
প্রক্ষেপন—irradiation
প্রজাতি—species. নিদর্শন ~ —type species. প্রজাতীয় (বিণ)—specific. প্রজাতিয়তা—specificity.
প্রজ্ঞাপন—report.
প্রতিজৈবিক—antibiotic.
প্রতিলিপন—transcription ; প্রতিলিপক—transcriptase. বি ~ —reverse transcriptase. প্রতিলিপি—transcript.
প্রতিষেধক—antidote. প্রতিষেধন—prevension.
প্রতিসম—symmetrical. দ্বি/ত্রি/পঞ্চ ~ —bi/tri/penta symmetrical. প্রতিসাম্য (বি) —symmetry : দ্বিপার্শ্ব, ত্রিপার্শ্ব/পঞ্চ পার্শ্ব ~ —bilateral/trilateral/pentalateral symmetry.
প্রতিস্থাপন—replacement. প্রতিস্থাপিত—replaced.
প্রত্যর্পণ—transplantation.
প্রতিবি—individual (n). প্রাতিবিক—individual (a).
প্রতীক—symbol. প্রতীকী—symbolic
প্রত্যাবর্তী—reversible অ ~ irreversible
প্রত্যুদক, প্রতি উৎস—enzyme.
প্রপঞ্চ—phenomenon (pl. phenomena).
প্রবিষ্টকরণ (বি)—inoculation. প্রবিষ্টকণা (ক্রি)—inoculate. প্রবিষ্টী —inoculum.
প্রমান—proof. প্রামান্য—authentic.
প্রমিত—standard (a). প্রমিতি—standard (n.)
প্রযুক্তি—technique, technology. জৈব ~ biotechnology. প্রকর্মী—technician.
প্রস্থি (বি)—ploidy. এক/দ্বি/ত্রি/বহু ~ —ha/di/tri/polyploidy ; প্রস্থ (বিণ.)—ploid.
প্রাকৃত—wild. ~ প্রজাতি—wild species
প্রাকৃতিক—natural, অতি ~ —supernatural. ~ নিয়ম—natural law.
প্রাগ্রসর—advanced.
প্রাণপঙ্ক—cytoplasm. পঙ্কীয় (বিণ)—cytoplasmic.
প্রাণরসায়ন—biochemistry ; প্রাণরাসায়নিক—biochemical. ~ ক্রিয়াপথ—biochemical pathway.
প্রাণিরাজ্য—animal kingdom.
প্রান্ত—end. ~ দৃশ্য —end view. ~ পাত—end plate. দূর ~ distalend. পুরো ~ proximal end ; প্রান্তিক (বিণ)—terminal. ~ বাড়তি যুক্ত—terminally redundant.

প্রাদুর্ভাব—outbreak.
প্রাবরণ—envelope. প্রাবৃত—enveloped.
প্রোটিন, আমিষ—protein. অন্তঃ ~ internal protein. আশু ~ early protein. নাবী ~ —late protein. কোট ~ —coat protein. কোর ~ —core protein. পূর্ণতা ~ —maturation protein. ~ সংশ্লেষণ—protein synthesis.
ফটো—photo. ~ গ্রহণ—photography. ~ গ্রাহক—photographer.
ফল—fruit. ~ ফসল—fruit crop. ~ বাগান—orchard.
ফলিত—applied.
ফাঁপা—hollow, empty. ~ বেলন—hollow cylinder.
ফাজ—phage, bactereophage. আদি ~ —prophage. দেহী ~ —vegetative phage. ভূত/ভুতুড়ে ~ —ghost. সুমিত ~ —temperate phage. ধারক ~ —lysogenic phage. ~ প্রভাব—phage induction.
ফুসকুড়ি—rash.
ফোড়া—abses. বিষ ~ —boil.
ফোস্কা, স্ফোটিক—blister, vesicle.
বংশ—pedigree. ~ গত (বিণ)—hereditary. ~ গতি (বি)—heiedity. ~ ধর—descendant.
বয়স্থ—adult, mature.
বর্গ—order. উপ ~ —sub order.
বর্গ—square, বর্গাকার—square shaped.
বটি, বড়ি—pill. ~ কা—pillet.
বর্ণানুক্রমিক—alphabetical order.
বর্ণভগ্নতা—colour break.
বন্ধনী—bond. সহযোজী ~ —covalent bond. যোজ্যতা—binding.
বর্তুল, গোলক—sphere, বর্তুলাকার—spherical. আপাত ~ —quasispherical.
বসন্ত—pox. গুটি ~ —small pox. জল ~ —chicken pox.
বহিস্থ—external. ~ তম—outer most.
বহু—many, poly, multy— ~ তল (বিণ)—polyhedral. ~ তলক (বি)—polyhedron. ~ রূপী (বিণ)—pleomorphic ; বহুরূপীতা (বি)—pleomorphism.
বাছুর, গোবৎস—calf.
বানর, মর্কট—monkey. বানর জাতি/জাতীয়—simian.
বামন—dwarf. ~ ত্ব—dwarfness.
বারিত—restricted.
বায়ু—air. ~ স্থলী—air chamber. ~ স্থান—air space.
বার্তা—message. ~ বহ—messenger.
বালাই—danger.
বাহিত—borne. বায়ু ~ —airbarne. বীজ ~ —seed borne. মাটি ~ —soil borne.
বিংশতল (বিণ)—icosahedral. ~ ক (বি)—icosahedron. ~ সমাবেশ—icosahedral symmetry.
বিকিরণ—radiation. বিকীর্ণ—radiated. বিকীর্ণমান—radiating.
বিচিত্র—various. বৈচিত্র্য—variety.
বিচ্ছুরণ—defraction. বিচ্ছুরিত রশ্মী—defracated rays.

বিদারণ—penetration, বিদীর্ণ—penetrated.

বিনিময়—exchange, ব্যতিহার ~—reciprocal exchange : বিনিমিত (বিণ)—exchanged.

বিন্দু—point, drop, ~ পদ্ধতি—deplete method.

বিপরিনতি (বি)—development, বিপরিনত (বিণ)—developed. প্রনত—highly developed.

বিপাক—metabolism, ~ তন্ত্র—metabolic system, প্রতি ~—antimetabolism, প্রতি ~ ক—anti. metabolite : বিপাকীয় (বিণ)—metabolic.

বিবর্তন—evolution, জৈব ~—organic evolution.

বিবর্দ্ধন—magnification, ~ ক্ষমতা—power of magnification.

বিবর্ণতা—chlorosis, বিবর্ন কর্বূর—chlorotic mottle.

বিন্যাস—arrangement, combination, শ্রেণি ~—classification, পুনর্বিন্যাস—rearrangement, recombination.

বিভাজন—division, kinesis, কোষ ~—cell division, নিউক্লীয় ~—karyokinesis, সাইটো ~—cytokinesis.

বিশুদ্ধ—pure, ~ তা—purity, অ ~—impure, ~ করণ—purification, অপদ্রব্য—impurity.

বিশ্লেষণ—analysis, resolution, বিশ্লিষ্ট—analyzed, detached from one another, বিশ্লেষণাত্বক—analytical.

বিচ্ছিন্ন—sporadic.

বিচ্ছুরণ—diffraction.

বিস্তার (বি)—transmission, বিস্তারী (বিণ)—transmitted.

বীজ—seed, ~ ঘ্ন—disinfectant, ~বারক—antiseptic, ~ বাহিত—seed borne, কু ~ —contaminant ; বীজাকীর্ণ—contaminated, বীজাকীর্ণতা—contamination, নির্বীজন—sterilization.

বৃক্ক—kidney, বৃক্কাকার—kidney shaped.

বৃত্তাকার—circular, বৃত্তাকারে সমন্বিত—circularity permuted.

বৃদ্ধি—growth, উপ ~ —outgrowth, ~ নিয়ামক—growth regulator, সং ~—multiplication.

বৃহৎ—big, macro-, বৃহদাণু—macromolecule.

বেগুনি—violet, অতি ~ —ultraviolet.

বেঙাচি—tadpole, ~ আকার—tadpoleshaped.

বেধ—thickness, আ ~, পাতলা—thin, সু ~, স্থূল ~ —thick.

বেলন—cylinder, ফাঁপা ~ —hollow cylinder, বেলনাকার—cylindrical.

বৈশ্বিক, বিশ্বব্যাপ্ত—pandemic.

ব্যক্তবীজী—gymnosperm, gymnospermae.

ব্যতীকরণ—differentiation, ব্যতিক্রম—exception.

ব্যাকটেরিয়া (বি)—bacteria, ~ নাশক—bactericide, ~ রোধী—bacteria proof.

ব্যাকটেরীয় (বিণ.)—bacterial, ~ ফাজ—bacteriophage, ~ রূপান্তর—bacterial transformation, ~ লন—bacterial lawn.

ব্যাপন—diffusion, ব্যাপিত—difused.
ব্যাসিলাস — bacillus, ~ আকার—
bacillus shaped, ~ ঘটিত—bacillary.
ব্যাস—diameter, ব্যাসার্ধ—radius.
ব্রণ—rash, দুষ্ট ~ —carcinoma.
ভঙ্গুর—brittle, fragile.
ভাইরাস—virus, ~ নির্দিষ্ট—virus, specific, ~ পোষক তন্ত্র—virus host system, ~ রোধী—virus proof, ধীর ~ —slow virus.
ভাজন—fission, division, দ্বি ~ —binary fission, দ্বি ~ ছত্রাক—fession fungi (schizomycetes), দ্বি ~ শৈবাল—fession algae (schizophyceae).
ভেজাল, অবিশুদ্ধ—impure.
ভেদ্য—permeable, ~ তা—permeability, অর্দ্ধ ~ —semipermiable.
ভেষজ, ঔষধ—medicine, ভৈষজ—medical.
ভৌত—physical, ~ ধর্ম—physical property, ~ অবস্থান—physical existence, ~ গঠন—physical structure.
ভ্রূণ—embryo, ~ কুঠরি—amniotic cavity, ভ্রূণাবরণ—amnion, বহিঃভ্রূণাবরণ—chorioalantoic membrane, মধ্য ভ্রূণাবরণ — allantoid.
মরণ (বি)—Lysis ; মারক (বিণ)—lytic, ~ চক্র—lytic cycle, ~ প্রভাব—lytic induction.
মাইক্রোমিটার—micrometre (μm). দৈর্ঘ্যের মেট্রিক একক (১ μm = 0.০০১ mn)।
মাইলফলক—milestone.
মাত্রা—dimension ; মাত্রিক (বিণ)—dimensional, ত্রি ~ —three dimensional, সম ~ —isometric, অসম ~ —anisometric.
মাথা/মস্তক — head, আদি ~ —prohead.
মার্জার, বিড়াল—cat, মার্জার জাতি/জাতীয়—feline.
মিথস্ক্রিয়া, আন্তঃক্রিয়া—interaction.
মিথোজীব—Symbiont ; মিথোজীবী—symbiotic, ~ তা—symbiosis.
মিলন—meet, union, অনু ~ —conjugation, মিলেযাওয়া—fusion.
মিলিলিটার—millilitre (ml/মিলি), তরলের ঘনমান মাপার মেট্রিক একক (১ মিলি. = 0.০০১ লিটার বা সিসি)।
মুকুল—bud, ~ ন—budding.
মুখ—mouth, ~ ক্ষত—stomatitis, স্ফোটক ~ ক্ষত—vesicular stomatitis ; মুখাঙ্গ—mouth parts.
মুষিক, ইঁদুর—mouse, ~ জাতি/জাতীয়—murine.
মূর্ধা, স্নায়ু—nerve, ~ প্রদাহ—encephalitis ; স্নায়বিক (বিণ)—neurotropic.
মৃত্যু—lysis, মৃতাবশেষ—lysate.
মেদ—fat, মেদাম্ল—fatty acid.
মেরু—pole, ~ ত্ব—polarity, ~ দৃশ্য—polar view, ~ করণ—polarization.
মেষ, ভেড়া—sheep, মেষজাতি/জাতীয়—ovine.
মোজাইক—mosaic, কুঞ্চিত ~ —rogose mosaic, মৃদু ~ —mild mosaic, ডোরা ~ —stripe mosaic, সোনালি ~ —golden mosaic.

যকৃত—liver. ~ প্রদাহ—hepatitis.
যুগপৎ (বিণ)—simultaneous. যুগপত্তা (বি)—simultaneity.
যোজক কোষ—fibroblast.
যোজন—joining, যোজনীয়তা, যোজ্যতা—binding.
রক্ত—blood, ~ কর্কট—blood cancer. leukemia, ~ ক্ষরণ—bleeding. ~ ক্ষরী—blood spelling, ~ তঞ্চন—hemaglutination, ~ রস—blood serum, ~ কোষ—blood cell, লোহিতকণিকা—red blood cell. শ্বেতকণিকা—white blood cell.
রক্ষণাবেক্ষণ—maintenance.
রজন—resin.
রঙ্গক—stain.
রঞ্জন—staining, ইতি ~ —positive staining, নেতি ~ —negative staining. ~ রশ্মী—X-ray.
রসায়ন (বি)—chemical (দ্রব্য), chemistry (বিষয়) ; রাসায়নিক (বিণ)—Chemical, ~ সংকেত—chemical formula.
রূপান্তর—transformation, ব্যাকটেরীয় ~ —bacterial transformation, স্বচ্ছ ~ —glassy transformation.
রেখা—line, ~ কার—linear, ~ দাগ—striation, ~ চিত্র—line drawing.
রোগ—disease, ~ চিহ্ন—lesion, ~ তত্ত্ব—pathology, ~ তাত্ত্বিক—pathological. pathologist, ~ নির্ণয়—diagnosis, ~ রোধক—disease resistant.
রোগাত্মক, রোগাত্মা (বি)—pathogen. রোগাত্মক (বিণ)—pathogenic. রোগাত্মতা—pathogenicty.
রোগ্য, সংবেদী—susceptible.
রোমন্থন—rumination. রোমন্থক—ruminant.
লক্ষণ, উপসর্গ—symptom, ~ হীন—symptomless, দৃশ্য ~ —visible symptom, অদৃশ্য ~ —invisible symptom, অপরিস্ফুট ~ —inapparent sympton.
লগ্ন—associated, এডেনো ~ —adenoassociated.
লম্বা—long, ~ কার—elongated.
লেজ—tail, ~ নল—tail tube. ~ পিন—tail pin, লেজাবরণ—sheath.
লোহিত কণিকা—red blood cell, ~ নাশন—hemolysis. ~ নাশক—hemolytic.
শক্ত—hard, rigid.
শঙ্কু—spike. পৃষ্ঠ ~ surface spike, দ্বি ~ —double spike.
শর্করা, সুগার—sugar, শর্করায়ন—glucosylation.
শিকার—victim.
শিরা—vein, ~ বদ্ধতা—vein banding, ~ স্বচ্ছতা—vein clearing.
শৈত্যবোধ—chill, শৈত্যপ্রয়োগ—cold treatment.
শীর্ষ—apex, ~ ভাজক—apical meristem : শীর্ষস্থ—apical.
শুষ্কতা, শুষ্কী (বি)—wilt, মূল ~ —root wilt.
শূকর, বরাহ—hog, bear. বন্য বরাহ—wild boar, ~ জাতি/জাতীয়—swine, porcine.

শূল, ব্যথা—ache, গাত্র ~—body ache, দন্ত ~ —toothache.

শৃঙ্খল—chain, পার্শ্ব ~ —side chain.

শোষণ—absorption, উপ ~ —adsorption.

শ্বসন—respiration, অবাত ~ —anaerobic reparation, সবাত ~ —aerobic respiration, অণুবাত ~ —microaerophilic respiration.

শ্রেণী—class, ~ বিধি—taxonomy, ~ বিন্যাস—classification.

শ্লেষ্মা—mucus ; শ্লৈষ্মিক (বিণ)—mucoid, ~ ঝিল্লী—mucus membrane.

ষষ্ঠক—hexon, ~ লগ্ন প্রোটিন—hexon associated protein ; ষড়মার—hexameter.

সংকেত—code, formula, পুষ্প ~ —floral formula, গাঠনিক ~ —stuctural formula ; সাংকেতিক (বিণ)—coded ; সংকেতবদ্ধ করা (ক্রি)—encode.

সংক্রমণ—infection, অতি ~ —superinfection.

সংক্রামক/সংক্রামী infectious, সংক্রামিতা—infectivity.

সংজ্ঞা (প্রচলিত অশুদ্ধ), সংজ্ঞার্থ (শুদ্ধ)—definition, সংজ্ঞাতীত—undefinable, সংজ্ঞিত (সংজ্ঞায়িত নয়)—defined।

সংবন্ধন—fixation, নাইট্রোজেন ~ —nitrogen fixation.

সংবেদী, রোগ্য—susceptible.

সংশ্লেষণ—synthesis, সালোক ~ photosynthesis, ~ সামগ্রি—synthetic material, ~ যন্ত্র—synthetic machinery.

সক্রিয়—active, ~ করণ—activation.

সঙ্কুচিত—contracted, সঙ্কোচন—contraction

সঙ্গরোধ—quarantine, ~ বিধি—quarantine rule.

সজীব—animate.

সনাক্তি (বি)—identification, সনাক্ত করা (ক্রি)—identify.

সন্তত (বিণ)—continuous, সন্ততি (বি)—continuity.

সন্ততি—proginy, offspring.

সপুষ্পক—phanerogam, phanerogamia.

সম—homo, iso- ~ বস্থ—identical, ~ বিদ্যুৎ বিন্দু—isoelectricpoint, ~ সত্ত্ব—homogeneous (বিসমসত্ত্ব—heterogeneous) সমসত্ত্বকর—homoginizar.

সমকর্ম—analogy, ~ ক—anlogue, ক্ষারক ~ ক—base analogue.

সমস্ব—homologous, ~ ক—homologue, ~ তা—homology.

সমাঙ্গ—thallus, ~ উদ্ভিদ—thallophyte, সমাঙ্গী (বিণ)—thallyphytic.

সমাবেশ (বি)—assembly, সমাবেশিত (বিণ)—assembled.

সমাবেশ—symmetry, ঘন ~ —cubical symmetry, দ্বৈত ~ —binal symmetry, সর্পিল ~ —helical, symmetry.

সম্পূর্ণ—complete, সম্পূরক—complementary, সম্পূরণ—completion, complement.

সরল—simple, সরলীকরণ—simplification.

সর্দি, ঠাণ্ডা, শৈত্য—cold.

সর্বাধিক—maximum, সর্বাল্প—minimum.

সম্ভাবনা—prospect ~ ময়—prospective.

সহ—tolerant, ঘাত ~ —shock tolerant, তাপ ~ —heat tolerant.

সহ—co-. ~ অবস্থান—coexistence, ~ জাত—inborn, congenital.

সহাংশ—component part.

সান্তর—discontinuous.

সারণী—table, ~ বদ্ধ—tabulated, ~ কার—tabulator.

সারমেয়, কুকুর—dog, ~ জাতি/জাতীয়—canine.

সার্বিক—over all, ~ রণ—generalization.

সুপ্ত—latent, dormant.

সুদৃষ্ট—common.

সুবেদী—sensitive, ~ তা—sensitivity.

সুমিত—temperate, সুমিতি—temperance.

সুস্থিত—stable, সুস্থিতি—stability, স্থিতায়ন—stabilization, অস্থিত—unstable.

সূত্র—strand, filament, এক/দ্বি ~ —single/double strand, বহু ~ polytene, ইতি ~ —positive strand. নেতি ~ —negative strand ; সূত্রাকার (বিণ)—filamentous.

সূত্র—law, formula.

স্তনপ্রদাহ—mammilitis

স্তনার্বুদ—mammary tumor.

স্তর—layer, দ্বি ~ —bilayer, লিপিডদ্বি ~ lipid bilayer, স্তরিত (বিণ)—layered.

স্থান—place, locality, স্থানিক—localized.

স্থিরিকৃত, স্থির—fixed, স্থিরিকরণ—fixation, স্থিরিকারক—fixative.

স্থিতিকাল—duration.

স্ফীতি—knob, swelling, স্ফীত—knobed.

স্ফোটিক—vesicle, vesicular, ~ মুখক্ষত—vesicular stomatitis.

স্ফোটন—burst, স্ফাটনা সংখ্যা—burst size.

স্বজাতিভুক—cannibal, cannibalistic.

স্বাস্থ্য—health, স্বাস্থবিধি—sanitation rules.

স্বীকার্য—postulates.

হলদেচূড়া—yellow top.

হ্রস্য, খর্বিত (বিণ)—reduced, হ্রাস (বি)—reduction.

ইংরেজি থেকে বাংলা

Aberration — অপেরণ।

abscs — পুঁজাশয়, ফোঁড়া।

absorption — শোষণ ; adsorption — উপশোষণ।

ache — শূল, ব্যথা ; body ~ — গাত্রশূল ; head ~ — মাথাব্যথা ; toothache — দন্তশূল।

acid — এসিড, অম্ল ; amino ~ — এমিনো এসিড ; ~ ity — অম্লত্ব।

action — ক্রিয়া ; re ~ — বিক্রিয়া ; anti—re ~ — প্রতিবিক্রিয়া।

active — সক্রিয় ; activation — সক্রিয়করণ।

adaptation — অভিযোজন ; adaptive — অভিযোজক, adaptable — অভিযোজ্য।

adhesion — আসক্তি। (cohesion—সংসক্তি)

advanced — প্রাগ্রসর

air — বায়ু ; ~ bladder — বায়ু স্থলী ; ~ chamber বায়ুকুঠরি ; air space — বায়ুস্থান।

alkali (n) — ক্ষার ; ~ ne (a) — ক্ষারীয় ; alkaloid. — উপক্ষার।

alphabetical — বর্ণানুক্রমিক।

alternate — একান্তর, বিকল্প ; ~ host — বিকল্প পোষক।

anabolism (n) —উপচিতি ; anabolic (ad) — উপচীয়।

analogy —সমকর্ম ; analogue — সমকর্মক ; analogous — সমকার্মিক।

angiosperm, angiospermae — অপ্তবীজী।

animal kingdom — প্রাণিরাজ্য।

animate — সজীব ; in ~ — অজীব।

analysis — বিশ্লেষণ, analytical — বিশ্লেষণাত্মক, বৈশ্লেষিক, analyzed — বিশ্লিষ্ট।

annexure — সংলাগ।

angstrom (Å) — এংস্ট্রম, দৈর্ঘ্যের একক, (১Å = ০.১nm)।

antibiotic — প্রতিজৈবিক।

antidote, vaccine — প্রতিষেধক, টিকা।

apex (n) — অগ্র, শীর্ষ ; apical (a) — অগ্র্য, শীর্ষস্থ।

appendage — উপাঙ্গ, surface ~ — পৃষ্ঠোপাঙ্গ।

applied — ফলিত।

approximate (a) — প্রায়, আসন্ন ; ~ value — আসন্ন মাণ ; approximation (n) — আসত্তি।

arrangement — বিন্যাস, ব্যবস্থ ; re ~ — পুনর্বিন্যাস।

assay — অনুমাপন।

assimilation — আত্মীকরণ।

associated — লগ্ন ; adeno ~ — এডেনো লগ্ন।

attenuated — নির্বল, নির্বলকৃত।

available — প্রাপ্য ; availability — প্রাপ্যতা।

axis — অক্ষ ; axial (a) — অক্ষীয়।

bacteria — ব্যাকটেরিয়া ; ~ proof — ব্যাকটেরিয়ারোধী, bactericide — ব্যাকটেরিয়া নাশক, antibacterial — ব্যাকটেরিয়া বারক।

balanced — সুষম, ভারসাম্যপূর্ণ।

base (n) — ক্ষারক, বেজ ; basic (a) —ক্ষারকীয়।

binomial nomenclature — দ্বিপদ নামকরণ।

bio — জৈব, জীব সম্বন্ধীয় ; ~ logy — জীববিজ্ঞান ; ~ logical (ad) — জীববৈজ্ঞানিক, জৈবনিক ; ~ tic (ad) — জৈবিক ; antibiotic — প্রতিজৈবিক।

bio chemistry — প্রাণরসায়ন ; bio chemical pathway -- প্রাণরাসয়নিক ক্রিয়াপথ।

bird — পাখি ; aves — পাখিজাতি ; avian -- পাখিজাতীয়/সম্বন্ধীয়।

blister -- ফুসকুড়ি।

blood — রক্ত ; ~ cell -- রক্তকোষ ; red ~ cell — লোহিত কণিকা ; white ~ cell — শ্বেতকণিকা ; ~ serum — রক্তরস ; ~ cloting/hemaglutination — বক্ত তঞ্চন ; ~ spilling—রক্তক্ষরী (ক্ষরণকারী) ; ~ cancer — রক্তকর্কট।

body — দেহ, বস্তু, খণ্ড ; lateral ~ — পার্শ্বদ্রব্য ; fat ~ — মেদখণ্ড ; stem ~ — কাণ্ডদেহ।

boil — ফোঁড়া, বিষফোঁড়া।

bond — বন্ধনী ; covalent ~ — সহযোজী বন্ধনী ; binding — যোজ্যতা, বন্ধন।

borne — বাহিত ; air ~ — বায়ুবাহিত ; seed ~ — বীজবাহিত ; soil ~ — মাটিবাহিত।

breed (v) -- প্রজনন করা ; ~ er — প্রজনক ; ~ ing (n) — প্রজনন।

brittle, fragile — ভঙ্গুর।

bullet — বুলেট ; ~ shaped — বুলেটাকার।

bud -- মুকুল, কুঁড়ি ; ~ ding — মুকুলন।

burst -- স্ফোটন, বিস্ফোরণ ; ~ size -- স্ফোটন সংখ্যা।

bush — ঝোপ, গুল্ম ; ~y stunt — গুল্মী বামন।

calf -- বাছুর, গোবৎস।

cancer — ককট, ক্যানসার ; blood ~ — রক্ত ককট, লিউকেমিয়া ; ~ous — ককটীয়।

carcinoma (n) — দুষ্টক্ষত, carcinogenic (a) — দুষ্ট।

cannibal/~ istic — স্বজাতিভুক।

canker — গুটি, ঘা।

cat — মার্জার, বিড়াল, feline -- মার্জারজাতি/সম্বন্ধীয়।

catabolism (n) — অপচিতি, catabolic (a) — অপচীয়।

catalysis — অনুঘটন ; auto ~— স্বতঃঅনুঘটন ; catalyst — অনুঘটক।

cell -- কোষ ; daughter ~ — অপত্য কোষ ; proto ~ — আদি কোষ ; true ~ — প্রকৃত কোষ ; hela ~ — হেলাকোষ ; ~ content — কোষাধেয় ; ~ membrane — কোষ ঝিল্লী ; ~ generation -- কোষ জনু ;~ division — কোষ বিভাজন ; ~ differentiation — কোষ ব্যতীকরণ।

cellular (a) — কোষী ; a ~ — অকোষী ; inter ~ — আন্তঃকোষী ; intra ~ -- অন্তঃকোষী ; sub ~ — উপকোষী ; extra ~ — বহিঃকোষী।

centrifugation -- অপকেন্দ্রীকরণ, ultra ~ — অতি অপকেন্দ্রীকরণ, density gradient ~ — ঘনত্বক্রমিক অপকেন্দ্রীকরণ।

cereal — খাদ্যশস্য।

chamber — প্রকোষ্ঠ, কক্ষ ; ~ ed — কক্ষা।

character (n) — চারিত্র, গুণ ; ~ istic (n) — চারিত্রিক গুণাবলী, বৈশিষ্ট্য।

chemical (n) — রসায়ন (সামগ্রী), (a) — রাসায়নিক ; ~ formula — রাসায়নিক সংকেত, ~ structure -- রাসায়নিক গঠন।

Chemistry — রসায়ন (বিষয়) ; bio ~ — প্রাণরসায়ন।

chemotherapy — ওষুধ প্রয়োগ।

chill — শৈত্যবোধ, শৈত্য।

chickenpox — জলবসন্ত।

chlorosis — বিবর্ণতা ; chlorotic mottle — বিবর্ণ কবুর।

circular — বৃত্তাকার ; circularity ~ permuted — বৃত্তাকারে সমন্বিত।

class — শ্রেণি ; ~ ification — শ্রেণীবিন্যাস।

clone — ক্লোন ; monoclonal — একক ক্লোন।

club — গদা ; ~ shaped — গদাকার।

coccus — কক্কাস ; coccoid — কক্কাসাকার

code — সঙ্কেত, ~ d — সাঙ্কেতিক, encoded — সঙ্কেতবদ্ধ।

coil — কুণ্ডল ; super ~ — অতিকুণ্ডল ; ~ shaped — কুণ্ডলাকার।

collar — কলার।

colour break — বর্ণভঙ্গুতা।

combination — বিন্যাস, সমন্বয়। re ~ — পুনর্বিন্যাস ; genetic ~ — জিনীয় পুনর্বিন্যাস।

compilation — সঞ্চয়, চয়ন।

complementary — পূরক, অনুপূরক।

comprehensible — অধিগম্য ; non ~ — অনধিগম্য।

condense — ঘন, condensation — ঘনীভবন।

concave — অবতল ; bi ~ — দ্বাবতল ; plano ~ — সমাবতল।

congenital — সহজাত, জন্মগত।

conjugation — অনুমিলন, ~ tube — মিলন নল।

container — আধার, পাত্র, content — আধেয়, cell ~ — কোষাধেয় ; contained — আধৃত।

contamigated — বীজাকীর্ণ ; contamination — বীজাকীর্ণতা ; contaminant — কুবীজ।

continuous (a) — সন্তত ; continuity (n) — সন্ততি ; discontinuous — সান্তর।

contractile — কুঞ্চনশীল ; non ~ — অকুঞ্চনশীল।

contraction — কুঞ্চন, সঙ্কোচন ; contracted — সঙ্কুচিত।

convulsion — খিচুনি।

corner — কোনা, প্রান্ত।

correlation — অনুবন্ধ।

cow — গরু, গো ; bovine — গোজাতি/সম্বন্ধীয়।

criterion — নির্ণায়ক।

crop — শস্য, ফসল ; food ~/cereal — খাদ্যশস্য ; fruit ~ ফল ফলল ; cash ~ — অর্থকরি ফসল।

crust — মামড়ি।

crystal — কেলাস ; ~ line — কেলাসাকার ; ~ lyzation — কেলাসন ; ~ lography — কেলাসচিত্রন।

culture (n) — আবাদ ; ~ medium — আবাদ মাধ্যম ; cell ~ — কোষাবাদ, monolayer ~ — একস্তর আবাদ ; type ~ — নিদর্শন আবাদ ; type ~ collection—নিদর্শন আবাদ সংগ্রহশালা ; — cultural (a) —আবাদী।

cure — নিরাময় ; curable — নিরাময়যোগ্য।

curl, curly — কোঁকড়া, কোঁকড়ানো ; leaf ~ — পাতাকোঁকড়া ; curly top — কোঁকড়া চূড়া।

cylinder — বেলন, cylindrical — বেলনাকার।

cytolytic — কোষবিগলক।

cytoplasm — প্রাণপঙ্ক, সাইটোপ্লাজম ; cytoplasmic — প্রাণপঙ্কীয়, পঙ্কীয়।

dalton — ডালটন, (ওজনের একক, ১ ডালটন = ১টি হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন)।

danger — বালাই, বিপদ।

damage — বিনষ্ট।

defective — দুষ্ট ; ~ virus — দুষ্ট ভাইরাস।

deficiency — ন্যূন্যতা।

define — সংজ্ঞা প্রদান ; ~ d — সংজ্ঞায়িত (সংজ্ঞায়িত নয়) ; definition — সংজ্ঞার্থ (শুদ্ধ), সংজ্ঞা (প্রচলিত অশুদ্ধ), undefinable — সংজ্ঞাতীত।

defraction — বিচ্ছুরণ।

dehydration — নিরুদন ; dehydrated — নিরুদিত।

dependo — পরালম্ব ; equine ~ — অশ্ব পরালম্ব।

derm — চর্ম ; ~ atropic disease — চর্মরোগ।

detergent — পরিষ্কারক।

determination — নিরূপণ ; determined — নিরূপিত।

development — বিপরিণতি, উন্নতি ; developed — বিপরিণত, প্রনত।

diagram — চিত্র ; labelled ~ — চিহ্নিত চিত্র ; ~ atic figure — নকশাচিত্র ; ~ atic plan — ছক (পরিকল্পনা চিত্র)।

diagnosis — নিদান, রোগ নির্ণয়, diagnostic — নিদানিক।

diarrhoea/diarrhea — উদরাময় ; infantile ~ — শিশু উদরাময়।

difiraction — বিচ্ছুরণ।

dilution — তরলীকরণ, ~ endpoint — তরলান্তবিন্দু।

dimension — মাত্রা। dimensional (a) — মাত্রিক ; three ~ — ত্রিমাত্রিক ; multi ~ — বহুমাত্রিক।

disease — রোগ, ~ resistant — রোগরোধক।

doctrine — মহাতত্ত্ব।

dog — সারমেয়, কুকুর ; canine — সারমেয় জাতি/সম্বন্ধীয়।

domestic — গৃহপালিত, গার্হস্থ্য ; ~ ation — গৃহ্যকরণ, পোষ মানানো।

donor — দাতা ; ~ cell — দাতা কোষ।

drawing — অঙ্কন ; line ~ — রেখাচিত্র।

drop — বিন্দু ; ~ let method — বিন্দু পদ্ধতি।

dwarf — বামন ; ~ ness — বামনত্ব।

egg white — ডিম্বশ্বেত, ডিমের শ্বেতাংশ।

electron — ইলেকট্রন ; ~ opaque — ইলেকট্রন অনচ্ছ ; ~ dense — ইলেকট্রন ঘন ; ~ micrograph — ইলেকট্রন বীক্ষণিক চিত্র।

encephalitis — মূর্ধা প্রদাহ, স্নায়ু প্রদাহ।

end — প্রান্ত, ~ plate — প্রান্তপাত ; ~ view — প্রান্ত দৃশ্য ; distal ~ — দূরপ্রান্ত ; proximal ~ — পুরোপ্রান্ত।

endemic — আঞ্চলিক।

engulf (v) — গ্রাস করা।

entity — অস্তিত্ব।

enumeration — গণনা, কলন।

envelope — প্রবিরণ ; ~ d — প্রাবৃত।

enzyme — প্রণোদক, এনজাইম।

erect, upright — খাড়া।

equine — অশ্বজাতি ; অশ্ব সম্বন্ধীয়।

evolution — বিবর্তন ; organic ~ — জৈব বিবর্তন।

exchange — বিনিময় ; reciprocal ~ — ব্যতিহার বিনিময় ; ~ d — বিনিমিত।

expansion — বিকাশ, সম্প্রসারণ, expansive — বিকাশ ধর্মী।

expressed — প্রকাশিত, উক্ত ; un ~ — উহ্য, অনুক্ত ; expression — প্রকাশ।

extent — পরিসর।

extract — নির্যাস।

extraordinary — অনন্য সাধারণ।

fact (n) — তথ্য, ঘটনা ; ~ ual (a) — তাথ্যিক।

factor — প্রকারণ, গুণক।

farm — খামার ; dairy ~ — গব্য খামার।

fat — মেদ ; ~ ty acid — মেদাম্ল।

feeding — খাদন ; eater — খাদক।

feline — মার্জার, মার্জারজাতি/সম্বন্ধীয়।

fern — ফার্ণ ; fern leaf — ফার্ণপত্র।

fever — জ্বর ; yellow ~ — পীতজ্বর।

fibre — আঁশ, তন্তু, সূত্র ; tractile ~ — স্পর্শকতন্তু ; ~ cell — তন্তুকোষ ; fibrous (a) — তান্তব।

fibroblast — যোজক কোষ।

figure — চিত্র ; diagramatic ~ — নকশা চিত্র ; shaded ~ — রেখাঙ্কিত চিত্র, ছায়াচিত্র।

filament — সূত্র ; ~ ous — সূত্রাকার।

filial — অপত্য ; ~ generation — অপত্যজন্।

filter — ছাকন ; ~ paper — ছাকন কাগজ ; membrane ~ — ছাকন ঝিল্লী ; ultrafiltration — অতিছাকন।

fixation — সংবন্ধন, স্থিরীকরণ ; nitrogen ~ — নাইট্রোজেন সংবন্ধন ; fixed — স্থিরীকৃত, স্থির ; fixative — স্থিরীকারক।

flask — পাত্র ; conical ~ — কোণাকার পাত্র ; flat bottom ~ — সমতলা পাত্র ; round bottom ~ — গোলতলা পাত্র।

fleck — ছিট ; nevotic ~ — ছিটপচা।

flexible — নম্য, নমনীয় ; non ~ — অনম্য ; অনমনীয়।

formula — সূত্র, সংকেত ; chemical ~ — রাসায়নিক সংকেত ; structuial ~ — গাঠনিক সংকেত।

foot note — পাদটীকা।

fowl — মুরগি (জাতি) ; ~ pox — রাণীক্ষেত রোগ (মুরগি বসন্ত) ; hen — মুরগী, cock — মোরগ।

fragment — খণ্ড ; ~ ed — খণ্ডিত ; ~ ation — খণ্ডীকরণ।

function (n) — কার্য, কাজ ; functional (a) — কার্মিক ; ~ unit — কার্মিক একক ; ~ system — কর্মতন্ত্র।

fungi — ছত্রাক ; fission ~, schizomycetes — দ্বিভাজন ছত্রাক ; fungicide — ছত্রাকনাশক ; fungal (a) — ছত্রাকীয়।

fusion — মিলে যাওয়া।

gall — ফুঁসকুড়ি, গুটি।

gene (n) — জিন ; ~ tics — জীনতত্ত্ব, কৌলিতত্ত্ব, বংশগতিবিদ্যা ; ~ tic (a) — বংশগত ; ~ tical (a) — জিনতাত্ত্বিক ; ~ ticist — জিনতাত্ত্বিক, বংশগতিবিদ।

genic (a) — জিনীয়, কৌলিক ; genetic code — জিনীয় সংকেত ; genotype — জিনযুথ।

general — সাধারণ ; ~ ization — সাধিকরণ ; ~ ized — সাধিকৃত।

generation — উৎপত্তি, জনু, জনি ; filial ~ — অপত্য জনু ; spontaneous ~ — স্বতোজনি।

genesis — জনি, উৎপত্তি ; abio ~ — অজীবজনি ; bio ~ — জীবজনি।

genome — জিনোম ; endogenote — অন্তঃজিনোম ; exogenote — বহিঃজিনোম।

genus (n) — গণ, generic (a) — গণীয়।

germ — জীবাণু, বীজ ; ~ theory of disease — রোগের জীবানুতাত্ত্বিক কারণ, (রোগের জীবাণুতত্ত্ব)।

globule — গুটি ; globular — গুটিকাকার।

glucose শর্করা, glucosylation — শর্করায়ন।

graft — কলম ; ~ hybrid - কলমসঙ্কর।

granule — দানা ; ~ lar — দানাদার।

grind — চূর্ণ করা ; ground — চূর্ণিত, ভূমি ; ~ substance— ভৌমদ্রব্য।

group — গ্রুপ, দল।

growth — বৃদ্ধি ; ~ regulator - বৃদ্ধি নিয়ামক ; out ~ — উপবৃদ্ধি।

heat — তাপ ; ~ killed — তাপহত ; ~ inactivation point - তাপ নিষ্ক্রিয়তা বিন্দু।

hemaglutination — রক্ত তঞ্চন।

heredity (n) — বংশগতি ; hereditary (a) — বংশগত।

hexon — ষষ্ঠক ; ~ associated protein — ষষ্ঠক লগ্ন প্রোটিন ; hexamer — ষড়মার।

hog, pig — শূকর, বরাহ ; swine, porcine — শূকর জাতি/সম্বন্ধীয়।

hollow — ফাঁপা ; ~ tube — ফাঁপা নল ; ~ sphere — ফাঁপা গোলক।

homo- — সম, ~ geneous —সমসত্ত্ব ; ~logous — সমস্ব।

horse — অশ্ব ; equine — অশ্ব জাতি/সম্বন্ধীয়।

host — পোষক ; ~ range — পোষক পরিধি ; ~ specific — পোষক নির্দিষ্ট।

hydrolysis — জলান্বয় ; hydrolytic — জলান্বয়ী।

hypothesis — অনুকল্প।

icosahedron (n) — বিংশতলক।

icosahedral (a) — বিংশতল ; ~ symmetry — বিংশতল সমাবেশ।

immune — অনাক্রম্য ; immunity — অনাক্রম্যতা ; immunology — অনাক্রমতত্ত্ব।

impurity (n) — অপদ্রব্য, অবিশুদ্ধতা, impure (a) — অবিশুদ্ধ, ভেজাল ; pure — বিশুদ্ধ।

inborn — সহজাত।

inclusion — অন্তর্ভুক্তি ; included অন্তর্ভুক্ত ; অন্তস্থ।

incubation - তাতোপ্তি (তাত=উতাপ, উপ্তি = রোপন) ; ~ period — তাতোপ্তিকাল।

indication — নির্দেশনা ; indicator — নির্দেশক।

individual (n) — প্রতিস্ব ; individual (a) — প্রাতিস্বিক।

infection (n) — সংক্রমণ ; super ~ — অতিসংক্রমণ, infectious (a) — সংক্রামক, সংক্রামী ; infectivity (n) — সংক্রামিতা।

infested — আকীর্ণ।

influenza, flue/flu — ইনফ্লুয়েঞ্জা, ফ্লু।

information — তথ্য, ~ technology — তথ্য প্রযুক্তি।

inner — অন্তস্থ, ~ most —অন্তস্থতম।

inclusion — অন্তর্ভুক্তি, ~ body — অন্তর্ভুক্তি ;

inoculate (v) — প্রবিষ্ট করা ;
inoculation (n) — প্রবিষ্টকরণ, টিকা দান ; inoculum — প্রবিষ্টা।

insect — পতঙ্গ ; ~ vector — বাহক পতঙ্গ।

integration — অঙ্গীভবন ; dis ~ — অঙ্গচ্যুতি ; integrated — অঙ্গীভূত ; dis ~ — অঙ্গচ্যুত।

inter — আন্তঃ, ~ action — আন্তঃক্রিয়া, মিথস্ক্রিয়া ; ~ cellular — আন্তঃকোষী।

internal — অন্তস্থ, অন্তর্নিহিত, অন্তঃ ; ~ body — অন্তঃখণ্ড, ~ material — অন্তঃদ্রব্য।

intestine (n) — অন্ত্র ; enteric (a) — আন্ত্রিক ; ~ fever — আন্ত্রিক জ্বর।

intra — অন্তঃ, ~ cellular — অন্তঃকোষী।

invade (v) — আক্রমন করা ; ~ r — আক্রমক।

in vitro — জড়মাধ্যম ; *in vivo* — জীব মাধ্যম।

ion — আয়ন, an ~ — ঋতিআয়ন, এনায়ন ; cat ~ — ইতিআয়ন, ক্যাটায়ন ; ~ ic — আয়নিক ; ~ ized — আয়নিত ; ~ ization — আয়নায়ন।

irradiation — প্রক্ষেপণ ; high energy ~ — উচ্চশক্তি প্রক্ষেপণ।

iso- — সম ; ~ electric point — সম বিদ্যুৎ বিন্দু ; ~ metric — সমমাত্রিক ; (anisometric — অসমমাত্রিক)।

isolation — অন্তরণ, isolated — অন্তরিত।

itch (n) — চুলকানি/চুলকনা ; ~ y — চুলকানিযুক্ত।

kidney — বৃক্ক, ~ shaped — বৃক্কাকার।

kingdom — রাজ্য ; animal ~ — প্রাণিরাজ্য ; plant ~ — উদ্ভিদরাজ্য ; sub ~ — উপরাজ্য।

killer — ঘাতক ; ~ particle — ঘাতককণা ;

knee — হাঁটু।

knob (n) — স্ফীতি ; ~ ed (a) — স্ফীত।

label — নামিফলক ; ~ led diagram — চিহ্নিত চিত্র ; ~ ling — চিহ্নিতকরণ।

latent — সুপ্ত, ~ virus — সুপ্ত ভাইরাস ; ~ symptom — সুপ্তলক্ষণ।

layer — স্তর ; bi ~ — দ্বিস্তর ; mono ~ — একস্তর।

leukemia — রক্ত ককট।

lesion — ঘা, রোগচিহ্ন।

level — সুসম, সমতল।

line (n) — রেখা ; ~ drawing — রেখাচিত্র ; linear (a) — রেখাকার।

liquid — তরল ; liquefy — তরল করা ; liquefaction — তরলীকরণ।

liver (n) — যকৃৎ ; hepatic (a) — যকৃৎ সম্বন্ধীয় ; hepatitis — যকৃৎ প্রদাহ।

living — জীব ; ~ world — জীবজগৎ ; non ~ — জড়।

locality — স্থান ; localized — স্থানিক।

locomotion — চলন, movement — বিচলন।

long — লম্বা, দীর্ঘ ; elongated — লম্বাকার।

longevity — আয়ু, আয়ুষ্কাল।

lysis (n) —মরণ, মৃত্যু ; ~ without — নিজনন মৃত্যু। lytic (a) — মারক ; ~ cycle — মারক চক্র ; ~ induction — মারক প্রভাব ; ~ phage — মারক কাঙ ; lysate — মৃতাবশেষ।

lysogenic (a) — ধারক ; ~ bacteria — ধারক ব্যাকটেরিয়া ; ~ phage — ধারক ফাজ ; ~ cycle — ধারক চক্র ; lysogenized — বিধৃত।

lysol — নির্বীজক দ্রবণ।

magnification — বিবর্ধন, magnified — বিবর্ধিত।

maintenance — রক্ষণাবেক্ষণ।

malignant — জনিষ্ণু, দুষ্ট জনিষ্ণু ; malignance — জনিষ্ণুতা, দুষ্টতা।

marker — জিন চিহ্ন।

message — বার্তা ; messenger — বার্তাবহ।

mate — আসঙ্গী, সঙ্গী ; mating — আসঙ্গ।

matrix — ধাত্র।

mature (a) — বয়স্থ, পূর্ণতাপ্রাপ্ত ; maturity (n) — বয়ঃপ্রাপ্তি, পূর্ণতাপ্রাপ্তি ; immature — অপূর্ণ, অবয়স্থ।

medicine — ঔষধ, ওষুধ, ভেষজ ; medical — ভৈষজ ; medicated — ভেষজিত।

membrane — ঝিল্লী ; ~ holder — ঝিল্লী ধারক ; cell ~ — কোষঝিল্লী ; nuclear ~ — নিউক্লীয় ঝিল্লী ; ~ filter — ছাকন ঝিল্লী।

metabolism (n) — বিপাক ; metabolic (a) – বিকীয় ; ~ system — বিপাকতন্ত্র। metabolite — বিপাকক, anti ~ — প্রতিবিপাকক।

metal — ধাতু ; ~ shadowing — ধাতব ছায়াপাত।

micro- — ক্ষুদ্র, অণু ; ~ be/~ organism — জীবাণু, আণুবক্ষিণিক জীব ; ~ biology — জীবাণুতত্ত্ব ; ~ bicidal — জীবাণুনাশক ; microfibril — অণুসূত্র ; ~ tatobiotes — ক্ষুদ্রাদপিজীব।

micrometre (μm) — মাইক্রোমিটার, (দৈর্ঘ্যের মেট্রিক একক, ১ μm = 0.001 mm)।

micron (μ) — মাইক্রন (দৈর্ঘ্যের বৃটিশ একক, μ = μm)।

microscope (n) — অণুবীক্ষণ ; electron ~ — ইলেকট্রন অনুবীক্ষণ ; phase contrast ~ — পর্যায়ভেদক অনুবীক্ষণ। microscopic (a) — আনুবীক্ষণিক ; ultra ~ — অতিআণুবীক্ষণিক ; sub ~ — উপাণুবীক্ষণিক ; microscopy — আণুবীক্ষণ।

milestone — মাইলফলক।

millilitre (ml) — মিলিলিটার (মিলি), তরলের ঘনমান পরিমাপের মেট্রিক একক, ১ মিলি = 0.001 লিটার = ১ ঘন সেন্টিমিটার।

model — মডেল, প্রতিরূপ।

moist — আর্দ্র ; ~ ure — আর্দ্রতা।

molecule — অণু ; macro ~ — বৃহদাণু ; ~ theory — অণুমতবাদ। molecular (a) – আণবিক ; ~ biology — আণবিক জীববিদ্যা ; ~ formula — আণবিক সংকেত ; ~ structure — আণবিক গঠন।

monkey — মর্কট, বানর ; simian — বানরজাতি/সম্বন্ধীয়।

mosaic — মোজাইক ; golden ~ — সোনালিমোজাইক ; mild ~ — মৃদু মোজাইক ; rugose ~ — কুঞ্চিত মোজাইক ; stripe ~ — ডোরা মোজাইক।

mottle — কর্বূর ; chlorotic ~ — বিবর্ণ কর্বূর ; leaf ~ — পত্র কর্বূর।

mouth — মুখ ; ~ parts — মুখাঙ্গ।

mucus — শ্লেষ্মা ; ~ membrane — শ্লৈষ্মিক ঝিল্লী ; শ্লেষ্মা ঝিল্লী।

multiplication — সংবৃদ্ধি ; vegetative ~ — অঙ্গজ সংবৃদ্ধি ; genetic ~ — জিনীয় সংবৃদ্ধি।

murine — মুষিক জাতি/সম্বন্ধীয়।

muscle — পেশী ; ~ fibre — পেশী তন্তু।

mutation — পরিব্যক্তি ; point ~ — কিন্দু পরিব্যক্তি। mutant — পরিব্যক্তি।

naked — নগ্ন, নিরাবরণ।

nanometre (nm) — ন্যানোমিটার, (দৈর্ঘ্যের মেট্রিক এককে, ১ nm = 0.001 µm = ১ mµ) মিলিমাইক্রন।

nature — প্রকৃতি, স্বভাব ; natural (a) — প্রাকৃতিক, স্বাভাবিক, ~ law — প্রাকৃতিক নিয়ম ; de ~ — গুণাবনতি।

N. B. (*Nota bene*) — দ্রষ্টব্য।

neck — গ্রীবা।

necrosis (n) — পচন ; necrotic (a) — পচনশীল ; ~ fleck — ছিটপচা ; ~ yellow — পচনশীল হলদে, ~ lesion — পচন দাগ।

negative — নেতিবাচক, ~ staining — নেতিরঞ্জন।

nerve — স্নায়ু, স্নায়ু ; neurotropic (a) — স্নায়বিক।

neutral — নিরপেক্ষ ; ~ ization — নিরপেক্ষকরণ।

nose — নাসা, নাক ; nasal (a) — নাসিক, ~ secretion — নাসা ক্ষরণ, nasopharyngeal — নাসা-গলবিল সংক্রান্ত।

nucleus — কেন্দ্রিকা, নিউক্লিয়াস।

nutrition — পুষ্টি ; mal ~ — অপুষ্টি, nutrient — পুষ্টিদ্রব্য।

obscure — দুর্জ্ঞেয়।

observation — বীক্ষণ, পর্যবেক্ষণ, observed — বীক্ষিত।

onco — অংকো, ককট। ~ virus — ককট ভাইরাস ; ~ genic — ককটীয় ; ~ logy — ককটতত্ত্ব।

opaque — অনচ্ছ ; opacity — অনচ্ছতা।

orchard — ফলবাগান।

order — বর্গ sub ~ উপবর্গ। reverse ~ — ব্যুৎক্রম।

organ — অঙ্গ ; ~ ic — জৈব ; ~ ic chemistry — জৈব রসায়ন ~ ism — অঙ্গী, জীব ; ~ ism theory — জীব মতবাদ।

organellae — অঙ্গাণু, internal ~ — অন্তঃঅঙ্গাণু, external ~ — বহিঃঅঙ্গানু।

origin — উদ্ভব, উন্মেষ। ~ of life — জীবনের উদ্ভব/উন্মেষ।

ornamentation — অলঙ্করণ ; surface ~ — পৃষ্ঠ অলঙ্করণ।

out — বাহির ; ~ break — প্রাদুর্ভাব ; ~ er most — বহিস্থতম ; ~ growth — উপবৃদ্ধি ; ~ let — নির্গম, নির্গম পথ ; ~ line — পরিরেখা, ~ put — উৎপাদ।

ovine — মেষসংক্রান্ত।

over — অতি, শেষ ; ~ all — সার্বিক ; ~ growth — অতিবৃদ্ধি ; ~ lap — অধিক্রমণ (বিন, অধিক্রান্ত) ; ~ leaf — পরপৃষ্ঠা ; ~ night — রাতভর, রাতারাতি।

pair — জোড়া ; ~ ing — জোড়ন, জোড়বাধ।

panton — পঞ্চক ; ~ base — পঞ্চক মূল ; ~ fibre — পঞ্চকতন্তু ; pantamer — পঞ্চমার।

pantropic — বহু অঙ্গসংক্রান্ত ; বহুআঙ্গিক।

paralysis — পক্ষাঘাত, infantile ~ — শিশু পক্ষাঘাত।

parasite — পরজীবী ; obligate ~ — বাধ্যপরজীবী ; facultative ~ সুযোগী সুবিধাবাদী পরজীবী।

parent (n)– জনক (পুং), জনিকা (স্ত্রী)।

parental (a) — জনকীয় ; tri ~ — ত্রিজনক।

particle — কণা ; particulate — কণাকার।

pastule — ঘা, পাঁচড়া, ব্রণ।

pastular dermatitis — বসন্ত ; চর্মক্ষত।

pathogen (n) — রোগাত্মা, রোগাত্মক ; ~ ic (a) — রোগাত্মক ; ~ icity (n) — রোগাত্মতা।

pathology — রোগতত্ত্ব ; pathological, pathologist — রোগতাত্ত্বিক।

pathway — ক্রিয়াপথ ; biochemical ~ — প্রাণরাসায়নিক ক্রিয়াপথ।

penetration — বিদারণ।

peptide — পেপটাইড, di/tri/tetra ~ — দ্বি/ত্রি/চতুর্পেপটাইড।

permission — অনুমোদন ; permissive — অনুমোদক ; non ~ — অননুমোদক।

persistent — স্থিতিশীল ; semi ~ অর্দ্ধস্থিতিশীল ; non ~ — অস্থিতিশীল।

pilus (pl. pili) — পিলি, sexpili — যৌনপিলি।

pin — পিন ; tail ~ — লেজপিন ; ~ point — সূচাগ্র।

phage — ফাজ ; coli ~ — কলিফাজ (*E. coli* phage) ; bacterio ~ — ব্যাকটেরীয় ফাজ/ফাজ ; ghost ~/ghost — ভুতুড়ে ফাজ/ভুতফাজ ; lysogine ~ — ধারক ফাজ ; lytic ~ — মারকফাজ ; pro ~ — আদিফাজ ; temperate ~ — সুমিত ফাজ ; vegetative ~ — দেহী ফাজ ; ~ induction — ফাজ প্রভাব।

phanerogamia/phanerogam — সপুষ্পক।

pharynx — গলবিল ; pharyngeal — গলবিল সংক্রান্ত।

phase — পর্যায় ; dark ~/eclipse — অন্ধকার পর্যায়।

phenomenon (pl. phenomena) — প্রপঞ্চ।

phenotype — গুণযুথ।

photo — ফটো, আলোকচিত্র ; ~ graphy — ফটোগ্রহণ ; ~ grapher — ফটোগ্রাহক।

pill — বটী, বড়ি ; ~ et — বটিকা।

placenta — অমরা ; ~ tion — অমরা বিন্যাস।

plant — উদ্ভিদ, রোপণ করা ; ~ kingdom/~ ae— উদ্ভিদরাজ্য, ~ing material — রোপনদ্রব্য।

plate — পাত, প্লেট ; end ~ — প্রান্তপাত ; base ~ ভিত্তিপাত্র।

plantation — আবাদভূমি, স্থাপন ; trans ~ — প্রস্থাপন।

pleomorphic — বহুরূপী, pleomorphism — বহুরূপতা।

ploidy — প্রস্থি ; ha/di/tri/poly ~ — এক/দ্বি/ত্রি/বহু প্রস্থি।

pole (n) মেরু। polar (a) — মেরু সংক্রান্ত ; ~ity (n) — মেরুত্ব।

poly — বহু ; ~ hedral (a) — বহুতল ; ~ hedron (n) — বহুতলক ; ~ gonal (a) — বহুপার্শ্ব ; ~ gone (n) — বহুপার্শ্বক।

pore — রন্ধ্র, ছিদ্র ; porous (a) — সছিদ্র, ছিদ্রিত।

precursor — অগ্রবস্তু।

prefix — আদ্যযোগ।

prevention — প্রতিষেধন ; preventive — প্রতিষেধক।

Positive — ইতিবাচক ; ~ staining — ইতিরঞ্জন ; ~ strand — ইতিসূত্র।

postulate — স্বীকার্য।

precipitate (ppt.) — অধঃক্ষেপ ; precipitation — অধঃক্ষেপন।

prior — পূর্বতন ; ~ — ity — পূর্বিতা, অগ্রগণ্যতা।

product — উৎপাদ ; ~ ive — উৎপাদী, উর্বর ; by ~ — উপজাত ; producer — উৎপাদক।

prohead — আদিমস্তক।

progeny — সন্ততি।

prospect — সম্ভাবনা।

protein — প্রটিন, আমিষ ; internal ~ অন্তঃপ্রোটিন ; early ~ — আশু প্রোটিন ; coat ~ — কোট প্রোটিন ; core ~ — কোরপ্রোটিন ; late ~ — নাবী প্রোটিন ; maturity ~ — পূর্ণতাপ্রোটিন ; ~ synthesis — প্রোটিন সংশ্লেষণ।

protophyta — আদিউদ্ভিদ।

protrophic — উৎপাদক ; auxotrophic — অনুৎপাদক।

pox — বসন্ত ; chicken ~ — জলবসন্ত, small ~ — গুটিবসন্ত ; fowl ~ — রানীক্ষেত রোগ (মুরগি বসন্ত)।

puckering — কুঞ্চন ; puckered — কুঞ্চিত।

pure (a) — বিশুদ্ধ ; im ~ — অবিশুদ্ধ। purity (n) — বিশুদ্ধতা, im ~ — অপদ্রব্য ; purification — বিশুদ্ধিকরণ।

quarantine — সঙ্গরোধ ; ~ rule — সঙ্গরোধ বিধি।

quarternary — চতুর্থক।

radiation — বিকিরণ ; radiated — বিকীর্ণ ; radiating — বিকীর্ণমান।

random — অনপেক্ষ ; ~ collection — অনপেক্ষ সংগ্রহ।

rash — চুলকণা, ফুসকুড়ি।

receptor — গ্রাহী, ~ site — গ্রাহীস্থল।

recipient — গ্রহীতা ; ~ cell — গ্রহীতাকোষ।

reduction (n) — হ্রাস ; reduced (a) — হ্রস্য।

release — অবমুক্তি।

replace — প্রতিস্থাপন করা ; ~ ed — প্রতিস্থাপিত।

replication — অনুলিপন ; replicative form — অনুলিপকতন্ত্র ; replica — অনুলিপি।

reproduction — জনন ; vegetalive ~ — অঙ্গজজনন ; sexual ~ — যৌনজনন। reproductive — জননীয় ; ~ cell — জননকোষ ; ~ system — জননতন্ত্র।

report — প্রজ্ঞাপন।

residue — অবশেষ।

resin — রজন।

resistant — রোধক ; disease ~ — রোগরোধক।

respiration — শ্বসন ; aerobic ~ - সবাত শ্বসন ; anaerobic ~ — অবাত শ্বসন ; microaerophilic ~ — অণুবাত শ্বসন।

resolution — বিশ্লেষণ ; high ~ — উচ্চ বিশ্লেষণ, উচ্চ বিশ্লেষণক্ষম।

restriction — বারণ। restricted — বারিত, un ~ অবারিত।

reverse — উল্টা, বিপরীত ; ~ order — ব্যুৎক্রম।

reversible — প্রত্যাবর্তী ; ir ~ — অপ্রত্যাবর্তী।

rich —ঋদ্ধ, সমৃদ্ধ।

rigid — অনম্য ; ~ ity — অনম্যতা।

ring — আংটি, বলয় ; ~ spot — আংটি দাগ।

rod — দণ্ড, ~ shaped — দণ্ডাকার।

roll — গুটানো ; leaf ~ — পাতা গুটানো।

round — গোল, গোলাকার ; ~ed — গোলানো।

rugose — কুঞ্চিত ; ~ mosaic — কুঞ্চিত মোজাইক।

rumination — রোমন্থন ; ruminant — রোমন্থক।

sample — নমুনা ; typical ~ — নিদর্শ্য নমুনা।

sanitation — স্বাস্থ্য ব্যবস্থা, ~ rule — স্বাস্থ্যবিধি।

sap — রস, নির্যাস ; cell ~ — কোষরস।

satellite — উপগ্রহ।

schizophyceae — দ্বিভাজন শৈবাল।

secretion — ক্ষরণ ; nasal ~ — নাসা ক্ষরণ, secretory cell — ক্ষরীকোষ।

secondary — দ্বিতীয়ক।

section — ছেদন, ছেদ ; longitudinal ~ (LS) — লম্বচ্ছেদ ; transverse ~ (TS) প্রস্থচ্ছেদ ; thin ~ — পাতলা ছেদন ; ~ view — ছেদন দৃশ্য।

sediment — তলানি, ~ action — থিতান।

selection — নির্বাচন, selectively — নির্বাচিতভাবে।

sensitive — সুবেদী, sensitivity — সুবেদিতা।

separation — পৃথকীকরণ।

sequence — অনুক্রম, sequential — অনুক্রমিক, আনুপূর্বিক।

shaker — কম্পক।

shape — আকার ; break ~ — ইষ্টককার; rod ~ — দণ্ডাকার ; tadpde ~ — বেঙাচি আকার।

shed — আভা ; blue ~ — নীলাভা, bleu ~ ed — নীলাভ ; ~ ed figure — রেখাঙ্কিত চিত্র, ছায়াচিত্র।

sheath — লেজাবরণ।

shell — খোলক ; ~ membrane — খোলক ঝিল্লী।

shrub (n) — গুল্ম ; shruby (a) — গুল্মী।

shrunken — চুপসানো।

side — পার্শ্ব ; ~ chain — পার্শ্ব শৃঙ্খল ; ~ connection — পার্শ্বসংযোগ।

simian — মর্কটজাতি, মর্কট সম্বন্ধীয়/জাতীয়।

simple — সরল, simplification — সরলীকরণ।

simultaneous (a) — যুগপৎ ; ~ ly — যুগপৎভাবে ; simultaneity (n) — যুগপত্তা।

size — আকৃতি, (shape — আকার)।

skin — চর্ম, ত্বক ; ~ disease — চর্মরোগ।

slime — আঠা, আঠালো পদার্থ ; slimy — আঠালো, পিচ্ছিল।

slow virus — ধীর ভাইরাস।

smear — প্রলেপ ; ~ ed — প্রলিপ্ত।

solution — দ্রবণ, soluble — দ্রবণীয়, solute - দ্রাব্য, solvent — দ্রাবক, liquefaction — দ্রবীভবন।

source — উৎস।

spasm — আক্ষেপ।

specific (a) — নির্দিষ্ট ; host ~ — পোষক নির্দিষ্ট ; male/female ~ — পুং/স্ত্রী নির্দিষ্ট।

specimen — নমুনা ; type ~ — নিদর্শন নমুনা।

sphere — বর্তুল, গোলক। spherical — বর্তুলাকার ; quasi ~ — আপাত বর্তুলাকার।

spike — শঙ্কু ; surface ~ — পৃষ্ঠশঙ্কু ; double ~ — দ্বিশঙ্কু।

spool — টিকু।

sporadic — বিচ্ছিন্ন।

spore — রেণু।

spot — দাগ ; ring ~ — আংটি দাগ, necrotic ~ — পচনদাগ।

stable — সুস্থিত ; un ~ — অস্থিত ; stability — সুস্থিতি ; stabilization — স্থিতায়ন।

stain — রঞ্জক। ~ ing — রঞ্জন ; negative ~ — নেতিরঞ্জন ; positive ~ — ইতিরঞ্জন।

standard (n) — প্রমিতি, (a) — প্রমিত ; ~ ization — প্রমিতকরণ।

stem — কাণ্ড ; pseudo ~ —উপকাণ্ড ; ~ body — কাণ্ডদেহ।

sterile — নির্বীজ, বন্ধ্যা ; sterilization — নির্বীজন ; sterilized — নির্বীজিত।

strand — সূত্র ; single ~ — একসূত্র ; double ~ — দ্বিসূত্র ; negative ~ — নেতিসূত্র ; positive ~ — ইতিসূত্র।

straight — ঋজু।

strain — জাতক।

striation — রেখাদাগ, রেখা ; striate mosaic — রেখা মোজাইক।

structure (n) — নির্মিতি, (a)—গঠন ; fine ~ — সূক্ষ্ম গঠন। structural — গাঠনিক, ~ unit — গাঠনিক একক।

study — পরিশীলন, চর্চা ; studied — পরিশিলীত, চর্চিত।

stunt — বামন ; ~ ed — খর্বিত ; বামন।

substance — দ্রব্য, সামগ্রী ; ground ~ — ভৌমদ্রব্য।

substitute — প্রতিকল্প ; base ~ — ক্ষারক প্রতিকল্প।

suffering — ক্লেশ, কষ্ট।

suffix — পরযোগ।

sugar — শর্করা, সুগার।

sulphide — সালফাইড ; di ~ — দ্বিসালফাইড।

superimpose — অধিস্থাপন করা, ~ d — অধিস্থাপিত।

surface — পৃষ্ঠ, তল ; dorsal ~ — পৃষ্ঠতল ; ventral ~ — অঙ্কতল ; upper ~ — উর্দ্ধপৃষ্ঠ ; lower ~ — নিম্নপৃষ্ঠ ; inner ~ — অন্তঃপৃষ্ঠ ; outer ~ — বহিঃপৃষ্ঠ ; ocean ~ — সমুদ্র পৃষ্ঠ।

survival — উর্দ্বতন ; ~ of the fillest — যোগ্যতমের উদ্বর্তন ; survivor — উদ্বর্তক।

susceptible — সংবেদী, রোগ্য ; disease ~ — রোগ সংবেদী, রোগ্য ; susceptibility — সংবেদীতা, রোগ্যতা।

suspension — নিলম্বন।

symbiosis (n) — মিথোজীবীতা ; symbiont — মিথোজীব, symbiotic (a) — মিথোজীবী।

symbol — প্রতীক, ~ ic — প্রতীকী।

symmetry (n) — প্রতিসাম্য। symmetrical (a) — প্রতিসম ; bi/tri/penta ~ — দ্বি/ত্রি/পঞ্চ প্রতিসম।

symmetry — সমাবেশ ; binal ~ — দ্বৈত সমাবেশ ; cubical ~ — ঘনসমাবেশ ; helical ~ — সর্পিল সমাবেশ।

symptom — লক্ষণ, উপসর্গ ; ~ less — লক্ষণহীন ; inapparent ~ — অপরিস্ফুট লক্ষণ ; invisible ~ — অদৃশ্য লক্ষণ ; latent ~ — সুপ্ত লক্ষণ ; visible ~ — দৃশ্যলক্ষণ।

synthesis — সংশ্লেষণ ; photo ~ — আলোক সংশ্লেষণ। synthetic (a) — সাংশ্লেষিক, কৃত্রিম ; ~ machinery — সংশ্লেষণ যন্ত্র ; ~ material — সংশ্লেষণ সামগ্রী।

system (n) — পদ্ধতি, তন্ত্র ; reproductive ~ — জননতন্ত্র ; digestive ~ — পাচন তন্ত্র ; excretory ~ — রেচনতন্ত্র ; ~ atic (a) — নিয়মানুগ, রীতিসম্মত ; ~ ic (a) — দেহতান্ত্রিক।

Table — সারণি, tabulated — সারণিবদ্ধ, সারণীকৃত ; tabulation — সারণিবরণ ; tabulator — সারণীকার।

teat — বাঁট (গবাদি পশুর স্তনের বোঁটা)।

tail — লেজ, ~ pin — লেজপিন, ~ tube — লেজনল।

tatter — ছিন্নপত্র।

taxonomy — শ্রেণীবিধি।

technique (n) — প্রযুক্তি, technician — প্রকর্মী। technical (a) — প্রায়োগিক, ~ term — পরিশব্দ।

temperate — সুমিত ; ~ phage — সুমিত ফাজ ; temperance (n) — সুমিতি।

temperature — তাত, তাপমাত্রা ; room ~ — কক্ষতাত।

terminal — প্রান্তিক, শীর্ষীয় ; ~ ly redundant — প্রান্তিক বাড়তিযুক্ত।

tertiary — তৃতীয়ক।

test tube — পরখনল ; ~ method — পরখনল পদ্ধতি।

thallus — সমাঙ্গ ; thallophyte — সমাঙ্গউদ্ভিদ।

theory — তত্ত্ব, মতবাদ ; theoretician — তাত্ত্বিক, theoretical — তত্ত্বীয়।

titration — সংক্রামিতি, টাইট্রেশন।

tissue — টিসু ; ~ culture — টিসু চাষ ; ground ~ — ভৌমটিসু ; glandular ~ — গ্রন্থিটিসু।

tolerant — সহ, সহিষ্ণু ; heat ~ — তাপসহ ; shock ~ — ঘাতসহ।

toxin — অধিবিষ ; toxic — বিষদ।

transcription — প্রতিলিপন। trnscriptase ~ — প্রতিলিপক ; reverse ~ — বিপ্রতিলিপক ; transcript — প্রতিলিপি।

transduction — গুণান্তর ; sbortive ~ — ব্যর্থগুণান্তর ; general ~ — সাধারণ গুণান্তর ; special ~ — বিশেষ গুণান্তর; transducing — গুণান্তরকারী।

transmission — বিস্তার।

treatment — চিকিৎসা, ব্যবহার।

transformation — রূপান্তর ; glassy ~ — স্বচ্ছ রূপান্তর।

translation — অনুবাদন।

tube — নল ; central ~ — মধ্যনল ; tubular (a) — নলাকার।

tuber — কন্দ ; spindle ~ — সরু কন্দ ; ~ ous — কন্দাল।

tumour/tumor — অর্বুদ, টিউমার, benign ~ — নির্দোষ অর্বুদ ; cancerous ~ — কর্কটার্বুদ ; skin ~ — চর্মঅর্বুদ ; wound ~ — ক্ষতার্বুদ।

type — ধরন ; ~ species — নিদর্শন প্রজাতি ; typical — নিদর্শ্য।

unit — একক ; functional ~ — কার্মিক একক ; structural ~ — গাঠনিক একক ; sub ~ — উপ একক।

unique — অনন্য, অদ্বয়।

upright — খাড়া, উলম্ব।

vaccine — টিকা, vaccination — টিকাদান।

variation — পরিবৃত্তি।

variety (n) — জাত, বৈচিত্র্য ; various (a) — বিচিত্র।

vegetative (a) — অঙ্গজ, কায়িক, দৈহিক ; ~ growth — দৈহিক বৃদ্ধি ; ~ reproduction — অঙ্গজ জনন ; ~ phage — দেহী ফাজ।

vein — শিরা ; ~ banding — শিরাবদ্ধতা; ~ clearing — শিরাস্বচ্ছতা।

vesicle — স্ফোটক, ফোসকা ; vesicular stomatitis — স্ফোটক মুখক্ষত।

vertex — লম্ব, চূড়া।

viable — জীবন্ত ; viability — জীবন্ততা।

viscera — অন্তরঙ্গ ; vicerotropic — অন্তরঙ্গ সংক্রান্ত।

victim — শিকার।

view — দৃষ্টি, দৃষ্টিভঙ্গি ; side ~ — পার্শ্বদৃশ্য ; end ~ — প্রান্তদৃশ্য।

volume — ঘনমান।

wart — জড়ুল।

washing (n) — ধৌতি, ~ solution — ধৌতিদ্রবণ।

wheel — চক্র, ~ shaped — চক্রাকার।

whisker — গুম্ফ।

wild — প্রাকৃত, ~ species — প্রাকৃত প্রজাতি।

wilt (n) — শুষ্কতা, শুষ্কি।

wrinkled— কুচকানো।

wound — ক্ষত, ঘা ; ~ tumor — ক্ষতার্বুদ।

X-ray — রঞ্জন রশ্মি, এক্সরে।

yolk — কুসুম ; ~ sac — কুসুমথলি।

নির্ঘণ্ট

অণুমতবাদ ৫
অধঃক্ষেপণ ৯, ২৫
অধঃক্ষেপণ পদ্ধতি ২৫
  ক্রোমোটোগ্রাফিক ২৬
  দ্রাবক বৈষম্য ২৭
  রাসায়নিক ২৬
  pH সমন্বয় ২৬
অনাক্রম্যকরণ
অনুলিপকতন্ত্র ১২৮, ১২৯, ১৩১
অনুলিপন ১২০
  ধারকচক্র অনুসারী ১২০, ১৩৬
  মারকচক্র অনুসারী ১২০
অনুলিপন সংশ্লিষ্ট পরিবর্তন ১৩৩
  গুণযুথ মিশ্রণ ১৩৪
  জিনীয় পুনর্বিন্যাস ১৩৩
  পোষক প্রভাবিত পরিবর্তন ১৩৫
অন্তঃদ্রব্য ৬৩
অন্ধকার পর্যায় ১২৩
অপকেন্দ্রীকরণ ২৪
  অতি ~ ২৪
  ঘনত্বক্রমিক ~ ২৫
অপদ্রব্য ২৬
অপুষ্পক উদ্ভিদ ৮৭
অবমুক্তি ১২৮, ১৩১
অবারিত ফাজ ১৩১
অর্বুদ ১৫২
  ক্ষতার্বুদ ৯৩
  চর্ম ~ ১৫২

আইসোটোপ ১২৩
আইসোটোপ চিহ্নিতকরণ ১২৩
আক্রামী ফাজ ১২০
আণুবীক্ষনিক পর্যবেক্ষণ ৩৭
  ইতিরঞ্জন ৩৮
ধাতব ছায়াপাত ৩৭
নেতিরঞ্জন ৩৮
পাতলা ছেদন ৩৯
আবাদ পদ্ধতি ২৮
  কোষ ২৮
  টিসু ~ ২৮
  ভাইরাস ২৮, ৩১
আলুর পাতা গুটানো রোগ ১০

ইউরাসিল ৫৭
ইতিরঞ্জন ৩৮
ইতিসূত্র ৬০, ১৩০
ইনফ্লুয়েঞ্জা/ফ্লু ১১, ৩১, ৪৪, ৪৬, ৭৬, ৯৩
ইন্টারফেরন ১৭
ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ ৮, ১৬
ইলেকট্রন বীক্ষণিক চিত্র ৭৪
ইষ্টকাকার ভাইরাস ৪৩, ৪৮

উচ্চশক্তি বিকীরণ ১২৩
উৎপাদক ১৩৯
  অনুৎপাদক ১৩৯
উদ্ভিদভাইরাস গ্রুপবিন্যাস ৯১
উদ্ভিদরাজ্য শ্রেণিবিন্যাস ৮৭
উপবৃদ্ধি ১৫২
  অর্বুদ ১৫২
  জড়ুল ১৫২
  চর্মঅর্বুদ ১৫২
উপশোষণ ১২১

এংস্ট্রম ৪২
এইড্‌স্‌ ৮, ৯৩
এন্টিজেন ১৬৩
এন্টিবডি ১৬৩
এবোলা ৯৫
এমিনো এসিড
এডেনিন ৫৭

কখের স্বীকার্য ২১
কর্বূর ১৫৪

কনকেটমার ১২৪
কুঞ্চনশীল লেজাবরণ
কেমোথেরাপি ১৬৪, ১৬৫, ১৬৬
কেলাসন ৫
কোষ ৩০
  হেলা ~ ৩০, ৩৬
কোষ বিভাজন ১৪৭
কোষ ব্যতীকরণ ১৪৭
কোষাবাদ ২৮, ৩১
কোষাবাদের
  উৎস ৩১
  ধারা ৩১
  পদ্ধতি ২৮
  ব্যবহার ৩১
  মাধ্যম ২৯, ৩১
কোষাবাদের প্রকার ৩০
  একস্তর আবাদ ৩০
  ক্লোন আবাদ ১৯
  ডিপ্লয়েড কোষজাতক ৩০
  নিলম্বন আবাদ ৩০
  প্রাথমিক আবাদ ৩০
  স্থায়ীকোষধারা ৩০, ৩১
ক্যানসার ৭, ১০
ক্যাপসিড ৪১, ৬৩, ৮১
  অসমমাত্রিক ~ ৫০
  আপাত বর্তুলাকার ~ ৪৯
  ইষ্টকাকার ~ ৪৮, ৪৩
  ঘনাকার ~ ৪২, ৪৩, ৪৫, ৯০
  দণ্ডাকার ~ ৪৩
  বুলেটাকার ~ ৪৫, ৪৩
  বেঙাচি আকার ~ ৫০, ৪৩
  বেসিলাসাকার ~ ৪২, ৪৩
  সমমাত্রিক ~ ৫০
ক্যাপসিড সমাবেশ ৬৬, ৯০
  জটিল/বিশেষ গঠন ৭১
  দ্বৈত ৫০, ৫২, ৬৮, ৭৩
  বিংশতল ৪৯, ৬৬, ৭৩
  সর্পিল ৪২, ৪৫, ৬৬, ৭৩, ৭৫, ৯০
ক্যাপসোমার ৪১, ৭৮, ৮১
  পঞ্চক/পঞ্চমার ৬৬
  ষষ্ঠক/ষঢ়মার ৬৬
ক্ষতার্বুদ ৯৩
ক্ষারক সমকর্মক ১৬৪

খাদন ১৬০
খিচুনি ১৬৯
খোলক ৬৬

গবাদির মুখ ও পায়ের রোগ ১০
গুটি, গুটিকা ১৭০
গুণান্তর ৬, ১৭
  বিশেষ ~ ১৪৪
  ব্যর্থ ~ ১৪৫
  সাধারণ ~ ১৪৩
গুল্ফ ৬৮
গুয়ানিন ৫৭
গোত্র ৯২
গ্রাহীস্থল ১২২
গ্যালাকটোজ জিন ১৪৪
গ্রীবা ৬৮

ঘন সমাবেশ ৪২, ৪৫, ৫০
ঘা ১৫২
  পচন ~ ১৫২
ঘাসফড়িং ১৬১

চর্ম অর্বুদ ১৫২
চুলকণা ১৫২
চূড়া ৬৬
চূর্নকরণ ২৯

ছত্রাক ৮৭, ১
  দ্বিভাজন ~ ৮৭
ছাঁকন ১৪, ২৪
  অতি ~ ২৩
  ~ কাগজ ২৩
  ~ ঝিল্লী ২৩
  ~ যোগ্যতা ১৪
ছিন্নপত্র ১৫৬

জড়ুল ১৫১
জলাতঙ্ক ১০, ১৪

জিনোম ১১
জীব ৪, ৫
  অকোষী ~ ২, ৩
  আদিকোষী ~ ৩
  ক্ষুদ্রাদপি ~ ৮৭
জীবজগতের শ্রেণীবিন্যাস ৮৭
জীব মতবাদ ৫
জ্বর ১৫১
  ডেঙ্গু ~ ৪৮
  পীত ~ ১১, ১২, ১৫, ৪৮, ৯৩

টমেটো পাতা কোঁকড়া রোগ ১৫৬
টাইট্রেশন ৩৫
টাকু ৭৩
টিউমার ৮, ২০
  ক্ষত ~ ৯৩
টিকা ১৩
টিসুচায/আবাদ ২৮, ২৯
টুংগ্রো ১০
ট্রিপসিনিকরণ ২৯

ডালটন ৫৪
ডিম্বমাধ্যম ৩১
ডেঙ্গু ৮৯

তত্ত্ব ৬
  মহা ~ ৬
তন্তু
  অনুলিপক ~ ১২৮
  ইতি ~ ৬০
  নেতি ~ ৬০
  স্পর্শক ~ ৬৮
  সন্ততি ~ ১২৮
তরলান্ত বিন্দু ২২
তরলীকরণ ৩৪
তাতোপ্ত ২৯
তাপনিষ্ক্রিয়তা বিন্দু ২২
তাপহত ১৬৩
তামাক মোজাইক রোগ ৭, ১৬, ৭৫, ৪৩, ৪২, ৯৩

দণ্ডাকার ক্যাপসিড ৪২
দুষ্টক্ষত ১৫৬
দুষ্টজনিষ্ণু ১৫৬
দেহতান্ত্রিক ১৫১
দ্বিপদনামকরণ ৯১
দ্বিভাজন ৩
দ্রাবক বৈষম্য ১৭

ধাতব ছায়াপাত ৩৭
ধারকত্ব ১৮
ধারক চক্র ৬, ১৩৬
ধারক ফাজ ১৩৬
ধারক ব্যাকটেরিয়া ১৩৬
ধৌতি ২৯
ধৌতি দ্রবণ ২৯

নাশা ক্ষরণ ১৫৩
নিউক্যাসল রোগ ৪৪
নিউক্লিক এসিড কোর ৫৫, ৪১, ৪২, ৭৮
  একসূত্র ৬১
  দ্বিসূত্র ৬২
  বৃত্তাকার ৬২
  রেখাকার ৬২
নিউক্লিক এসিড ৫, ১৬
  গঠন ৫৫
  প্রকার ৬২
  মেরুত্ব ৬০, ৭৬, ৮০
নিউক্লিওক্যাপসিড ৪১, ৭১, ৭৬, ৭৭
  কুণ্ডলাকার ৪৭
  চক্রাকার ৪৭, ৭৬
নিজনন মৃত্যু ১২৪
নিবারণ এন্ডোক্লিয়েজ ১৩৫
নিবারিত ফাজ ১৩৫
নিরাময় হওয়া ১৩৮
নির্দেশনা ১৬৫
নির্বল ১৬৩
নিলম্বন ৯
নিলম্বন আবাদ ৩০
নোবেল পুরস্কার ৭
  বিজয়ী বিজ্ঞানী ৭, ৮

ন্যানোমিটার (nm) ৫২

পক্ষাঘাত ১৫৩
  শিশু ~ ১৫৩
পচন ১৫৬
পঞ্চক/পঞ্চমার ৬৬
পতঙ্গ ১৫৭
  পত্রভুক ~ ১৫
  বাহক ~ ১৪
পরজীবী ~ ২, ৩, ৪
  অকোষী ~ ৩, ৪
  কোষী ~ ৩, ৪
  আদিকোষী ~ ৩
  বাধ্য ~ ৩, ৪
  সুবিধাবাদী ~ ৩, ৪
পাকবিপত্তি ১৫২
পাণ্ডু ১৭১
পার্শ্বদ্রব্য ৭১, ৭৪, ৮১, ১০৫
পাস্তুর ১৪
পিউরিন ৫৫, ৫৭
পিরিমিডিন ৫৫, ৫৭
পৃষ্ঠ অলঙ্করণ ৮১
পেপটাইড ৮১, ৬৪, ৬৫
পেশি আক্ষেপ ১৬৯
পোলিও ৭, ১০, ১৫, ১৭, ১৮, ৪৮, ৩৬, ৯৩
পোষক ৮১
পোষক নির্দিষ্ট ৮১
পোষক পরিধি ১০৬, ১০৯, ১১০, ১১১
প্রতিজৈবিক/এন্টিবায়োটিক ১৬৫, ১৬৬
প্রতিষেধন ১০, ১৪
প্রতিসম ৬৭
  দ্বি/ত্রিপক্ষ ~ ৬৭
প্রবিষ্টকরণ ২৯
প্রবিষ্টা ২৯
প্রাকৃতিক নিয়ম ৬
প্রাণিরাজ্য ৮৭
প্রান্তপাত ৬৮
প্রাবরণ ৪১, ৭৪
প্রিয়ন ৯
প্রোটিন ৫, ১৬
  অন্তঃ ~ ৭২
  আণবিক গঠন ৬৩, ৬৫
  আশু ~ ১২৪
  উপএকক ৪১
  কোট ~ ১২৪
  নাবী ~ ১২৪, ১২৯, ১৩০
  পূর্ণতা ~ ১২৬
প্রোটোমার ৫, ৪১, ৬৬

ফসফোরিক এসিড ৭৫
ফসফোলিপিড ৭৫
ফাজ
  আক্রামী ~ ১২০
  আদি ~ ১২০
  দেহী ~ ১২০
  ধারক ~ ১২০
  বিধৃত ~ ১৩৬
  ব্যাকটেরীয় ~ দ্রষ্টব্য
  ভুতুড়ে/ভুত ~ ১২৩
  মাইকো ~ ১১২
  সুমিত ১৭, ১২০
  সায়ানো ~ ৯২, ১১৭
ফাজিনি ৮৯
ফার্নপত্র ১৫৬
ফ্লু/ইনফ্লুয়েঞ্জা ১০, ১১, ৭৬, ৩৬
ফ্রিংকেল-কনরাট ১৭

বর্তুলাকার ৪৩, ৪৪
  আপাত ~ ৪৩, ৪৯
  পরিবর্তনশীল ~ ৪৩
বর্ণভগ্নতা ১৫৭
বসন্ত ১০, ৩৬, ১২, ১৩, ৪৯, ৮
বাইজেরিঙ্ক ১৪
বামনত্ব ১৫৬
বার্তাবহ RNA ১৩১
বাহক পতঙ্গ ১৪, ১৫
বাহক-বাহিত সম্পর্ক ১৬০
  অর্ধস্থিতিশীল ১৬০
  অস্থিতিশীল ১৬০
  স্থিতিশীল ১৬০
বিংশতল ক্যাপসিড ৪৯, ৫১

সমাবেশ/গঠন ৪৯, ৫০
অনাবৃত ৫০, ৫১
প্রাবৃত ৫০, ৫১
লম্বাকার ৬৬
সমমাত্রিক ৬৬
বিংশতলকের
কোণা/চূড়া ৫০
কোর ৫৫
ক্যাপসিড ৫০
ক্যাপসোমার ৬৬
তল ৫০
পার্শ্ব ৫০
প্রোটোমার ৬৬, ৭৫
বিগলন ১২৮, ১২৯
বিচ্ছিন্ন ১৭১
বিদারণ ১২২
বিন্দু পদ্ধতি ১৬৯
বিপ্রতিলিপক ৭
বিবর্ণ কর্বূর ১৫৪
বিবর্ণতা ১৫৪
বিভাজন ৩
বুলেটাকার ৪৩, ৪৫
বেণ্ডন ক্ষুদ্রপত্র ১৫৪
বিস্ফোরণ ১২৬, ১৩০
বৃহদাণু ৯, ১০
বেঙাচি আকার ৪৩, ৫১
বেজ সমকর্মক
বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি ৬
ব্যক্তবীজী ৮৭
ব্যাকটেরিয়া ৪, ১
ব্যাকটেরীয় ফাজ ৭২
f2 ৪২, ৪৮
G4 ১২৮
MS2 ১২৮
R17 ৪৮, ১২৮
T2 ৪৩, ৫২, ৬৮, ৮২, ৯২, ৯৩
T4 ৪৩, ৫২, ৬৮
ϕX174 ৪৮, ৫০, ৫৪, ৯২, ৯৩
λ ৫১, ৫২, ৯২, ৯৩
ব্যাকটেরীয় রূপান্তর ১৪১
ব্যাকটেরীয় লনের স্বচ্ছরূপান্তর ১৬
ভগ্ন টিউলিপ ১১
ভাইরা ৯০
ভাইরালিস (বর্গ) ২, ৯০, ৯৩
ঐন ~ ৮৯
এফি ~ ৮৯
জেনো ~ ৮৯
সিকা ~ ৮৯
ভাইরাস
অংকো ~ ৮, ৯৮
আর্থো ~ ১০০
আথোপক্স ~ ১০৫
অমেরুদণ্ডী ~ ৮৮
অরবি ~ ১০০
আদিকোষী ~ ১১৪
আলফা ~ ৭৪, ৯৮
উকু ~ ৯৭
উপগ্রহ ~ ৯, ২০
উদ্ভিদ ~ ৪২
এন্টেরো ~ ৯৭
এডেনোলগ্ন ৩১, ৪৮
এফথো ~ ৯৭
এবোলা ১০
এভিএডেনো ~ ১০২
এভিপক্স ~ ১০৫
কাপ্রিপক্স ~ ১০৫
কার্ডিও ~ ৯৭
ক্লোরিরিডো ~ ১০২
ছত্রাক ~ ৮৮
ডিপেন্ডো ~ ১০১
ডেনসো ~ ১০১
থিটালিমফোক্রাইটো ~ ১০৩
দুষ্ট ~ ৯৯, ১৪৪
ধানী ~ ১০৩
রুবিওলা ~ ৯২
দ্বৈতপোষক ~ ৮৮
নাইরো ~ ৯৭
নিউমো ~ ৯৬
পক্সগণ A, B, C ১০৫

পতঙ্গ ~ ১০২, ১৩৩
পয়কিলো ~ ১০৩
পলিওমা ~ ৪৮
পেস্টি ~ ৯৮
প্যাপিলোমা ~ ৪৮, ৯৩
প্যারাপক্স ~ ১০৫
প্রাণি ~ ৪২
ফিজি ~ ১১১
ফ্লেবো ~ ৯৭
ফ্ল্যাভি ~ ৯৮
ভেকসিনিয়া ৩১, ৪৪, ৪৯, ৫৪, ১১, ৯৩
ভেরিসেলা ~ ৩১, ৮১, ১০৩
মরবিলি ~ ৯৬
মাইকোপ্লাজমা ~ ৪, ১১৮
মাস্ট এডেনো ~ ১০২
মুরোমেগালো ~ ১০৩
মেরুদণ্ডী ~
রাইনো ~ ৯৭
রুবি ~ ৯৮
রোটা ~ ১০০
র‍্যাডিনো ~ ১০৩
লিমফোক্রাইটো ~ ১০৩
লিমফোসিস্টিস ~ ১০৩
লিসা ~ ৯৫
লেপোরিপক্স ~ ১০৫
শৈবাল ~ ১১৩
সাইপো ~ ১০০
সাইটোমেগালো ~ ১০৩
সায়ানোপোডো ~ ১১৭
সায়ানোমায়ো ~ ১১৭
সায়ানোস্টাইলো ~ ১১৭
সিমপ্লেক্স ~ ১০৩
সুইপক্স ~ ১০৫
সেমলিকি ফরেস্ট ~ ৭৯, ৯২
ভাইরাস অনুমাপন ৩২
ভাইরাস গণনা ৩৩
ভৌত পদ্ধতি ৩৩
রক্ততঞ্চন পদ্ধতি ৩৪
ভাইরাস সংক্রামিতা পরিমাপ ৩৫
ফাজ প্লেক পদ্ধতি ৩৫
প্রাণি প্লেক পদ্ধতি ৩৬
প্রাণি পোক পদ্ধতি ৩৬
ভাইরাস অনুলিপন ১২৩
উদ্ভিদ ~ ১২৯
তামাক মোজাইক ~
প্রাণি ~ ১২৯
গতঙ্গ ~ ১৩৩
পোলিও ~ ১৩০
প্যাপো ~ ১৩০
ফ্লু ~ ১৩১
SV40 ~ ১৩০
ব্যাকটেরীয় ~ ১১৯
f2 ~ ৪৮, ১২৮
G4 ~ ১২৮
MS2 ~ ১২৮
R17 ~ ১২৮
T2 ~ ১২১
ΦX174 ~ ১২৮
ভাইরাস অন্তরণ ৯, ২২, ২৭, ৩১
পদ্ধতি ২২
তামাক মোজাইক ~ ৭, ১৬
WLL ~ ১৬
ভাইরাস আবাদ ১৭, ২২, ২৮
পদ্ধতি ২৮
মাধ্যম ২৯
টিসুতে ২৮
জীবন্ত প্রাণীতে ৩১
ডিমে ৩১
ভাইরাস কণা ৪১
ভাইরাস গঠন ৪১
আণবিক ৪১, ৫৫, ৬৩, ৭৫
ভৌত ৫, ১৬
রাসায়নিক ৬, ৫৪
ভাইরাস গবেষণা ২১
তাত্ত্বিক ভিত্তি ২১
ব্যবহারিক ভিত্তি ২১
ভাইরাস গ্রুপ ৯১
আইলার ~ ১১০
আলফালফা ~ ৪৩, ৪২, ৪৪, ৫৫
কলিমো ~ ১১২

কারলা ~ ১০৬
কুকুমো ~ ১১০
কোমো ~ ১১০
ক্লসটেরো ~ ১০৬
গ্রুপ বিন্যাস ~ ৯১
ছাত্রাক ~ ১১২
জেমিনি ~ ১১২
টাইমো ~ ১০৮
টোবামো ~ ৭৫
টোবরা ~ ১০৭
টোমবুস ~ ১০৮
ডায়ানথো ~ ১১০
নেকরো ~ ১০৮
নেপো ~ ১১০
পটি ~ ১০৬
পটেক্স ~ ১০৬
পি ইনেশন মোজাইক ~ ১১০
ফাইটেরিও ~ ১১১
ফাইটোর‍্যাবডো ~ ১০৮
ব্রোমো ~ ১১০
ম্যাক্লো ~ ১০৯
লুটিও ~ ১০৯
শৈবাল ~ ১১৩
সোবিমো ~ ১০৮
হর্ডি ~ ১০৭
ভাইরাস জনন ১১৯
ভাইরাসতত্ত্ব একটি বিজ্ঞান ৬
ভাইরাস নামকরণ ৯১
দ্বিনাম ৯১
ভাইরাস পরিশীলন ৩২
অনুমাপন ৩২
আণুবীক্ষণিক পর্যবেক্ষণ ৩৭
তলানি বিশ্লেষণ ৪০
রাসায়নিক বিশ্লেষণ ৪০
ভাইরাস-পোষকতন্ত্র ১২৮
ভাইরাস বিস্তার ১৫৭
খাবারের মাধ্যমে ১৫৮
জনন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে ১৫৯
দৈহিক সংস্পর্শ মাধ্যমে ১৫৭
বায়ুর মাধ্যমে ১৫৮
বীজের মাধ্যমে ১৫৯
মাটির মাধ্যমে ১৫৮
যান্ত্রিক সংস্পর্শ দ্বারা ১৫৭
ভাইরাস শ্রেণিবিধি ১৯, ৮৬
আন্দ্রেলোফের ৯০
প্রাথমিক ৮৮
পরিত্যক্ত ৮৯
হানসেনের ৮৯
হোলমেসের ৮৯
ভাইরাস সংজ্ঞা ১, ২
ভাইরাস কণার সহাংশ ৪১
ভাইরিয়ন ৪২
ভাইরাসের প্রকৃতি ৪
ভাইরিডি ৯৩
অর্থোমিক্সো ~ ৭২, ৯৭
ইনো ~ ১১৬
ইরিডো ~ ১০২
এডেনো ~ ৩১, ৫৪, ৭৭, ৬৮, ৭৭, ৯৩, ১০১
এরেনা ~ ৭২, ৯৬
কর্টিকো ~ ১১৫
করোনা ~ ৯৬
ক্যালিসি ~ ৯৮
টেকটি ~ ১১৫
টোগা ~ ৫০, ৯৮
টোটি ~ ১১২
নোডা ~ ৯৮
পক্স ~ ৭২, ১০৪
পলিডনা ~ ১০৪
পারভো ~ ৭২, ১০১
পার্টিটি ~ ১১৩
পিকর্ণা ~ ৯৭
পোডো ~ ১১৪
প্যাপো ~ ১০২
প্যারামিক্সো ~ ৭২, ৭৫, ৯৫
প্লাজমা ~ ১১৮
ফিলো ~ ৯৫
বাকুলো ~ ১০৪
বিরনা ~ ৯৯
বুনিয়া ~ ৭২, ৯৬

মাইক্রো ~ ১১৫
মায়ো ~ ১১৪
রিও ~ ৩১, ৭২, ৬৮, ৯৯
রেট্রো ~ ৫৫, ৯৮
র‍্যাবডো ~ ৪৫, ৪৬, ৭২, ৭৪, ৯৫
লেভি ~ ১১৬
সাইফো ~ ১১৪
সিস্টো ~ ১১৭
হার্পিস ~ ৮, ১৯, ৩৬, ৫০, ৫৪, ১০৩
হেপাডনা ~ ১০৪
ভাইরিনি
অংকো ~ ৯৯
আলফাহার্পিস ~ ১০৩
এন্টোমোপক্স ~ ১০৫
কর্ডোপক্স ~ ১০৫
গামাহার্পিস ~ ১০৩
বিটাহার্পিস ~ ১০৩
লেনিটি ~ ৯৯
স্পুমা ~ ৯৯
ভিত্তিপাত ৬৮
ভিরয়েড ৯, ১১৩

মধ্যনল ৬৮
মরণ ১২৬
মহামারী ৭৬
মাইকোপ্লাজমা ৪, ২৩, ৯২, ১১৮
মাইকোফাজ ৯২
মাইক্রোমিটার ৪২
মাইলফলক ১৩
মাথা/মস্তক ১২৬
আদি ~ ১২৭
মামড়ি ১৬৭
মাম্পস্ ৪৬
মায়ার ১৪
মারকচক্র ৬
মিলে যাওয়া ১৩১
মুকুলন ১৩৩
মূর্ধা/স্নায়ুপ্রদাহ ৪৮, ৮৯
মেদ ৭৬
মেদাল্ল ৭৫

মোজাইক ১০, ১৪
শিরাবদ্ধতা ১৫৫,
শিরাস্বচ্ছতা ১৫৪

রক্ত কর্কট ৪৪
রক্ত ক্ষরী
রক্ত তঞ্চন ৩৪, ৭৪
রঞ্জন ৩৮
ইতি ~ ৩৮
নেতি ~ ৩৮, ৭৬, ৮১
রঞ্জনরশ্মী ৩৯
রাউস সারকোমা ১০, ১৫, ৯৩
রানীক্ষেত রোগ ৪৯
রিকেটসি ৪, ২৩, ৮৭
রূপান্তর ১৪১
রোগ ৯
রোগ প্রতিরোধ ১৬১
চিকিৎসা/নিয়ন্ত্রণ ১৬২
উদ্ভিদ ~ ১৬৩
প্রাণিরোগ ~ ১৬৪
চিকিৎসা পদ্ধতি ১২
এন্টিবায়োটিক ১৬৫
কোমোথেরাপি ১৬৬
তাপ থেরাপি ১৬৬
প্রতিজৈবিক ১৬৫

প্রতিষেধন ১৬২
অনাক্রম্যকরণ ১৬২
সংস্পর্শ পরিহার ১৬২
সঙ্গরোধ ১৬৪
রোগ বিস্তার ১৫৭
রোগবিস্তার মাধ্যম ১৫৭
জনন প্রক্রিয়া ১৫৯
পরোক্ষ সংস্পর্শ ১৫৮
প্রত্যক্ষ সংস্পর্শ ১৫৭
বায়ু ১৫৮
বাহক পতঙ্গ ১৫৯
বীজ ১৫৯
মাটি ১৫৮
যান্ত্রিক সংস্পর্শ ১৫৭

রোগ লক্ষণ ১৫০
অপরিস্ফুট ~ ১৫১
অর্বুদ ১৫২
উদ্ভিদ ~ ১৫০
উপবৃদ্ধি ১৫২
কর্বূর ১৫৪
ক্ষুদ্রপত্র ১৫৫
গাত্রশূল ১৫২
গুটি ১৫৭
ঘা ১৫২
চর্মঅর্বুদ ১৫২
চুলকনা ১৫২
জড়ুল ১৫২
জ্বর ১৫১
টিউমার ১৫১
দেহতান্ত্রিক ~ ১৫১
নাশিকাস্ফরণ ১৫৩
পক্ষাঘাত ১৫৩
পচন ঘা ১৫২
পাকবিপত্তি ১৫২
পাতাকুচকা/কোঁকড়া ১৫৫
পাতা গুটানো ১৫৫
প্রাণি ~ ১৫১
ফুসকুড়ি ১৫২
বর্ণভগ্নতা ৫৭
বামনত্ব ১৫৬
বিবর্ণতা ১৫৪
মোজাইক ১৫৪
শুষ্কতা ১৫৬
শৈত্যবোধ ১৫১
স্থানিক ~ ১৫১
রোগের কারণ ১৪৮
অজীব ১৪৮
ভাইরাস ১৪৮
সজীব ১৪৮
রোগের গুরুত্ব ১৪৮
বিশেষ ১৪৯
সাধারণ ১৪৮
রোগের প্রকার ১৪৯
আঞ্চলিক ~ ১৫০
দেহতান্ত্রিক ~ ১৫১
বৈশ্বিক ~ ১৫০
মহামারী ১৫০
স্থানিক ~ ১৪৯
রোগাত্মক ১৪০
অজীব ১৪০
ভাইরাস ১৪০
সজীব ১৪০
র‍্যাবিস ১০, ৪৪

লম্বাকার ৫২
লাইসোজাইম ১২৬
লিউকেমিয়া ৮, ৪৪, ৬৪
লিপিড ৭৫, ৮০
ফসফো ~ ৭৪, ৭৩
লিপিড দ্বিস্তর ৭৬
লিপোপলিসেখারাইড
লিপোপ্রোটিন ৪১
লুরিয়া ১৯, ৭৫
লেজ ৬৮, ৭০
অনম্য ~ ৬৮
দীর্ঘ ~ ৬৮
নম্য ~ ৬৮
হ্রস্য ~ ৬৮
লেজতন্তু ৬৮, ৭০
লেজপিন ৬৮, ৭০
লেজনল ৬৮
লেজাবরণ ৬৮
কুঞ্চনশীল ~ ৬৮
লোফ ১৭, ১৮, ১৯

শঙ্কু ৭৬, ৭৮, ৮০, ৮১
শর্করায়ন ১৩৫
শিরাবদ্ধতা ১৫৫
শিরাস্বচ্ছতা ১৫৪
শুষ্কতা ১৫৬
শৈবাল ৮৭
দ্বিভাজন ~ ৮৭
শৈত্যবোধ ১৫১
শূল ১৫১

শ্রেণিবিধি ৮৬, ৮৭
  উদ্ভিজগতের ৮৭
  পর্বভাইরাস ৯৩
শ্রেণিবিন্যস্ত ভাইরাস ৯২
  অ্যাডিকোষী ১১৩
  উদ্ভিদ ১০৬
  প্রাণী ৯৫
সংযোজন ১১৩
সঙ্কোচন ১৬৪
সন্ততিতন্তু ১২৮
সপুষ্পক উদ্ভিদ ৮৭
সমবিদ্যুৎ ঝিল্লি ২৬
সমাঙ্গ উদ্ভিদ ৮৬
সমাবেশ ৬৬
সর্দি ১১, ৪৪
স্ফোটন সংখ্যা ১২৮
স্বচ্ছ রূপান্তর ১৫
স্বজাতিভুক্ত ৮
স্ক্যানাল ১৬, ১৭, ২১

হাম ৩১, ৪৪, ৪৬, ৫৭, ৭৫, ৭৭, ৯৩
হার্পিস ৮, ১৯, ৩৬, ৮১, ৯৩
হেপাটাইটিস ৮, ৯, ৭২

BANSDOC Library
Accession No.

