

Course I: Biodiversity (Microbes, Algae, Fungi and Archegoniate)

Unit 1: Microbes (Virus)

1.A.14. টোবাকো মোজাইক ভাইরাস (Tobacco Mosaic Virus)

■ **সূচনা (Introduction) :** রাশিয়ান বিজ্ঞানী দিমিত্রি আইভানোভস্কি (Dmitri Ivanovsky, 1892) প্রথমে দেখান যে টোবাকো মোজাইক রোগ সৃষ্টিকারী জীবাণু মিলিপোর ফিলটারের (Milipore filter) মধ্য দিয়েও চলে যেতে পারে অর্থাৎ এদের আয়তন ব্যাকটেরিয়ার চেয়েও ছোটো। ডাচ বিজ্ঞানী মার্টিনাস বৈজারইনক (Martinus Beijerinck, 1898) প্রমাণ করেন যে, এই রোগসৃষ্টি পদার্থ যে শুধু মিলিপোর ফিলটারের মাধ্যমে পরিশুদ্ধ করা যায় না তাই নয় এই উপাদানের মধ্যে সজীব পদার্থের অনেক বৈশিষ্ট্য আছে। বিজ্ঞানী স্টানলে (W.M. Stanley, 1935) তামাক পাতার মোজাইক রোগ সৃষ্টিকারী টোব্যাকো মোজাইক ভাইরাসকে (TMV) প্রথম বিশুদ্ধ অবস্থায় কেলাসিত করেন।

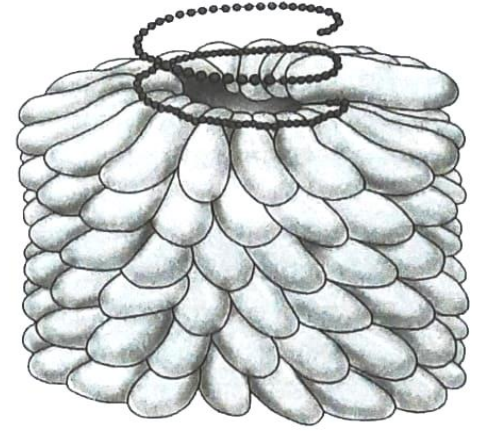


Fig 1.4 : TMV ভাইরাসের সর্পিলাকার ক্যাপসোমিয়ারে গঠন বিন্যাস দণ্ডাকার ভাইরাসের ভিতরে RNA অণুটিও সর্পিলাকারে অবস্থান করে এবং RNA-কে বেষ্টিত করে ক্যাপসোমিয়ারগুলি সজ্জিত থাকে।

◆ **সংজ্ঞা (Definition) :** RNA যুক্ত যে দণ্ডাকার উদ্ভিদ ভাইরাস তামাক গাছের মোজাইক রোগ সৃষ্টি করে তাকে টোবাকো মোজাইক ভাইরাস সংক্ষেপে TMV বলে।

■ **গঠন (Structure) :** TMV-র দেহ ক্যাপসিড ও জেনেটিক বস্তু—এই দুটি অংশে বিভক্ত। TMV-এর জেনেটিক পদার্থকে আবৃত করে যে প্রোটিন আবরণী থাকে তাকে ক্যাপসিড বলে। রাইবোনিউক্লিও প্রোটিন দিয়ে গঠিত ভাইরাসটির 95% প্রোটিন ও মাত্র 5% RNA। ভাইরাসটি 300nm লম্বা এবং 15-18 nm পরিধিবিশিষ্ট হয়। TMV ভাইরাসের আণবিক ওজন 40×10^6 ডালটন হয়।

■ **ক্যাপসিড (Capsid) :** ক্যাপসিডের নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলি উল্লেখযোগ্য :

- কেন্দ্রীয় RNA-কে বেষ্টিত করে দণ্ডাকার ক্যাপসিডটি গঠিত হয়। এই দণ্ডাকার ক্যাপসিড মধ্যবর্তী ফাঁপা স্থানটিতে RNA অবস্থান করে।
- প্রতিটি ক্যাপসিড 2130টি ক্যাপসোমিয়ার নামক প্রোটিন একক দিয়ে গঠিত। ক্যাপসোমিয়ারগুলি ঘন সন্নিবিষ্ট ও বামাবর্তভাবে প্যাঁচানো অবস্থায় থাকে। একটি সম্পূর্ণ ভাইরাসে 134টি পাক থাকে এবং প্রতি তিনটি পাকে 49টি ক্যাপসোমিয়ার থাকে। TMV ভাইরাসের দৈর্ঘ্য 300 nm হওয়ায় এবং মোট 134টি আবর্ত বা পাক থাকায় একটি পাক থেকে পরবর্তী পাকের রৈখিক দূরত্ব 1.3 nm হয়।

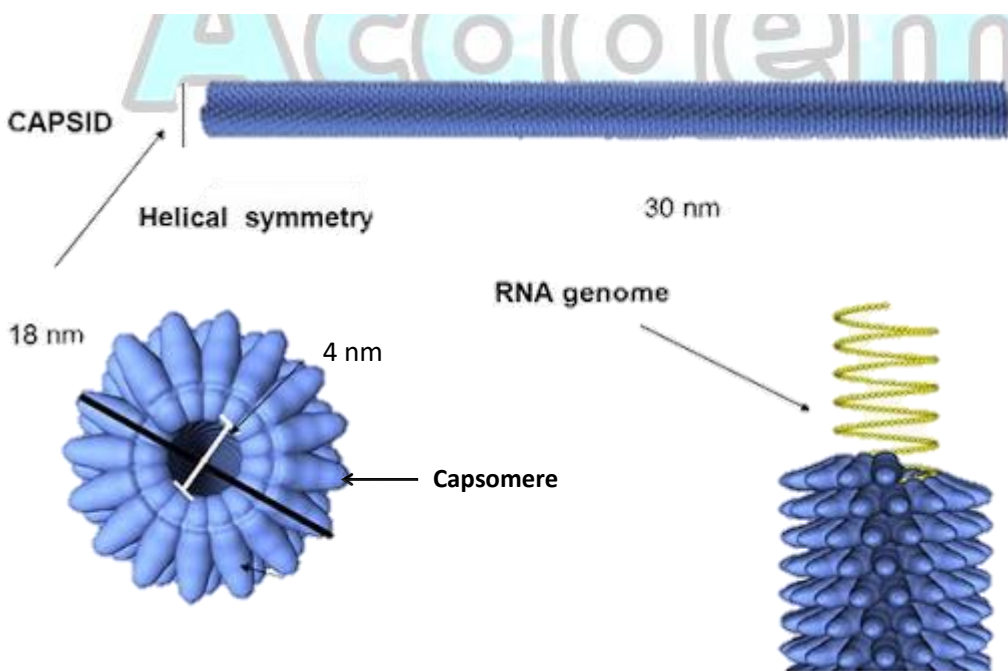


Fig: Structure of TMV

- (iii) প্রতিটি ক্যাপসোমিয়ারের আণবিক ওজন 17,500 যা 158টি অ্যামাইনো অ্যাসিড দিয়ে গঠিত। প্রতিটি ক্যাপসোমিয়ারে সেরিন ও থ্রিওনিন (Serine and threonine) অ্যামাইনো অ্যাসিড সর্বাধিক পরিমাণে, সিস্টিন (Cystein) সবচেয়ে কম পরিমাণে এবং হিস্টিডিন ও মিথিওনিন (Histidine and methionine) অ্যামাইনো অ্যাসিড অনুপস্থিত থাকে।

■ জেনেটিক বস্তু (Genetic material) :

- (i) TMV-এর জেনেটিক পদার্থ একতন্ত্রী RNA, তাই একে RNA ভাইরাস বলে। ক্যাপসিডের অন্তঃপ্রাচীরের গায়ে RNA অণুটি সংযুক্ত থাকে।
(ii) RNA অণুটির আণবিক ওজন 2×10^6 ডালটন এবং নিউক্লিওটাইডের সংখ্যা 6000।
(iii) RNA অণুটিতে A + U ও G + C-এর অনুপাত 1 : 27 এবং RNA অণুতে আনুমানিক 20টি জিন থাকে।
(iv) TMV-এর RNA অণুটি রোগাক্রমণে সক্ষম এবং এটিই ভাইরাসের জিনগত পদার্থ।
(v) TMV-এর RNA-টি নিম্নলিখিত অংশ নিয়ে গঠিত—
a) RNA-এর 5' প্রান্তে একটি ক্যাপ (cap) থাকে।
b) ক্যাপের পরবর্তী অংশে MTH জিন থাকে যার দুটি কার্যকরী ডোমেইন মিথাইল ট্রান্সফারেজ (Methyl transferase) এবং RNA-হেলিকেজ উৎসেচক উৎপন্ন করে।
c) RNA অণুর পরবর্তী অংশে একটি স্টপ কোডন (Stop Codon) থাকে।
d) স্টপ কোডনের পর RNP জিন (RNA dependent RNA polymerase), MP জিন (Movement protein gene) ও CP (Coat Protein gene) থাকে।
e) RNA-এর 3' প্রান্তটি tRNA-এর ন্যায় ভাঁজযুক্ত হয়।



1.A.15. ব্যাকটেরিওফাজ (Bacteriophage)

◆ সংজ্ঞা (Definition) : যে শ্রেণির ভাইরাস ব্যাকটেরিয়াকে আক্রমণ করে এবং পোষক ব্যাকটেরিয়ার দেহে প্রজনন সম্পন্ন করে ব্যাকটেরিয়া কোশের বিদারণ ঘটিয়ে অপত্য ভাইরাসরূপে নির্গত হয় তাদের ব্যাকটেরিওফাজ বা ফাজ ভাইরাস বলে।

■ শ্রেণিবিভাগ (Classification) : নিউক্লিক অ্যাসিডের প্রকৃতি অনুসারে ফাজ ভাইরাসকে নিম্নরূপে শ্রেণিতে ভাগ করা হয়েছে—

- 1 ss DNA ফাজ (ss = single stranded বা একতন্ত্রী) : $\phi \times 174$ ।
- 2 ds DNA ফাজ (ds = double stranded বা দ্বিতন্ত্রী) : এই ধরনের ভাইরাস প্রধানত T-odd (T_1, T_3 প্রভৃতি) এবং T-even (T_2, T_4 প্রভৃতি)—এই দুটি শ্রেণিতে বিভক্ত। এই ভাইরাসগুলি ভিরুলেন্ট (Virulent) বা আক্রমণাত্মক প্রকৃতির হয় অর্থাৎ লাইটিক চক্রের মাধ্যমে ব্যাকটেরিয়া কোশের বিদারণ ঘটিয়ে প্রজনন সম্পন্ন করে। T-odd সিরিজের ফাজগুলি সংকোচনশীল পুচ্ছ থাকে না কিন্তু T-even সিরিজের ফাজগুলিতে এই ধরনের সংকোচনশীল পুচ্ছ থাকে।

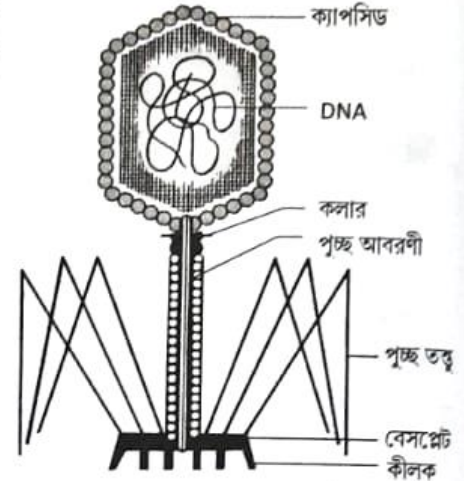
■ গঠন (Structure) : একটি আদর্শ ফাজ ভাইরাসের গঠন লক্ষ করলে দেখা যায় যে ভাইরাসটির দেহ ব্যাজাচি বা শূক্ৰাণুর মতন বা মস্তক ও পুচ্ছ বিভেদিত। প্রোটিন নির্মিত আবরণীটিকে ক্যাপসিড বলা হয় এবং ভাইরাসের মস্তকে দ্বিতন্ত্রী DNA অণুটি কুণ্ডলীকৃত অবস্থায় থাকে। ক্যাপসিডটি আবার অসংখ্য ক্যাপসোমিয়ার দিয়ে গঠিত এবং ক্যাপসোমিয়ার মাল্টিমেরিক (multimeric) প্রোটিন অর্থাৎ 5-6টি প্রোটিনের অধঃএকক (sub-unit) দিয়ে গঠিত। ফাজ ভাইরাসের দেহাংশগুলি হল—

- 1 মস্তক (Head) : মস্তকটির বহিরাকৃতি ষড়ভুজাকৃতির (hexagonal) এবং জ্যামিতিকভাবে এটি আইকোসাহেড্রন (Icosahedron) অর্থাৎ কুড়িটি সমবাহু ত্রিভুজের সমন্বয়ে গঠিত। T_4 ফাজের মস্তকটি 95 nm লম্বা ও 65 nm চওড়া এবং 2000টি ক্যাপসোমিয়ারের সমন্বয়ে গঠিত।
- 2 কলার (Collar) : মস্তক ও পুচ্ছের সংযোগস্থলে চাকতির মতো প্রোটিন নির্মিত অংশকে কলার বলে। এই অংশে যে সূত্রাকার গঠন লক্ষ করা যায় তাকে দুইস্কার (whisker) বলে।



Fig 1.5 : T_2 ব্যাকটেরিওফাজের বহির্গঠন

- 3 গ্রীবা (Neck) : মস্তকের নীচে অবস্থিত ফাঁপা নলাকার অংশটিকে গ্রীবা বলে। গ্রীবানলের উপরের অংশ মস্তকের সঙ্গে এবং নীচের অংশ পুচ্ছনলের সঙ্গে যুক্ত থাকে। গ্রীবাকে বেঁটন করেই কলারটি অবস্থান করে।
- 4 পুচ্ছ (Tail) : পুচ্ছটি ফাঁপা দণ্ডের মতো যা 80nm দীর্ঘ এবং 18nm পরিধিবিশিষ্ট হয়। পুচ্ছনলকে আবৃত করে সংকোচনশীল পুচ্ছ আবরণী (Tail sheath) থাকে। পুচ্ছ আবরণীটি 25টি বলয় দিয়ে গঠিত এবং প্রতিটি বলয় 8টি করে ক্যাপসোমিয়ার দিয়ে গঠিত অর্থাৎ পুচ্ছ আবরণীটিতে মোট 200টি ক্যাপসোমিয়ার থাকে।
- 5 পাদফলক (Base plate) : পুচ্ছের নীচে ষড়ভুজাকার পাদফলক থাকে এবং পাদফলকের ছয় কোণে ছ-টি কীলকাকার স্পাইক (spike) থাকে। পাদফলকের উপরের ছ-টি কোণে 150nm দীর্ঘ ছ-টি পুচ্ছতন্তু থাকে। কীলকের উপর ভাইরাসটি দাঁড়িয়ে থাকে এবং পোষক ব্যাকটেরিয়াকে শনাক্ত করতে পারে। পুচ্ছতন্তুর সাহায্যে ফাজ ভাইরাসটি ব্যাকটেরিয়া কোশের পৃষ্ঠতলের সঙ্গে যুক্ত হয়।
- 6 জেনেটিক পদার্থ (Genetic material) : ফাজ ভাইরাসের প্রজননিক পদার্থ হল দ্বিতন্ত্রী DNA। T₄ ফাজের দেহ 50% প্রোটিন আবরণী এবং 50% DNA দিয়ে গঠিত। DNA অণুর আণবিক ওজন 130×10^6 ডালটন যা 20,000টি বেস যুগ্মের (Base pair) সমন্বয়ে গঠিত। T₄ ফাজের DNA অণুটিতে 650টি জিন থাকে এবং A + T এবং G + C-এর অনুপাত 1 : 12 হয়। DNA অণুটি 53μm লম্বা ও অত্যন্ত কুণ্ডলীকৃত অবস্থায় মস্তকের মধ্যে থাকে। T₄ ফাজের DNA অণুতে সাইটোসিনের পরিবর্তে 5-হাইড্রক্সিমিথাইল সাইটোসিন থাকে।

Fig 1.6 : T₂ ব্যাকটেরিওফাজের ছেদ দৃশ্য

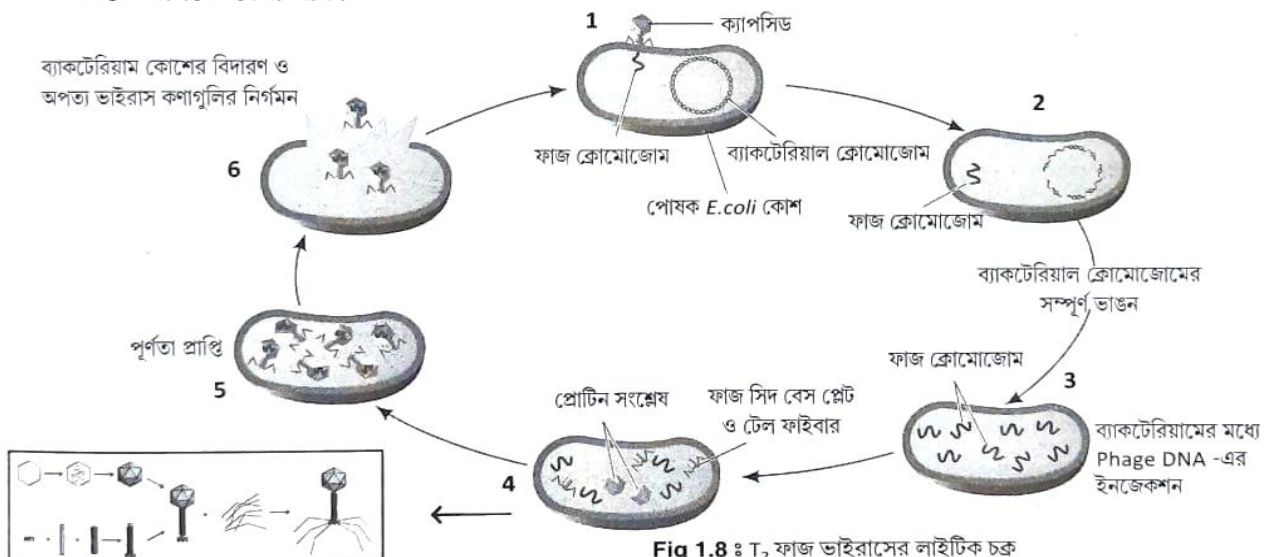
1.A.17. ব্যাকটেরিওফাজের জনন বা জীবনচক্র (Replication of Life cycle of Bacteriophage)

লাইটিক চক্র (Lytic cycle) :

সংজ্ঞা (Definition) : যে পদ্ধতিতে ফাজ ভাইরাস পোষক ব্যাকটেরিয়া কোশে প্রবেশ করে জনন সম্পন্ন করে ও অপত্য ভাইরাসগুলি পোষক দেহের বিদারণ বা লাইসিস ঘটিয়ে নির্গত হয় তাকে লাইটিক চক্র বলে।

E. coli (*Escherichia coli*) নামক ব্যাকটেরিয়ায় T-even ফাজ লাইটিক চক্রের মাধ্যমে প্রজনন সম্পন্ন করে। লাইটিক চক্রের পর্যায়গুলি হল—

- পৃষ্ঠলগ্নীভবন (Landing) : প্রথমে ফাজ ভাইরাস পোষক ব্যাকটেরিয়ার কোশ প্রাচীরের উপর এসে স্থাপিত হয়। ব্যাকটেরিয়ার নির্দিষ্ট গ্রাহীস্থানে (Receptive spot) ভাইরাসটি পুচ্ছ তন্তুর মাধ্যমে সংযুক্ত হয়। T₂ ফাজের ক্ষেত্র ব্যাকটেরিয়ার কোশপ্রাচীরের টিকোয়িক অ্যাসিড, লাইপোপলিস্যাকারাইড গ্রাহীরূপে (receptor) কাজ করে।
- পুচ্ছ তন্তুর সংকোচন (Tail Fibre Contraction) : এই পর্যায়ে ফাজ ভাইরাসের পুচ্ছতন্তুগুলি সংকুচিত হয় এবং পাদফলকটি (base plate) ব্যাকটেরিয়ার কোশপ্রাচীরের সংস্পর্শে চলে আসে। এই সময়ে পুচ্ছ তন্তুগুলিকে উপরে উঠে আসতে দেখা যায়।

Fig 1.8 : T₂ ফাজ ভাইরাসের লাইটিক চক্র

- ③ DNA অণু সূচিবিস্তারকরণ (Injection of DNA) : পৃচ্ছতন্তু আরও সংকুচিত হয়ে পৃচ্ছনালটিকে কোশ প্রাচীরের সংলগ্ন করে। ভাইরাসের পৃচ্ছ থেকে লাইসোজাইম উৎসেচক নিঃসৃত হয় যা ব্যাকটেরিয়ার মিউকোপেপটাইড স্তরকে দ্রবীভূত করে সূক্ষ্ম নালিকার সৃষ্টি করে—এই প্রক্রিয়াকে ড্রিলিং (drilling) বলে। এই নালিকা বা ছিদ্রের মধ্য দিয়ে পৃচ্ছ নালিকাটি প্রবেশ করে এবং ভাইরাসটি এই নালিকাপথে DNA অণুটিকে পোষক ব্যাকটেরিয়া কোশে প্রবেশ করায়। বিজ্ঞানী হারসে ও চেস (Hershey and Chase 1952) ভাইরাসের প্রোটিন আবরণীকে ^{35}S এবং DNA অণুকে ^{32}P দিয়ে চিহ্নিত করে দেখান যে ^{32}P দিয়ে লেবেল করা DNA অণুটিই পোষকের দেহে প্রবেশ করে কিন্তু ^{35}S যুক্ত প্রোটিন কাপসিডটি পোষক ব্যাকটেরিয়ার বাইরে থেকে যায়।
- ④ প্রাথমিক স্তরের প্রোটিন সংশ্লেষ (Synthesis of early proteins) : ভাইরাস DNA অণুটি পোষক ব্যাকটেরিয়ার প্রবেশ করে ব্যাকটেরিয়ার রাইবোজোমকে ব্যবহার করে প্রাথমিক স্তরে কয়েকটি প্রোটিন সংশ্লেষ করে।
- Ⓐ DNase : এই উৎসেচকটি ব্যাকটেরিয়ার DNA অণুকে ধ্বংস করে। ভাইরাল DNA অণুতে সাইটোসিনের পরিবর্তে 5-হাইড্রক্সিমিথাইল সাইটোসিন থাকায় ভাইরাল DNAটি এই উৎসেচকের দ্বারা বিনষ্ট হয় না।
- Ⓑ RNase : এই উৎসেচকের প্রভাবে ব্যাকটেরিয়ার RNA অণুগুলিও ধীরে ধীরে বিনষ্ট হতে থাকে। দেখা গেছে যে ফাজ ভাইরাস পোষক দেহে প্রবেশ করার তিন মিনিটের মধ্যেই ব্যাকটেরিয়ার জেনেটিক ক্রিয়াশীলতাকে বন্ধ করে দেয়।
- Ⓒ ডিঅক্সিসাইটিডিন ট্রাইফসফেটেজ (Deoxycytidine triphosphatase) : এই উৎসেচকটি সংশ্লেষ হওয়ার ফলে ভাইরাল DNA-তে সাইটোসিন দ্বারীয় মূলকরূপে যুক্ত হতে পারে না।
- Ⓓ ভাইরাল DNA পলিমারেজ : ভাইরাল জিনের প্রভাবেই এই উৎসেচকের সংশ্লেষ ঘটে। এই গুরুত্বপূর্ণ উৎসেচকটি পোষকদেহে প্রবেশ করার 5 মিনিটের মধ্যেই প্রবেশিত ভাইরাল DNA থেকে 6-10 কপি DNA অণুর প্রতিলিপি গঠন করে। দেখা গেছে যে প্রাথমিক স্তরে উৎপাদিত DNA অণুগুলি পরস্পরের সঙ্গে যুক্ত হয়ে কনক্যাটামার (concatemer) গঠন করে। পরে, অপত্য DNA অণুগুলি পৃথক হয়ে যায়। DNA পলিমারেজের প্রভাবে প্রতিটি ব্যাকটেরিয়ার 100-200টি ফাজ DNA অণু গঠিত হয়।
- ⑤ বিলম্বিত পর্যায়ের প্রোটিন সংশ্লেষ (Synthesis of late protein) : সদ্য উৎপন্ন ভাইরাল DNA অণুগুলি RNA অণু সৃষ্টি করে যা পোষক রাইবোজোমের সাহায্যে শেষ পর্যায়ের প্রোটিনগুলি সংশ্লেষ সম্পন্ন করে। এই প্রোটিনগুলি হল—
- Ⓐ ভাইরাল কোট প্রোটিন (Viral coat protein) : T_4 ফাজের আনুমানিক 50টি জিন সক্রিয় হয়ে ভাইরাসের কাপসুল বা কোট প্রোটিন সংশ্লেষ করে। দেখা গেছে যে 21টি জিন ফাজ ভাইরাসের পৃচ্ছ গঠন করে। 8টি জিন অসম্পূর্ণ মস্তক বা প্রোহেড (prohead) গঠন করে যা আবার অন্য 9টি জিনের প্রভাবে পূর্ণতা লাভ করে। অন্তত 6টি জিন পৃচ্ছতন্তু গঠনকারী প্রোটিন সংশ্লেষ করে। উল্লেখযোগ্য বিষয় হল যে পৃচ্ছ, পৃচ্ছতন্তু ও মস্তক গঠনকারী প্রোটিনগুলি পৃথক পৃথকভাবে সংশ্লিষ্ট হয় ও পরে এই তিনটি অংশ সংযুক্ত হয়ে সম্পূর্ণ কাপসুল বা প্রোটিন খোলকটি গঠন করে। মস্তক গঠিত হওয়ার সময়েই দ্বিতন্ত্রী DNA অণুর (যা পূর্ববর্তী পর্যায়ে সংশ্লেষিত হয়েছিল) একটি কপি মস্তকে প্রবেশ করে। এইভাবেই পোষক ব্যাকটেরিয়ার অসংখ্য অপত্য ভাইরাস পূর্ণতালাভ করে।
- Ⓑ লাইসোজাইম (Lysozyme) : সবার শেষে লাইসোজাইম উৎসেচকের সংশ্লেষ ঘটে যা পেপটাইডোগ্লাইক্যানের গ্লাইকোসাইডিক বন্ধনী ভেঙে দেওয়ায় ব্যাকটেরিয়ার কোশপ্রাচীর দ্রবীভূত হয়।
- ⑥ নির্গমন বা মুক্তি (Release) : অপত্য ভাইরাসগুলি লাইসোজাইমের মাধ্যমে ব্যাকটেরিয়া কোশের বিদারণ ঘটিয়ে (lysis) বাইরে বেরিয়ে আসে। T_4 ফাজ পোষক *E. coli*-এর দেহে 37°C তাপমাত্রায় মাত্র 15 মিনিটে জীবনচক্র সম্পন্ন করে। পোষক ব্যাকটেরিয়াকে আক্রমণ করার পর থেকে যে সময় পর্যন্ত পূর্ণাঙ্গ অপত্য ভাইরাস সৃষ্টি না হয় সেই সময়কালকে ইক্লিপস কাল (Eclipse period) বলে।

● লাইসোজেনিক চক্র (Lysogenic cycle) :

- সংজ্ঞা (Definition) : যে প্রক্রিয়ায় ফাজ ভাইরাস ব্যাকটেরিয়ার কোশে প্রবেশ করার পর ভাইরাল DNA টি ব্যাকটেরিয়াল DNA অণুর সঙ্গে সংযুক্ত হয় এবং ব্যাকটেরিয়াল DNA-এর সঙ্গে একত্রে প্রতিলিপি গঠন করে কিন্তু পূর্ণাঙ্গ ভাইরাসরূপে ব্যাকটেরিয়া কোশের বিদারণ ঘটিয়ে মুক্ত হয় না তাকে লাইসোজেনিক চক্র বলে।

E. coli ব্যাকটেরিয়া আক্রমণকারী ল্যামডা ফাজে (λ phage) লাইসোজেনিক বৃদ্ধি চক্র দেখা যায়। যে ভাইরাস লাইসোজেনিক চক্র প্রদর্শন করে তাদের টেমপারেট ফাজ (Temperate phage) বলে এবং এই ধরনের আক্রমণকে মৃদু আক্রমণ বলা হয় (temperate infection) কারণ, এক্ষেত্রে পোষক কোশের বিদারণ ও মৃত্যু ঘটে না।

লাইসোজেনিক চক্রের পর্যায়গুলি নিম্নরূপ :

- 1 পোষক ব্যাকটেরিয়ায় ফাজ DNA-এর অনুপ্রবেশ (Entry of phage DNA in host bacterium) : লাইটিক চক্রের মতন প্রথমে ফাজ ভাইরাসটি DNA অণুকে পোষক দেহে প্রবেশ করায় এবং প্রোটিন আবরণীটি পোষকের বাইরে থেকে যায়।
- 2 ব্যাকটেরিয়াল DNA-এর সঙ্গে ভাইরাল DNA-এর সংযুক্তি (Integration of viral DNA with bacterial DNA) : এই পর্যায়ে ভাইরাল DNA অণুটি চক্রাকার হয়ে ব্যাকটেরিয়াল DNA অণুর কোনো কতিত অংশে গিয়ে সংযুক্ত হয়। এই প্রক্রিয়াটির জন্য যে শর্তাবলি প্রয়োজন সেগুলি হল—
 - (i) ল্যামডা ফাজ DNA-এর পোষক দেহে অনুপ্রবেশ।
 - (ii) cI জিনকে সক্রিয় হতে হয় যার ফলে বিলম্বিত পর্যায়ের প্রোটিনগুলি (কোট প্রোটিন ও লাইসোজাইম) উৎপন্ন হতে পারে না। এর ফলে ভাইরাল DNA-কে বেঁচন করে প্রোটিন আবরণী তৈরি হতে পারে না।
 - (iii) নিউক্লিয়েজ উৎসেচক ব্যাকটেরিয়ার DNA-কে একটি স্থানে কেটে দেয়।
 - (iv) int জিনের প্রভাবে ইন্টিগ্রেশন উৎসেচক উৎপন্ন হয় যা একটি ভাইরাল DNA-কে ব্যাকটেরিয়াল DNA অণুর সঙ্গে সংযুক্ত করে।

ব্যাকটেরিয়ার DNA-এর সঙ্গে সংযুক্ত ভাইরাস DNA-টিকে প্রোফাজ (Prophage) বলে যা ব্যাকটেরিয়াতে সুপ্ত অবস্থায় থাকে।

প্রতিলিপি গঠন (Replication) : ভাইরাস ও ব্যাকটেরিয়ার জিনোম একত্রিত হয়ে একটি নতুন জিনোম গঠন করে। ব্যাকটেরিয়া কোশ প্রতিবার বিভাজিত হওয়ার সময় ব্যাকটেরিয়াল DNA-এর সঙ্গে ভাইরাল DNA অণুটিরও প্রতিলিপি গঠিত হয়। এইভাবে প্রতিটি অপত্য ব্যাকটেরিয়ায় ভাইরাল DNA-এর একটি কপি সংযুক্ত হতে থাকে।

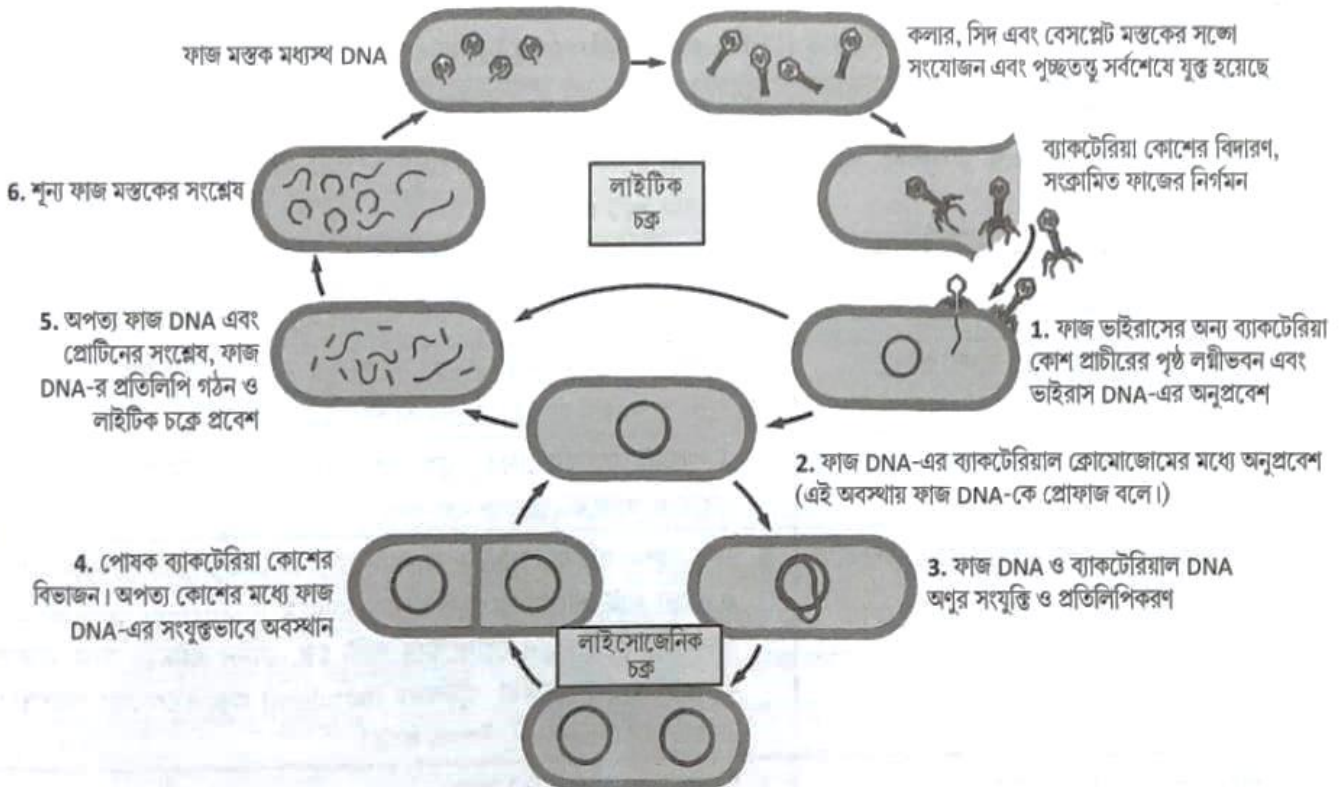


Fig 1.9 : T₂ ফাজ ভাইরাসের লাইসোজেনিক চক্র

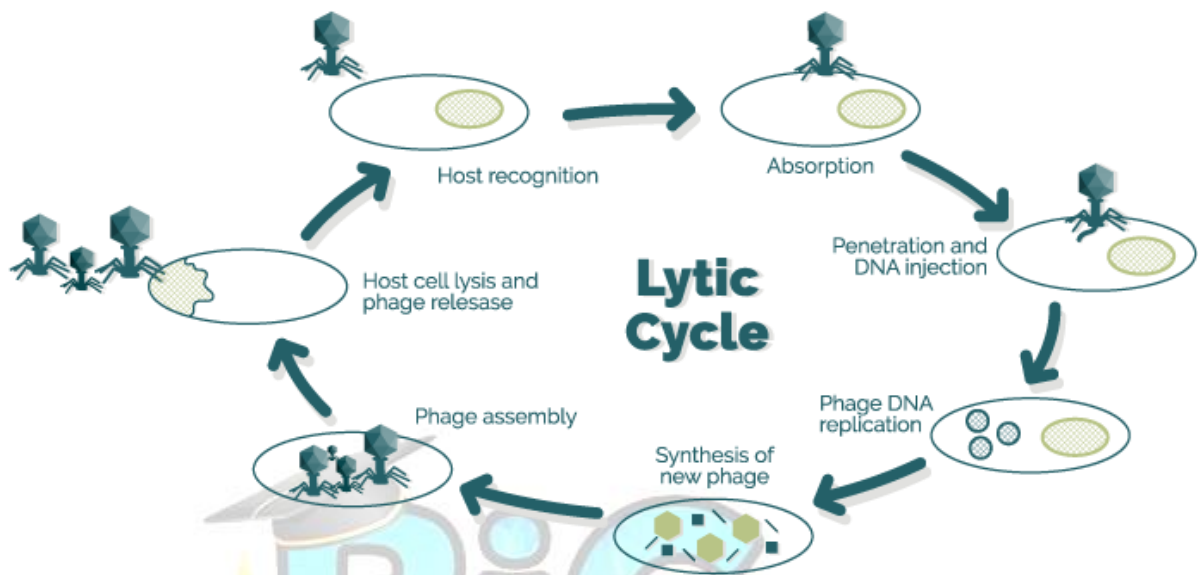


Fig : Lytic Cycle

Big Science

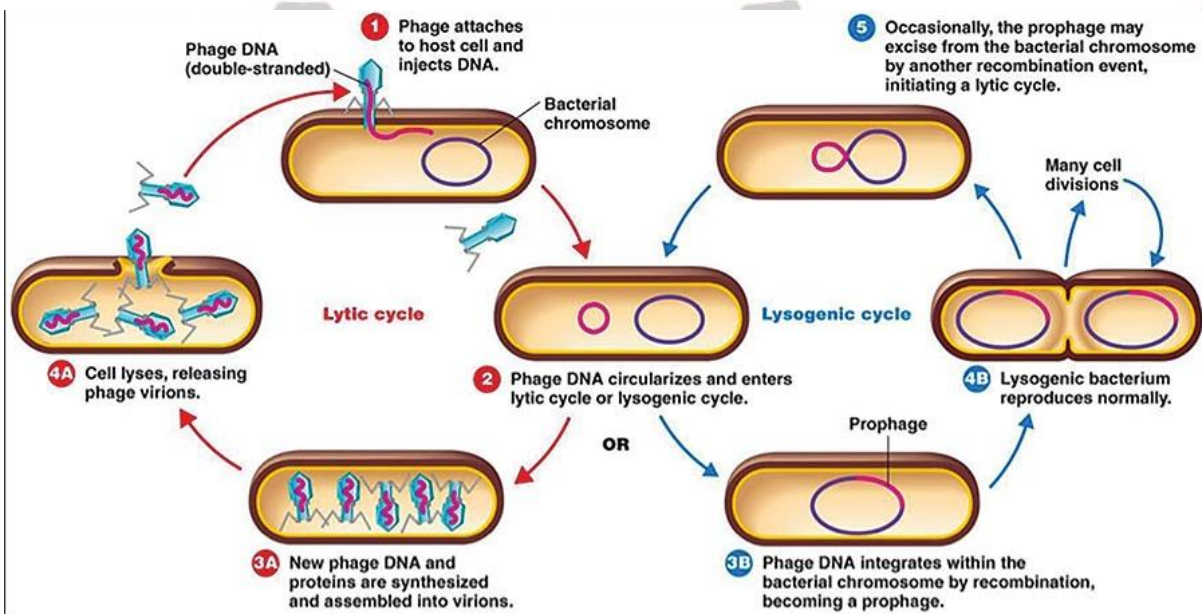


Fig : Lysogenic Cycle

■ **ইন্ডাকশন (Induction) :** কোনো অজ্ঞাত কারণে বা X রশ্মি, UV রশ্মি বা বিভিন্ন রাসায়নিক মিউটাজেনের প্রভাবে ব্যাকটেরিয়ার DNA-তে কিছু পরিবর্তন (SOS response) দেখা যায়। এর ফলে Rec A প্রোটিন (যা ভাইরাস ও ব্যাকটেরিয়ার DNA অণুর পুনঃসংযুক্তি ঘটায় তা রূপান্তরিত হয়ে বিশেষ প্রোটিনেজ উৎসেচক সৃষ্টি করে। এই উৎসেচক ল্যামডা রিপ্রেসরকে (λ repressor) বিনষ্ট করে। এই সময়ে এক্সসাইসনেজ (Excisionase) নামক একটি উৎসেচকের প্রভাবে ব্যাকটেরিয়ার DNA থেকে ভাইরাল DNA অণুটি কতিত হয় এবং ল্যামডা রিপ্রেসর না থাকায় এটি লাইটিক চক্রে প্রবেশ করে। এই চক্রে এসে কতিত ভাইরাল DNA অণুটি অনেকগুলি DNA-এর প্রতিলিপি গঠন করে এবং প্রোটিন আবরণী বা কাপসুল দিয়ে আবৃত হয়ে অপত্য ভাইরাসে পরিণত হয়। পরিশেষে লাইটিক চক্রের মাধ্যমে পোষক কোশের বিদারণ ঘটিয়ে অপত্য ভাইরাস মুক্ত হয়।

■ **লাইসোজেনিক ফলাফল (Results of lysogeny) :**

- লাইসোজেনিক চক্রে যখন একটি ভাইরাল DNA ব্যাকটেরিয়ার DNA অণুর সঙ্গে সংযুক্ত হয়, তখন সেই ব্যাকটেরিয়াকে আর অন্য কোনো ভাইরাস আক্রমণ করতে পারে না অর্থাৎ ব্যাকটেরিয়া অন্য ভাইরাসের সাপেক্ষে অনাক্রম্যতা (immunity) লাভ করে।
- ভাইরাল DNA বিশেষ কয়েকটি চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য নিয়ে ব্যাকটেরিয়ার DNA-এর সঙ্গে যুক্ত হলে ব্যাকটেরিয়ার DNA-তে নতুন বৈশিষ্ট্যের প্রকাশ ঘটে। *Corynebacterium diphtheriae* যে টক্সিন নির্গত করে ডিপথেরিয়া রোগ সৃষ্টি করে তার জিন লাইসোজেনিক ফাজের মাধ্যমে ব্যাকটেরিয়ায় কার্যকরী হয়। তাই লাইসোজেনিক ভাইরাসটি ব্যাকটেরিয়ার দেহে প্রবেশ করলে তবেই ব্যাকটেরিয়াটি টক্সিন নির্গত করে ডিপথেরিয়া রোগ সৃষ্টি করে।
- লাইসোজেনিক চক্রের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা হল ট্রান্সডাকশন (Transduction) লাইসোজেনিক চক্র থেকে বেরিয়ে আসার সময় পোষক ব্যাকটেরিয়ার DNA অণুর একটি অংশ ভাইরাসের DNA-এর সঙ্গে সংযুক্ত হয়। এই ধরনের ফাজ ভাইরাস যখন অন্য স্ট্রেনের (Strain) একটি ব্যাকটেরিয়াকে আক্রমণ করে তার DNA-কে ব্যাকটেরিয়ার DNA-এর সঙ্গে যুক্ত করে তখন পূর্ববর্তী ব্যাকটেরিয়ার DNA-টি এই ব্যাকটেরিয়ার দেহে নতুন চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যের প্রকাশ ঘটায়। ভাইরাসের মাধ্যমে ব্যাকটেরিয়ার DNA পুনঃসংযোজন পদ্ধতিকে (Genetic recombination) ট্রান্সডাকশন বলে।

● **লাইটিক ও লাইসোজেনিক চক্রের পার্থক্য (Difference between Lytic and Lysogenic cycle) :**

লাইটিক চক্র	লাইসোজেনিক চক্র
1. লাইটিক চক্রের মাধ্যমে সমগ্র ভাইরাসটি গঠিত হয়।	1. লাইসোজেনিক চক্রে ভাইরাল DNA অণুটিরই প্রতিলিপি গঠিত হয় কিন্তু সম্পূর্ণ ভাইরাস সৃষ্টি হয় না।
2. পোষক ব্যাকটেরিয়া কোশের বিদারণ ঘটে।	2. পোষক ব্যাকটেরিয়ার বিদারণ ঘটে না।
3. আক্রমণের প্রকৃতি তীব্র বা ভিরুলেন্ট (Virulent)।	3. পোষক কোশের মৃত্যু ঘটে না তাই আক্রমণ মৃদু বা টেম্পারেট (Temperate)।
4. পোষক ব্যাকটেরিয়ার DNA বিনষ্ট হয়।	4. পোষক ব্যাকটেরিয়ার DNA-এর সঙ্গে যুক্ত হয়েই ব্যাকটেরিয়ার DNA-এর সঙ্গে সঙ্গে ভাইরাল DNA-এর প্রতিলিপি গঠিত হয়।
5. প্রোফাজ গঠিত হয় না।	5. টেম্পারেট ফাজের DNA ব্যাকটেরিয়ার DNA অণুর সঙ্গে যুক্ত হয়—এই অবস্থায় ফাজকে প্রোফাজ বলা হয়।
6. ব্যাকটেরিয়ার জেনেটিক পুনঃসংযোজন পদ্ধতিতে কোনো ভূমিকা নেই।	6. ট্রান্সডাকশন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে ব্যাকটেরিয়ার জেনেটিক পুনঃসংযোজন ঘটায়। এ ছাড়া লাইসোজেনিক রূপান্তরের মাধ্যমে (Lysogenic conversion) ব্যাকটেরিয়াতে নতুন বৈশিষ্ট্যের সৃষ্টি হয়, যেমন ল্যামডা ফাজ আক্রান্ত ব্যাকটেরিয়া ডিপথেরিয়া, বটুলিজম (Botulism) প্রভৃতি রোগের কারণস্বরূপ এক্সোটক্সিন (exotoxin) উৎপন্ন করে।
7. উদাহরণ— T_2 ফাজ, T_4 ফাজ।	7. উদাহরণ— ল্যামডা (λ) ফাজ।