


# চতুর্দশ অধ্যায়

## জীবপ্রযুক্তি

### Biotechnology




**Karl Ereky**  
হাজেরায় কৃষি প্রকৌশলী কার্ল এরেকি ১৯১৯ সালে বায়োটেকনোলজি (জীবপ্রযুক্তি) শব্দটি সর্বপ্রথম ব্যবহার করেছিলেন। ১৯৭০ দশকে রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তি তথা জিন প্রকৌশল উদ্ভাবিত হওয়ার পর জীবপ্রযুক্তি বিষয়টি নতুনমাত্রা লাভ করেছে।




## পাঠ সম্পর্কিত গুরুত্বপূর্ণ বিষয়াদি



- **জীবপ্রযুক্তি বা বায়োটেকনোলজি** : জীবপ্রযুক্তি (Biotechnology) শব্দটির প্রবর্তক হলেন বিজ্ঞানী কার্ল এরেকি। এটি দুইটি শব্দ— Biology এবং Technology এর সমন্বয়ে গঠিত। Biology শব্দের অর্থ জীব সম্পর্কে বিশেষ জ্ঞান এবং Technology শব্দের অর্থ প্রযুক্তি। অর্থাৎ Biology এবং Technology-র আন্তঃসম্পর্কিত বিষয়ই হলো Biotechnology বা জীবপ্রযুক্তি।
- **টিস্যুকালচার** : টিস্যুকালচার প্রক্রিয়ায় উদ্ভিদের সজীব টিস্যুর একটি অতি ক্ষুদ্র অংশ কেটে এনে পুষ্টিবহুল জীবাণুমুক্ত মিডিয়ামে সঠিক তাপমাত্রায় রাখা হয়। পরে বিভিন্ন ধাপের মাধ্যমে এর থেকে নতুন চারা উৎপাদন করা হয়। উদ্ভিদ জগতের মধ্যে সপুষ্পক উদ্ভিদই টিস্যুকালচারের প্রধান উপাদান। এসব উদ্ভিদের বিভিন্ন অংশ যেমন : পরাগরেণু, পর্ব, পর্বমধ্য, শীর্ষ বা পার্শ্বমুকুল, পাতা, ত্ব, গ, মূলাংশ ইত্যাদি টিস্যুকালচারের উদ্দেশ্যে ব্যবহার করা হয়।
- **এক্সপ্লান্ট** : টিস্যুকালচারের উদ্দেশ্যে উদ্ভিদের যে অংশ পৃথক করে ব্যবহার করা হয় তাকে এক্সপ্লান্ট বলে।
- **রিকম্বিনেন্ট DNA** : একটি DNA অণুর কাঙ্ক্ষিত দুটি জায়গা কেটে খণ্ডটিকে আলাদা করে অন্য এক DNA অণুর নির্দিষ্ট জায়গায় আটকে দেওয়ার মাধ্যমে যে নতুন বৈশিষ্ট্যের DNA অণু পাওয়া যায়, তাকে রিকম্বিনেন্ট DNA বলে।
- **রেস্ট্রিকশন এনজাইম** : DNA অণুকে নির্দিষ্ট স্থানে ছেদন করার জন্য যে বিশেষ এনজাইম ব্যবহার করা হয় তাকে রেস্ট্রিকশন এনজাইম বলে।
- **লাইগেজ** : রেস্ট্রিকশন এনজাইম দিয়ে ছেদনকৃত DNA খণ্ডসমূহ সংযুক্ত করার জন্য যে এনজাইম ব্যবহৃত হয় তাকে লাইগেজ বলে।
- **জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং** : জীবপ্রযুক্তির (Biotechnology) বিশেষ রূপ হিসেবে কোষকেন্দ্রের জিন কণার পরিবর্তন ঘটিয়ে জীবদেহের গুণগত রূপান্তর ঘটানোই হলো জিন প্রকৌশল বা জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং। অন্যভাবে বলা যায়, নতুন বৈশিষ্ট্য সৃষ্টির জন্য কোনো জীবের DNA-র পরিবর্তন ঘটানোই হলো জিনপ্রকৌশল বা জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং। জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিংকে রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তিও (Recombinant DNA Technology) বলা হয়। এই প্রযুক্তির মাধ্যমে উদ্ভাবিত নতুন বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন জীবকে বলা হয় GMO (Genetically Modified Organism) বা Ge (Gentically Engineered) ট্রান্সজেনিক (Transgenic)।
- **মেরিস্টেম** : উদ্ভিদের শীর্ষ মুকুলের অগ্রভাগের টিস্যুকে মেরিস্টেম বলে।
- **শস্য উন্নয়নে জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং** : জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং বা রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তি হলো সর্বাধুনিক জীব প্রযুক্তি। এই প্রযুক্তির মূল উদ্দেশ্য হলো নতুন ও উন্নত বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন জীব সৃষ্টি যা দ্বারা মানুষ সর্বোত্তমভাবে লাভবান হতে পারে। এই প্রযুক্তির মাধ্যমে ইতোমধ্যেই লবণীয় সাফল্য অর্জিত হয়েছে। এই প্রযুক্তির সাহায্যে রতিকর পোকামাকড় প্রতিরোধী ফসলের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে। যেমন— বিটি ভূট্টা, বিটি তুলা, বিটি ধান (চীনে উদ্ভাবিত) ইত্যাদি।
- **জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং এর উদ্দেশ্য** : প্রযুক্তির মূল উদ্দেশ্য হলো নতুন ও উন্নত বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন জীব সৃষ্টি, যা দ্বারা মানুষ সর্বোত্তমভাবে লাভবান হতে পারে। এই প্রযুক্তির মাধ্যমে ইতোমধ্যেই লবণীয় সাফল্য অর্জিত হয়েছে।



## অনুশীলনের বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর



১. DNA কাটার জন্য বিশেষ এনজাইম কোনটি?  
 (a) লাইগেজ    (b) রেস্ট্রিকশন    (c) লেকটেজ    (d) লাইপেজ
  ২. জীবপ্রযুক্তির প্রয়োগ হয়—  
 i. গাঁজনে  
 ii. টিস্যুকালচারে  
 iii. ট্রান্সজেনিক জীব উৎপাদনে  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 (a) i ও ii    (b) i ও iii    (c) ii ও iii    (d) i, ii ও iii

নিচের উদ্দীপকটি লব কর এবং ৩ ও ৪ নম্বর প্রশ্নের উত্তর দাও :

ইমতিয়াজ তার বন্ধুর বাড়িতে গিয়ে খুবই ভালো জাতের একটি বেল গাছের সন্ধান পেল। সে ছুবুছুবু একই বৈশিষ্ট্যের চারা উৎপাদনের জন্য গাছটির পার্শ্বমুকুল নিয়ে এলো এবং তার বিশ্ববিদ্যালয়ের উদ্ভিদবিজ্ঞান ল্যাবে এর চারা তৈরি করল।

৩. ল্যাবে ইমতিয়াজের গৃহীত প্রক্রিয়াটি কী?  
 (a) জিন স্থানান্তরকরণ    (b) হরমোন প্রয়োগ  
 (c) এনজাইমের ব্যবহার    (d) টিস্যুকালচার

৪. ল্যাবে ইমিটিজ কার্যক্রমের ক্রমানুযায়ী ধাপগুলো কোনটি?

- Ⓐ আবাদ মাধ্যম তৈরি → এক্সপেরস্ট স্থাপন → অণুচারা উৎপাদন → মূল উৎপাদন → প্রাকৃতিক পরিবেশে স্থানান্তর  
 Ⓑ আবাদ মাধ্যম তৈরি → অণুচারা উৎপাদন → মূল উৎপাদন → এক্সপেরস্ট স্থাপন → প্রাকৃতিক পরিবেশে স্থানান্তর  
 ● মাতৃউদ্ভিদ নির্বাচন → আবাদ মাধ্যম তৈরি → এক্সপেরস্ট স্থাপন → অণুচারা উৎপাদন → প্রাকৃতিক পরিবেশে স্থানান্তর  
 Ⓓ মাতৃউদ্ভিদ নির্বাচন → আবাদ মাধ্যম তৈরি → ক্যালাস তৈরি → এক্সপেরস্ট স্থাপন → প্রাকৃতিক পরিবেশে স্থানান্তর



গুরুত্বপূর্ণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর



৫. DNA কাটার জন্য বিশেষ এনজাইম কোনটি?

- Ⓐ স্ট্রোকজ Ⓑ লাইগেজ ● রেস্ট্রিকশন Ⓓ লাইগেজ

৬. "Biotechnology" শব্দটি প্রথম প্রবর্তন করেন কে?

- Ⓐ ডারউইন Ⓑ ওভাম ● কার্ল এরেকি Ⓓ ওয়াটসন

৭. গ্রেগর জোহান মেন্ডেল কত সালে জেনেটিক-এর সূত্রসমূহ আবিষ্কার করেন?

- Ⓐ ১৭৩৬ Ⓑ ১৮৩৬ Ⓒ ১৭৬৩ ● ১৮৬৩

৮. আগাছা সহিষ্ণু ও পোকামাকড় প্রতিরোধী ভূলার জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে কোন প্রক্রিয়ায়?

- জিন স্থানান্তর Ⓓ আরএনএ পরিবর্তন

- Ⓐ মেরিস্টেম কালচার Ⓑ টিস্যু কালচার

৯. কৌলিগত পরিবর্তনের মাধ্যমে হেপাটাইটিস বি-ভাইরাসের টিকা তৈরি হয় কোনটি থেকে?

- Ⓐ E. Coli ব্যাকটেরিয়া Ⓑ Pseudomonas ব্যাকটেরিয়া  
 Ⓒ প্রোটোজোয়া ● ইস্ট

১০. জেনেটিক্স এর সূত্রসমূহ আবিষ্কার করেন কোন বিজ্ঞানী?

- গ্রেগর জোহান মেন্ডেল Ⓓ লুই পাস্তুর  
 Ⓐ এরিস্টটল Ⓑ ক্যারোলাস লিনিয়াস

১১. টিস্যু কালচারের ধাপ কয়টি?

- Ⓐ ৩ Ⓑ ৪ ● ৫ Ⓓ ৬

১২. জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং এর মাধ্যমে—

- i. উদ্ভিদের বৃদ্ধি হ্রাস পায়  
 ii. ভাইরাস প্রতিরোধী জাত উদ্ভাবিত হয়েছে  
 iii. পোকামাকড় প্রতিরোধী উদ্ভিদের জাত উদ্ভাবন হয়েছে  
 নিচের কোনটি সঠিক?

- Ⓐ i ও ii Ⓑ i ও iii Ⓒ ii ও iii ● i, ii ও iii

১৩. উদ্ভিদ টিস্যু কালচারে ব্যবহার করা হয়—

- i. শীর্ষ বা পার্শ্বমুকুল ii. পরাগরেণু  
 iii. সবুজ পাতা

নিচের কোনটি সঠিক?

- Ⓐ i ও ii Ⓑ i ও iii Ⓒ ii ও iii ● i, ii ও iii



অতিরিক্ত বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর



জীবপ্রযুক্তি বা বায়োটেকনোলজি

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১৪. কার্ল এরেকি সর্বপ্রথম কত সালে Biotechnology শব্দটি প্রবর্তন করেন? (জ্ঞান)

- Ⓐ ১৯১০ Ⓑ ১৯১৫ ● ১৯১৯ Ⓓ ১৯২৫

১৫. বর্তমানে কৃষি উন্নয়নে, চিকিৎসায় ও প্রাণী উন্নয়নে কোনটি বহুলভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে? (প্রয়োগ)

- Ⓐ সংক্রায়ন  
 ● টিস্যুকালচার, জিন প্রকৌশল ও জীববিজ্ঞান  
 Ⓒ উন্নত জীববিজ্ঞান  
 Ⓓ ক্লোনিং

১৬. কত সালে মেন্ডেলের সূত্রসমূহ আবিষ্কৃত হয়? (জ্ঞান)

- Ⓐ ১৮৬০ Ⓑ ১৮৬১ Ⓒ ১৮৬২ ● ১৮৬৩

১৭. ডিএনএ -এর ডাবল হেলিক্স মডেল আবিষ্কৃত হয় কত সালে? (জ্ঞান)

- Ⓐ ১৯১৫ Ⓑ ১৯৪৫ ● ১৯৫৩ Ⓓ ১৯৬৩

১৮. উনিশ শতকে জীবপ্রযুক্তি নতুন পথে অগ্রযাত্রা শুরু করে কোন সূত্রের প্রেরণে? (অনুধাবন)

- মেন্ডেলের সূত্র Ⓓ ডারউইনের বিবর্তনবাদ  
 Ⓐ ডিএনএ'র ডাবল হেলিক্স মডেল Ⓒ লিনিয়াসের দ্বিপদ নামকরণ

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১৯. বর্তমানে কৃষি উন্নয়নে, চিকিৎসায় ও প্রযুক্তি উন্নয়নে বহুলভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে—

- i. টিস্যুকালচার ii. জিন প্রকৌশল  
 iii. DNA রিকম্বিনেন্ট  
 নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
 Ⓐ i ও ii Ⓑ ii ও iii Ⓒ i ও iii ● i, ii ও iii

২০. জীবপ্রযুক্তির সাথে সম্পর্কিত—

- i. জিন ক্লোনিং  
 ii. জিন প্রকৌশল  
 iii. টিস্যুকালচার

নিচের কোনটি সঠিক?

- Ⓐ i ও ii Ⓑ i ও iii Ⓒ ii ও iii ● i, ii ও iii

টিস্যুকালচার প্রযুক্তি ধাপসমূহ ও ব্যবহার

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

২১. ক্যালাস বলতে নিচের কোনটি বোঝায়? (অনুধাবন)

- Ⓐ একটি যন্ত্র Ⓑ এক প্রকার অদ্রবণীয় শর্করা  
 Ⓒ ক্ষুদ্র ভূণ থেকে গঠিত টিস্যু ● অবয়বহীন টিস্যুমণ্ড

২২. অর্কিড প্রজাতির একটি মেরিস্টেম হতে এক বছরে ৪০,০০০ চারা পাওয়া সম্ভব—এ বিষয়টি প্রমাণ করে দেখান কে? (জ্ঞান)

- জর্জ মরেল Ⓓ ডাল্টন ও হুকার  
 Ⓐ কার্ল এরেকি Ⓑ জোহান মেন্ডেল

২৩. টিস্যুকালচারের মাধ্যমে চন্দ্রমণিরকার একটি অজ্ঞাত টুকরা হতে বছরে কত কোটি চারা পাওয়া সম্ভব? (জ্ঞান)

- ৮৮ কোটি Ⓑ ৯০ কোটি Ⓒ ৯২ কোটি Ⓓ ৯৪ কোটি

২৪. উডোজাহাজ ও রকেট চালাতে তিমি মাছের তেলের বিকল্প হিসেবে কোন গাছ হতে প্রাপ্ত তেল ব্যবহার করা যায়? (জ্ঞান)

- Ⓐ সূর্যমুখী ● জোজোবা Ⓒ পাম Ⓓ অলিভ

২৫. রকেট ইঞ্জিন চালাতে কোন প্রাণীর তেল ব্যবহার করা হয়? (অনুধাবন)

- Ⓐ টুনা Ⓑ কড Ⓒ হাঙ্গার ● তিমি

২৬. টিস্যুকালচার প্রযুক্তিতে আবাদ মাধ্যম জমাট বাঁধার জন্য কোনটি ব্যবহৃত হয়? (জ্ঞান)

২৭. গরুরকোজ ● অ্যাগার  
ফাইটোহেরমোন ③ সুক্রোজ
- আবাদ মাধ্যমকে কত তাপমাত্রায় ও কত চাপে ২০ মিনিট রাখলে জীবাণুমুক্ত হয়? (অনুধাবন)
- ③ ১২১° সে. ও ৫ lb/sq. inch ● ১২১° সে. ও ১৫ lb/sq. inch  
⑦ ১১১° সে. ও ১০ lb/sq. inch ⑧ ১১১° সে. ও ১৫ lb/sq. inch
২৮. আবাদ মাধ্যমে এক্সপার্ট কত তাপমাত্রায় নিয়ন্ত্রিত করে বর্ধনের জন্য রাখা হয়? (জ্ঞান)
- ③ ১৫° ± ২° সে. ④ ২০° ± ২° সে.  
● ২৫° ± ২° সে. ⑤ ৩০° ± ২° সে.

### বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

২৯. টিস্যুকালচার প্রযুক্তিতে ব্যবহৃত হয়—  
i. মূলাংশ  
ii. পরাগরেণু  
iii. শীর্ষমুকুল  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)
- ③ i ও ii ④ i ও iii ⑤ ii ও iii ● i, ii ও iii
৩০. টিস্যুকালচার আবাদে উদ্ভিদের বৃদ্ধির জন্য প্রয়োজন—  
i. দ্বিধার্বা  
ii. ভিটামিন  
iii. ফাইটোহেরমোন  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)
- ③ i ও ii ④ i ও iii ⑤ ii ও iii ● i, ii ও iii
৩১. টিস্যুকালচারে আবাদ মাধ্যমে রাখা এক্সপার্ট বারবার বিভাজনের মাধ্যমে তৈরি করে—  
i. ক্যালাস  
ii. অণুচারা  
iii. টিস্যুমণ্ড  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)
- ③ i ও ii ④ i ও iii ⑤ ii ও iii ● i, ii ও iii
৩২. টিস্যুকালচার প্রযুক্তির ব্যবহার দেখা যায়—  
i. উন্নতজাত উদ্ভাবনে  
ii. চারা উৎপাদনে  
iii. অণুচারা উৎপাদনে  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)
- ③ i ও ii ④ i ও iii ⑤ ii ও iii ● i, ii ও iii
৩৩. টিস্যুকালচার প্রযুক্তির সুবিধা হলো—  
i. কম সময়ে বিপুল পরিমাণ চারা উৎপাদন করা যায়  
ii. বিলুপ্ত প্রায় উদ্ভিদ সংরক্ষণ করা যায়  
iii. কম খরচে বেশি পরিমাণ ফল উৎপাদন করা যায়  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)
- ③ i ④ ii ● i ও ii ⑤ i, ii ও iii

### অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

- নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ৩৪ ও ৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :  
রাবেয়া ও মশিউর টিস্যুকালচার ল্যাবে জীবাণুমুক্ত মাধ্যম তৈরি করল আলুর চারা গাছ উৎপন্ন করার জন্য।
৩৪. রাবেয়া ও মশিউর জীবাণুমুক্ত আবাদ মাধ্যম তৈরির জন্য কী ব্যবহার করেছিল? (প্রয়োগ)
- ফরমালিন ● অটোক্লিভ তাপ ক্লিনিক্যাল ফ্লাস্ক
৩৫. ওরা আবাদ মাধ্যমে শাখা আলুর এক্সপার্ট তৈরি করবে—  
i. মেরিস্টেম টিসু ii. টিস্যুমণ্ড  
iii. অণুচারা  
নিচের কোনটি সঠিক? (প্রয়োগ)
- ③ i ও ii ④ i ও iii ⑤ ii ও iii ● i, ii ও iii

### জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং

### সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

৩৬. জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং বলতে কী বোঝায়? (অনুধাবন)
- ③ মিয়োসিস কোষ বিভাজনে প্রযুক্তির প্রয়োগ  
● নতুন বৈশিষ্ট্য সৃষ্টির জন্য DNA-র পরিবর্তন  
④ নিউক্লিওটাইড এর স্থানান্তর  
⑤ প্রকরণ সৃষ্টি করা
৩৭. ট্রান্সজেনিক জীবের বৈশিষ্ট্য কোনটি? (উচ্চতর দর্শন)
- ③ প্রতিটি কোষে অন্য RNA  
④ কয়েকটি কোষে কাক্সিত জিনসহ অন্য DNA  
● প্রতিটি কোষে কাক্সিত জিনসহ অন্য DNA  
⑤ DNA ও RNA পাশাপাশি অবস্থিত
৩৮. জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং-এ জিন স্থানান্তরে বাহক হিসেবে কোনটি ব্যবহার করা হয়? (অনুধাবন)
- ③ সাইটোপ্লাজম ④ নিউক্লিওয়েড  
● পরাজমিড ⑤ মেসোসোম
৩৯. ট্রান্সজেনিক ব্যাকটেরিয়া থেকে মানুষের কোন হরমোন তৈরি করা হয়? (অনুধাবন)
- ③ থাইরক্সিন ④ অ্যাড্রিনালিন  
⑤ গোনাদোট্রোপিন ● ইনসুলিন
৪০. বর্তমানে কোনটি থেকে জিন প্রকৌশলীর দ্বারা বাণিজ্যিকভাবে ইনসুলিন তৈরি করা হচ্ছে? (অনুধাবন)
- ③ ব্যাকটেরিয়া ও ছত্রাক ④ Penicillium ও mucor  
⑤ E.coli ও Bacillus ● E.coli ও ইস্ট
৪১. কোনটি ই-ভেডার পশমের পরিমাণ ও গুণগত মান বৃদ্ধির জন্য জিন প্রযুক্তির দ্বারা ভেডার জিনোমে কোনটি স্থানান্তর করা হয়েছে? (জ্ঞান)
- ③ Syse ও Bt corn ④ CysM ও Bt corn  
⑤ Bt corn ও Bt cotton ● CysE ও CysM
৪২. জিন প্রকৌশল প্রযুক্তির মাধ্যমে বাণিজ্যিকভাবে ইস্টারফেরন উৎপন্ন করা হচ্ছে কোনটি থেকে? (জ্ঞান)
- ③ পেনিসিলিয়াম থেকে ④ ভাইরাস থেকে  
⑤ কলেরা ব্যাকটেরিয়া থেকে ● ইস্ট থেকে
৪৩. জিন প্রকৌশল দ্বারা উদ্ভাবিত কোন ব্যাকটেরিয়া পরিবেশকে দূষণমুক্ত করতে সক্ষম? (জ্ঞান)
- ③ E. coli ● Pseudomonas  
④ মৃতজীবি ব্যাকটেরিয়া ⑤ Bacillus
৪৪. জিনের পরিবর্তন ঘটায় ফসল তৈরির পদ্ধতি নিম্নোক্ত কোন বিষয়টির অন্তর্গত? (উচ্চতর দর্শন)
- ③ রেশম চাষ ④ মৌচাষ  
⑤ জীবপ্রযুক্তি বিদ্যা ● জেনেটিক্স
৪৫. যে রাসায়নিক কাঁচির সাহায্যে DNA তন্তুর নির্দিষ্ট স্থানে ছেদন করা হয় তার প্রকৃত নাম কী? (অনুধাবন)
- ③ পেকটিনেজ ④ অ্যামাইলেজ  
⑤ লাইগেজ ● রেস্ট্রিকশন এনজাইম
৪৬. জিবেরেলিন আবিষ্কার নিম্নলিখিতগুলোর মধ্যে কোনটির সঙ্গে সম্পর্কযুক্ত? (অনুধাবন)
- ③ গমের মরচে রোগ ● ধানের 'ব্যাকানি' রোগ  
④ আলুর লেট বরাইট রোগ ⑤ ধানের বরাস্ট রোগ
৪৭. জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং এ কোনটির পরিবর্তন ঘটানো হয়? (জ্ঞান)
- ③ নিউক্লিক এসিডের ④ RNA এর  
● DNA এর ⑤ প্রোটিনের
৪৮. রিকম্বিনেন্ট DNA প্রস্তুত করার প্রথম ধাপ কোনটি? (জ্ঞান)
- ③ DNA ছেদন ● কাক্সিত DNA নির্বাচন  
④ পোষক নির্বাচন ⑤ DNA লাইগেজ নির্বাচন
৪৯. কোন বিজ্ঞানী পরিবেশকে দূষণমুক্ত করতে সক্ষম এমন ব্যাকটেরিয়া আবিষ্কার করেন? (অনুধাবন)
- ③ কার্ল এরেকি ④ ড. মাকসুদুল হক  
● ড. এম. কে. চক্রবর্তী ⑤ জর্জ মরেল

### বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

৫০. জিনপ্রকৌশলে পরিবর্তন ঘটানো হয়—  
i. জিনের  
ii. RNA-এর  
iii. DNA-এর

- নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)
৫১. ট্রান্সজেনিক বিটি ভুট্টা, বিটি তুলা, বিটি ধান যেসব কীটপতঙ্গ প্রতিরোধী সেগুলো—  
i. কলিওপটেরা বর্গের  
ii. লেপিডোপটেরা বর্গের  
iii. আর্থ্রোপোডা বর্গের  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
● i ও ii    ② i ও iii    ③ ii ও iii    ④ i, ii ও iii
৫২. কৌলিগতভাবে পরিবর্তিত *E. coli* ব্যাকটেরিয়া ও ইস্ট হতে উৎপাদিত হচ্ছে—  
i. ইস্টারফেরন  
ii. ইনসুলিন  
iii. টিকা  
নিচের কোনটি সঠিক? (প্রয়োগ)  
① i    ② ii    ③ i ও ii    ● i, ii ও iii
৫৩. জিন প্রকৌশল প্রযুক্তির মাধ্যমে বাণিজ্যিকভাবে ইস্টারফেরন উৎপন্ন করা হচ্ছে—  
i. ছত্রাক থেকে  
ii. ইস্ট থেকে  
iii. ভাইরাস থেকে  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
● i ও ii    ② i ও iii    ③ ii ও iii    ④ i, ii ও iii
৫৪. জিন প্রকৌশল দ্বারা উদ্ভাবিত তেল ও হাইড্রোকার্বনকে দ্রবত নষ্ট করে —  
i. *E. coli*  
ii. *Pseudomonas*  
iii. *Bacillus*  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
① i    ● ii    ③ iii    ④ ii ও iii
৫৫. জিন প্রকৌশলীর দ্বারা বাণিজ্যিকভাবে ইনসুলিন তৈরি করা হচ্ছে—  
i. *E. coli* থেকে  
ii. ইস্ট থেকে  
iii. *Pseudomonas* থেকে  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
● i ও ii    ② i ও iii    ③ ii ও iii    ④ i, ii ও iii
৫৬. ট্রান্সজেনিক প্রাণী সৃষ্টি করা হয়—  
i. অপর প্রাণীর জিন প্রবেশ করিয়ে  
ii. বাহকের মাধ্যমে জিন প্রবেশ করিয়ে

- iii. DNA রিকম্বিনেন্ট-এর দ্বারা  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
① i    ② ii    ③ iii    ● i, ii ও iii
৫৭. বর্তমান সময়ে জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং-এর ব্যাপক ব্যবহার লব করা যায়—  
i. পরিবেশ রবায়  
ii. স্বাস্থ্য ষেত্রে  
iii. শস্য উন্নয়নে  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
① i ও ii    ② i ও iii    ③ ii ও iii    ● i, ii ও iii
৫৮. ট্রান্সজেনিক পশুভিত্তিক/জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং-এর মাধ্যমে যে ধান উদ্ভাবিত হয়েছে তার প্রধান বৈশিষ্ট্য—  
i. বেশি ভিটামিন 'বি' কমপেরক্স থাকে  
ii. বেশি বিটা-ক্যারোটিন থাকে  
iii. বেশি ভিটামিন A থাকে  
নিচের কোনটি সঠিক? (উচ্চতর দৰত)  
① i    ② ii    ③ iii    ● ii ও iii

### অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

নিচের চিত্রের আলোকে ৫৯ ও ৬০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



৫৯. চিত্রে 'A' অংশটিকে কী বলা হয়? (প্রয়োগ)  
① পোষক    ② কাক্সিকৃত জিন  
③ রিকম্বিনেন্ট DNA    ④ ক্রোন
৬০. 'C' কে কী বলে? (প্রয়োগ)  
① রিকম্বিনেন্ট    ② পোষক কাক্সিকৃত জিন  
③ রিকম্বিনেন্ট পরাজমিড    ● ব্যাকটেরিয়া ক্রোন



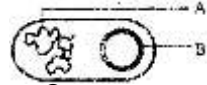
### নির্বাচিত বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

৬১. ইস্টারফেরন তৈরি করা হয় কোনটি থেকে?  
① *E. coli*    ● ইস্ট    ③ TMV    ④ GMO
৬২. ধানে নিচের কোনটি যোগ করার প্রচেষ্টা চলছে?  
① ক্যালসিয়াম    ② অয়রন    ③ রৌরিন    ④ আয়োডিন
৬৩. কোন গাছটির বংশবৃদ্ধি অত্যন্ত সময় সাপেবে?  
① জারবল    ② ইপিল ইপিল    ● জোজোবা    ④ চন্দ্রমল্লিকা
৬৪. জোজোবা কী?  
● গাছ    ② মাছ    ③ গবাদি পশু    ④ জীবাস্থা
৬৫. জিন প্রকৌশলের মাধ্যমে স্ট্রুট নতুন বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন জীবকে কী বলে?  
● GMO    ② GOM    ③ GLO    ④ GML
৬৬. কোনটি হতে হেপাটাইটিস-বি ভাইরাসের টিকা তৈরি করা হয়?  
① টিস্যুকালচার    ● জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং  
② জেনেটিক্স    ③ বায়োটেকনোলজি
৬৭. টিস্যুকালচারের উদ্দেশ্যে উদ্ভিদের যে অংশ পৃথক করে নিয়ে ব্যবহার করা হয় তার নাম কী?  
① অগুচারা    ② অটোরেন্ট    ● এক্সপ্লান্ট    ④ ক্যালাস
৬৮. রকেট ইঞ্জিন চালাতে কোন মাছের তেল ব্যবহার করা হয়?

- তিমি    ② হাঙ্গার    ③ বোয়াল    ④ স্যামন
৬৯. কোন এনজাইম DNA কাটার জন্য ব্যবহৃত হয়?  
① লাইগেজ    ● রেস্ট্রিকশন    ③ অ্যামাইলেজ    ④ লাইপেজ
৭০. P চিত্রের নাম কী?  
① বহুকপি পরাজমিড    ● রিকম্বিনেন্ট DNA  
② একক কপি পরাজমিড    ③ ট্রান্সফরমার DNA
৭১. মেরিস্টেম কালচার করা হয়—  
● ভাইরাস মুক্ত উদ্ভিদ তৈরির জন্য    ② ব্যাকটেরিয়া মুক্ত উদ্ভিদ তৈরির জন্য  
③ ছত্রাক মুক্ত উদ্ভিদ তৈরির জন্য    ④ উদ্ভিদ সংকরায়নের জন্য
৭২. নিচের কোনটির জন্য টিস্যু কালচার মিডিয়ামে অ্যাগার যোগ করা হয়?  
① কার্বনের উৎস    ② নাইট্রোজেনের উৎস  
③ বৃদ্ধি নিয়ন্ত্রক হিসেবে    ● মিডিয়াম জমাট বাঁধার জন্য
৭৩. রকেট, উড়োজাহাজ চালানোর জন্য কোন গাছের তেল ব্যবহার করা হয়?  
① গরাদিওলাস    ② কার্নেশান    ③ ইপিল ইপিল    ● জোজোবা

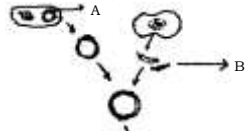
৭৪. জীবাণুমুক্ত আবাদ প্রতিষ্ঠায় অটোক্লেভ যন্ত্রে কত তাপমাত্রা ব্যবহৃত হয়?  
 ① ১১১°C ② ১২১°C ③ ১২১°C ④ ১২২°C
৭৫. নিচের কোন বানানটি সঠিক?  
 ● *Bacillus thuringiensis* ② *Becillus thuringiensis*  
 ③ *Bacillus thurengiensis* ④ *Bacillus thurengiensis*
৭৬. jojoba গাছ কোথায় জন্মে?  
 ● ক্যালিফোর্নিয়ায় ② সাহারা  
 ③ জ্যামাইকায় ④ চেরাপুঞ্জিতে
৭৭. গাঁজন এবং চোলাইকরণের প্রযুক্তিবিজ্ঞান মানুষ কত বছর আগে রপ্ত করেছিল?  
 ① ৫০০০ ② ৬০০০ ③ ৭০০০ ● ৮০০০
৭৮. উড়োজাহাজ, রকেট প্রভৃতি ভারী ইঞ্জিন চালাতে তিমি মাছের তেলের পরিবর্তে কোন গাছের নিষ্কাশিত তৈল ব্যবহৃত হয়?  
 ① গরাদিওলাস ② কানেশান ③ জরবল ● জোজোবা
৭৯. ইস্টারফেরন তৈরি করা হয় কোনটি থেকে?  
 ① *E.coli* ② ইস্ট ③ TMV ● GMO
৮০. গরুর দুধে আমিষের পরিমাণ বৃদ্ধির জন্য নিম্নের কোন জিন স্থানান্তর করা হয়েছে?  
 ① বিটা-ক্যারোটিন ② Cys-E  
 ③ CysM ● Protein-C
৮১. থাইল্যান্ড টিসুকালচার পদ্ধতির মাধ্যমে এক বছরে কত মিলিয়ন অণুচারা তৈরি করে?  
 ● ৫০ ② ৬০ ③ ৭০ ④ ৮০
৮২. আবাদ মাধ্যমকে কোন যন্ত্রে রেখে জীবাণুমুক্ত করা হয়?  
 ● অটোক্লেভ ② সেন্সিটিভিউগাল  
 ③ স্পেকটোফটোমিটার ④ থার্মোফ্লাক্স
৮৩. হেপাটাইটিস বি-ভাইরাসের টিকা তৈরি করা হয় কোনটি হতে?  
 ① ব্যাকটেরিয়া ② ভাইরাস ● ইস্ট ④ প্রোটোজোয়া
৮৪. বিটি ধান কোন দেশে উদ্ভাবিত হয়েছে?  
 ① বাংলাদেশ ② জাপান ③ মায়ানমার ● চীন
৮৫. কোনটির আক্রমণে আলুর লেট বরাইট রোগ হয়?  
 ① ভাইরাস ● ছত্রাক ③ ব্যাকটেরিয়া ④ প্রোটোজোয়া
৮৬. জৈব প্রযুক্তির মাধ্যমে মানব কল্যাণে ব্যবহার করা যায়?  
 i. অণুজীব  
 ii. উদ্ভিদ দ্রব্যাদি  
 iii. প্রাণিজ সম্পদ  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ① i ও ii ② i ও iii ③ ii ও iii ● i, ii ও iii
৮৭. জীব প্রযুক্তির প্রয়োগ হয়—  
 i. গাঁজনে ii. টিস্যু কালচারে  
 iii. জিএমও উৎপাদনে  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ① i ও ii ② i ও iii ③ ii ও iii ● i, ii ও iii
৮৮. জিন প্রকৌশলের ব্যাপক ব্যবহার লব করা যায়—  
 i. চিকিৎসা বেত্রে ii. প্রাণী উন্নয়নে  
 iii. পরিবেশ রবায়  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ① i ও ii ② i ও iii ③ ii ও iii ● i, ii ও iii
৮৯. জিন প্রকৌশলের মাধ্যমে মাছের আকার ৬০ ভাগ পর্যন্ত বৃদ্ধি করা হয়েছে—  
 i. তেলাপিয়ার ii. মাগুরের  
 iii. শিং মাছের  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ● i ও ii ② i ও iii ③ ii ও iii ④ i, ii ও iii
৯০. DNA অনুপস্থিত—  
 i. TMV ii. *Homo sapiens*  
 iii. *Panthera tigris*  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ● i ② ii ③ iii ④ i, ii ও iii
৯১. আধুনিক জীব প্রযুক্তির মধ্যে রয়েছে—

- i. বতিকর পোকাকার আক্রমণ প্রতিহতকারী ফসল উৎপাদনে  
 ii. উচ্চ ফলনশীল ধান উৎপাদনে  
 iii. AIDS-এর চিকিৎসায়  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ● i ও ii ② i ও iii ③ ii ও iii ④ i, ii ও iii
৯২. জীবপ্রযুক্তিতে ব্যবহৃত হয়—  
 i. অণুজীব ii. টিস্যু  
 iii. অ্যাপার  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ① i ও ii ② i ও iii ③ ii ও iii ● i, ii ও iii
- নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ৯৩ ও ৯৪নং প্রশ্নের উত্তর দাও :  
 জিন প্রকৌশলী রহিম সাহেব দুটি লেবুর জাত থেকে অধিক ফলনশীল রোগ প্রতিরোধী জাত উদ্ভাবন করেন। তিনি স্বাভাবিক প্রক্রিয়ায় চারা উৎপাদন না করে ল্যাবে বিশেষ প্রক্রিয়ায় চারা উৎপাদন করেন।
৯৩. রহিম সাহেবের চারা উৎপাদন প্রক্রিয়াটি কী?  
 ● টিস্যুকালচার ② জিন ক্লোনিং  
 ③ রিকম্বিনেন্ট DNA ④ জিন প্রকৌশল
৯৪. উদ্দীপকে জাত উন্নয়নের প্রযুক্তিটি সম্পর্কে তথ্য হলো—  
 i. এর মাধ্যমে RNA -এর কাজিত অংশ স্থানান্তর করা হয়  
 ii. *E.Coli* ব্যাকটেরিয়া হতে বাণিজ্যিক ইনসুলিন তৈরি হচ্ছে  
 iii. এর মাধ্যমে গরুর দুধে আমিষের পরিমাণ বৃদ্ধি করা হয়েছে  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ① i ও ii ② i ও iii ● ii ও iii ④ i, ii ও iii
- নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ৯৫ ও ৯৬নং প্রশ্নের উত্তর দাও :  
 উন্নত প্রযুক্তির কৌশল কাজে লাগিয়ে আজকাল উদ্ভিদ প্রজননের বেত্রে এবং উন্নত জাত উদ্ভাবনে বাংলাদেশ অনেক দূর এগিয়ে গেছে। এই পদ্ধতিতে থাইল্যান্ড, সিঙ্গাপুর, মালয়েশিয়া প্রভৃতি দেশেও ফুল রপ্তানি করে কোটি কোটি টাকার বৈদেশিক মুদ্রা অর্জন করে।
৯৫. উক্ত উন্নত প্রযুক্তির নাম কী?  
 ① বায়োপারল্ট ② জিএমও  
 ● টিস্যু কালচার ④ কলম কাটা
৯৬. উক্ত প্রক্রিয়ায় মেরিস্টেম থেকে উৎপন্ন হয়—  
 i. সিম্বিডিয়াম ii. ডালিয়া  
 iii. আলুগাছ  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ① i ও ii ② ii ও iii ③ i ও iii ● i, ii ও iii
- নিচের চিত্রটি লব কর এবং ৯৭ ও ৯৮নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



৯৭. B অংশটির নাম কী?  
 ① নিউক্লিয়াস ● পরাজমিড  
 ② রিকম্বিনেন্ট DNA ③ জিন
৯৮. চিত্রের জীবাণু হতে যে হরমোন তৈরি করা হচ্ছে সেটি—  
 i. ইনসুলিন ii. মানববৃদ্ধির হরমোন  
 iii. মাছের বৃদ্ধি হরমোন  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ● i ও ii ② i ও iii ③ ii ও iii ④ i, ii ও iii

নিচের চিত্র থেকে ৯৯ ও ১০০নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



৯৯. উদ্ভীপকের চিত্রে A অংশের নাম কী?



## এ অধ্যায়ের পাঠ সমন্বিত বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১০১. আজকের আধুনিক জীবপ্রযুক্তির উন্মেষ ঘটেছে যাদের আবিষ্কারের ফলে তাঁরা হলেন—  
i. জর্জ মোরেল ii. ওয়াটসন ও ক্রিক  
iii. গ্রেগর মেন্ডেল  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
Ⓐ i ও ii Ⓑ ii ও iii Ⓒ i, ii ও iii
১০২. উড়োজাহাজ ও রকেটের ভারী ইঞ্জিন চালানোর জন্য তেল পাওয়া যায়—  
i. CysE এবং CysM ভেড়া হতে ii. তিমি মাছ হতে  
iii. জোজোবা গাছ হতে  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
Ⓐ i ও ii Ⓑ ii ও iii Ⓒ i, ii ও iii
১০৩. টিস্যুকালচারে অত্যাবশ্যকীয়—  
i. জীবাণুমুক্ত মিডিয়াম ii. পুষ্টিসমৃদ্ধ মিডিয়াম  
iii. রেস্ট্রিকশন এনজাইম  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
Ⓐ i ও ii Ⓑ ii ও iii Ⓒ i, ii ও iii
১০৪. জিনপ্রকৌশলের মাধ্যমে উদ্ভাবিত জীবটি—  
i. ট্রান্সজেনিক ii. যুঁই সাসপেনসন  
iii. GMO  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
Ⓐ i ও ii Ⓑ i ও iii Ⓒ ii ও iii Ⓓ i, ii ও iii
১০৫. রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তিতে ব্যবহৃত প্রয়োজনীয় উপাদান —  
i. পোষক ii. অটোফ্লোড যন্ত্র  
iii. রেস্ট্রিকশন এনজাইম  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
Ⓐ i ও ii Ⓑ i ও iii Ⓒ ii ও iii Ⓓ i, ii ও iii
১০৬. ভেড়ার পশমের পরিমাণ ও গুণগত মান বৃদ্ধির জন্য ভেড়ার জিনোমে স্থানান্তর করা হয়েছে—  
i. CysE জিন ii. সিম্বিডিয়াম অর্কিড  
iii. CysM জিন  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
Ⓐ i ও ii Ⓑ i ও iii Ⓒ ii ও iii Ⓓ i, ii ও iii
১০৭. *Bacillus thuringiensis* নামক ব্যাকটেরিয়ার জিন শস্যে প্রবেশ করিয়ে উৎপন্ন করা হয়েছে—  
i. Bt corn ii. Oil palm  
iii. Bt Cotton  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
Ⓐ i Ⓑ ii Ⓒ i ও ii Ⓓ i ও iii
১০৮. DNA রিকম্বিনেন্ট দ্বারা বাইরে থেকে প্রাপ্ত কাক্সিকৃত জিনসহ জীব—  
i. মেরিস্টেম ii. ট্রান্সজেনিক জীব  
iii. এক্সপার্সট  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
Ⓐ i Ⓑ ii Ⓒ iii Ⓓ i ও ii
১০৯. জেনোটিক ইঞ্জিনিয়ারিং-এ জিন স্থানান্তরে বাহক হিসেবে ব্যবহার করা হয়—  
i. ক্যালাস ii. পরাজমিড iii. অণুচারা  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
Ⓐ i Ⓑ ii Ⓒ iii Ⓓ ii ও iii
১১০. জীবপ্রযুক্তিতে ব্যবহৃত হয়—  
i. অণুজীব ii. টিস্যু iii. ক্যালাস

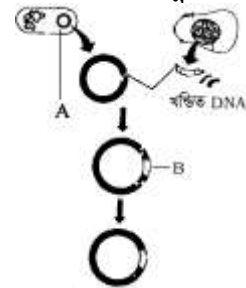
- Ⓐ RNA Ⓑ DNA  
● পরাজমিড Ⓓ রেস্ট্রিকশন এনজাইম
১০০. চিত্রের B অংশটিকে কী বলে?  
Ⓐ DNA Ⓑ RNA  
Ⓒ পোষক জিন ● কাক্সিকৃত জিন

- নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
Ⓐ i ও ii Ⓑ i ও iii Ⓒ ii ও iii ● i, ii ও iii
১১১. জীবপ্রযুক্তির উন্মেষে বড় অবদান রয়েছে—  
i. কোলিতত্ত্বের আবিষ্কার  
ii. সিম্বিডিয়াম অর্কিডের মেরিস্টেম আবিষ্কার  
iii. ডিএনএ ডাবল হেলিক্স মডেল আবিষ্কার  
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
Ⓐ i ও ii Ⓑ ii ও iii ● i ও iii Ⓒ i, ii ও iii

অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

- নিচের উদ্ভীপকটি পড়ে ১১২ – ১১৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :  
গণি সাহেব বেতের ভালো জাতের আলুগাছ নিয়ে ল্যাবরেটরিতে বিপুল পরিমাণে চারা উৎপাদন করে তার বেতে লাগাল। উন্নত জাতের চারা ও বিজ্ঞ হতে এবার সে বিপুল ফলন পেল।
১১২. গণি সাহেব কোন প্রযুক্তি ব্যবহার করেছিলেন? (অনুধাবন)  
Ⓐ জিন প্রযুক্তি ● টিস্যুকালচার  
Ⓑ রিকম্বিনেন্ট DNA Ⓒ এনজাইম প্রযুক্তি
১১৩. থাইল্যান্ডে ব্যাপকভাবে উপরে বর্ণিত প্রযুক্তি ব্যবহার করা হয়—  
i. টমেটো চাষে ii. অর্কিড চাষে  
iii. বিটা-ক্যারোটিন স্থানান্তর করে  
নিচের কোনটি সঠিক? (প্রয়োগ)  
Ⓐ i ● ii Ⓑ iii Ⓒ ii ও iii
১১৪. গণি সাহেবের উক্ত পদ্ধতিতে আলু চারা উৎপাদনের কারণ—  
i. জীবাণুমুক্ত চারা উৎপাদন ii. অল্প স্থানে অনেক চারা উৎপাদন  
iii. তাইরাসমুক্ত চারা উৎপাদন  
নিচের কোনটি সঠিক? (প্রয়োগ)  
Ⓐ i ও ii Ⓑ i ও iii Ⓒ ii ও iii ● i, ii ও iii

নিচের চিত্রের আলোকে ১১৫ – ১১৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



১১৫. চিত্রে 'A' অংশের নাম কী? (প্রয়োগ)  
Ⓐ মেরিস্টেম Ⓑ অ্যাগার  
● পরাজমিড Ⓓ রেস্ট্রিকশন এনজাইম
১১৬. চিত্রের B অংশটি কী? (প্রয়োগ)  
Ⓐ ক্যালাস Ⓑ এক্সপার্সট Ⓒ পোষক জিন ● কাক্সিকৃত জিন
১১৭. চিত্রের প্রক্রিয়াটিতে উৎপন্ন হয়েছে—  
i. রিকম্বিনেন্ট DNA- পরাজমিড ii. কাক্সিকৃত অণুচারা  
iii. কাক্সিকৃত DNA-এর সংযোজন  
নিচের কোনটি সঠিক? (উচ্চতর দর্শন)  
Ⓐ i ও ii ● i ও iii Ⓑ ii ও iii Ⓒ i, ii ও iii



## অনুশীলনার সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর



### প্রশ্ন-১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

জিন প্রকৌশলী ড. হায়দারের বাগানের লেবু গাছগুলোতে প্রচুর লেবুর ফলন হলেও গাছগুলো দ্রুত রোগাক্রান্ত হয়ে মারা যায়। তিনি লব করলেন তার বাড়ির পাশের জঙ্গলে একজাতের লেবু গাছ রয়েছে যাতে খুব একটা লেবু না হলেও গাছগুলো দীর্ঘদিন বেঁচে থাকে। এ দুটি লেবুর জাত থেকে তিনি অধিক ফলনশীল রোগ প্রতিরোধী একটি জাত উদ্ভাবন করলেন। তিনি স্বাভাবিক প্রক্রিয়ায় এর চারা উৎপাদন না করে ল্যাবে বিশেষ প্রক্রিয়ায় এর চারা তৈরি করলেন।

- ক. জীবপ্রযুক্তি কী?  
খ. GMO বলতে কী বুঝায়?  
গ. ড. হায়দারের লেবুগাছের জাত উন্নয়নের কৌশল ব্যাখ্যা কর।  
ঘ. ড. হায়দারের বিশেষ প্রক্রিয়ায় চারা তৈরি করার কারণ বিশ্লেষণ কর।

### ▶◀ ১নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

- ক. জীবপ্রযুক্তির বা বায়োটেকনোলজি জীববিজ্ঞানের একটি ফলিত শাখা।  
খ. জিন প্রকৌশল বা জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং এর মাধ্যমে DNA এর কৃত্রিম অংশ ব্যাকটেরিয়া থেকে মানুষে, উদ্ভিদ থেকে প্রাণীতে, প্রাণী থেকে উদ্ভিদে স্থানান্তর সম্ভব হয়েছে। এর ফলে সৃষ্ট নতুন বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন এই জীবকে বলা হয় GMO (Genetically Modified Organism)।  
গ. ড. হায়দার লেবুগাছের জাত উন্নয়নের জন্য জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং বা রিকম্বিনেন্ট DNA-প্রযুক্তি অবলম্বন করেন। তিনি ট্রান্সজেনিক লেবুগাছ উৎপন্ন করার জন্য বন্যজাতের লেবু থেকে অধিক ফলনশীল ও রোগ প্রতিরোধী জিনকে তাঁর বাড়ির লেবুর জাতে স্থানান্তর করেন। এ স্থানান্তরের জন্য তিনি ল্যাবে GMO বা রিকম্বিনেন্ট DNA প্রস্তুত করার ধাপগুলো অনুসরণ করেন। ধাপগুলো হলো :  
(১) বিশেষ পদ্ধতিতে বন্যজাতের লেবুর জিনের অধিক ফলনশীল ও রোগপ্রতিরোধী DNA নির্বাচন।  
(২) একটি বাহক নির্বাচন, যার মাধ্যমে কৃত্রিম DNA খণ্ডটি স্থানান্তর করা সম্ভব।

- (৩) নির্দিষ্ট স্থানে DNA অণুকে ছেদন করার জন্য প্রয়োজনীয় রেস্ট্রিকশন এনজাইম নির্বাচন।  
(৪) ছেদনকৃত DNA খণ্ডসমূহ লাইগেজ এনজাইমের সাহায্যে বাহকের DNA-এর সঙ্গে যুক্তকরণ।  
(৫) কৃত্রিম DNA সহ বাহক DNA এর অনুলিপনের জন্য একটি পোষক নির্বাচন।  
(৬) DNA খণ্ড সমন্বয়ে প্রস্তুতকৃত রিকম্বিনেন্ট DNA এর বহিঃপ্রকাশ মূল্যায়ন এবং পরবর্তীতে উদ্ভিদ দেহের কোষের প্রোটোপ্লাজমে প্রবেশকরণ।  
(৭) অতঃপর টিস্যু কালচারের মাধ্যমে নতুন উন্নত জাতের উদ্ভিদের সংখ্যা বৃদ্ধিকরণ এবং বাইরের পরিবেশে স্থানান্তর। উপরিস্থিত কৌশলসমূহ অবলম্বন করে ড. হায়দার লেবু গাছের জাত উন্নয়ন করলেন।

- ঘ. ড. হায়দার তাঁর উদ্ভাবিত ট্রান্সজেনিক লেবু জাতের চারার সংখ্যা দ্রুত বৃদ্ধির জন্য ল্যাবে টিস্যুকালচার পদ্ধতি অবলম্বন করেন। টিস্যু কালচার পদ্ধতিতে স্বল্প সময়ে কম জায়গার মধ্যে যথেষ্ট সংখ্যক চারা উৎপাদনের সুবিধা থাকায় চারা মজুদের সমস্যা এড়াতে যায়। ঋতুভিত্তিক চারা উৎপাদনের সীমাবদ্ধতা থেকে মুক্ত হওয়া যায়। এ পদ্ধতিতে উদ্ভিদের বর্ধনশীল অঙ্গের ক্ষুদ্র অংশ যেমন- মূল, কান্ড, পাতা, অঙ্কুরিত চারার বিভিন্ন অংশ ইত্যাদি নির্ধারিত জীবাণু মুক্ত আবাদ মাধ্যমে ল্যাবে নিয়ন্ত্রিত পরিবেশে আবাদ করা হয়। টিস্যুকালচারের ফলে এসব বর্ধনশীল অঙ্গ থেকে অসংখ্য অণুচারা উৎপন্ন হয়। এসব অণুচারার প্রত্যেকটি পরে উপযুক্ত পরিবেশে পৃথক পৃথক পূর্ণাঙ্গ উদ্ভিদে পরিণত হয়। এ প্রযুক্তি ব্যবহার করে অল্প স্থানে নিয়ন্ত্রিত পরিবেশে লাখ লাখ রোগমুক্ত ও মাতৃ উদ্ভিদের বৈশিষ্ট্যযুক্ত কৃত্রিম চারা করা সম্ভব হচ্ছে। উপরে উল্লিখিত সুবিধাসমূহের কারণেই ড. হায়দার তার উদ্ভাবিত উন্নত জাতের ট্রান্সজেনিক জাতের লেবু চারা অল্প জায়গায় দ্রুত তৈরির জন্য টিস্যুকালচার প্রযুক্তি অবলম্বন করেন।



## গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর



### প্রশ্ন-২ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

রানা পরাজায় দুর্ঘটনায় মৃতদেহ বিকৃত হবার কারণে আত্মীয়-স্বজনেরা তাদের আপনজনদের শনাক্তকরণে ব্যর্থ হয়। ফলে কর্তৃপক্ষ একটি বিশেষ পদ্ধতিতে তাদের শনাক্তকরণের ব্যবস্থা করেন। চিকিৎসাবিজ্ঞানের এ পদ্ধতির সাহায্যে অপরাধী শনাক্তকরণ করা হচ্ছে।

- ক. জিন কী? ১  
খ. বিবর্তন বলতে কী বোঝায়? ২  
গ. কর্তৃপক্ষের গৃহীত পদ্ধতি কীভাবে সম্পন্ন হবে— ব্যাখ্যা কর। ৩  
ঘ. উক্ত ধরনের প্রযুক্তি অর্থনৈতিক উন্নতির সাথে সম্পর্কিত— যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

### ▶◀ ২নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

- ক. জিন হলো জীবের সব দৃশ্য ও অদৃশ্যমান বৈশিষ্ট্য নিয়ন্ত্রণকারী একক।

- খ. পৃথিবীতে বর্তমানে যত জীব আছে তারা বিভিন্ন সময়ে এই ভূমণ্ডলে আবির্ভূত হয়েছে। যাদের কিছু সংখ্যক বিলুপ্ত হয়েছে আবার কোনো জীব ধীরে ধীরে পরিবর্তন ও অভিযোজন ঘটিয়ে এখনও টিকে আছে। এ প্রক্রিয়াকেই বিবর্তন বলে।

- গ. উদ্দীপকের রানা পরাজায় দুর্ঘটনায় মৃতদেহ বিকৃত হওয়ায় আত্মীয়-স্বজনেরা তাদের শনাক্ত করতে ব্যর্থ হওয়ায় কর্তৃপক্ষ ডিএনএ টেস্টের মাধ্যমে শনাক্ত করার ব্যবস্থা নিয়েছে। ডিএনএ টেস্টের বিজ্ঞানভিত্তিক পদ্ধতিকে বলা হয় ডিএনএ ফিঙ্গার প্রিন্টিং। ডিএনএ টেস্ট সম্পন্ন করার জন্য প্রথমে প্রয়োজন হয় জৈবিক নমুনা। জৈবিক নমুনা হতে পারে ব্যক্তির হাড়, দাঁত, চুল, রক্ত, লালা, টিস্যু ইত্যাদি। এ সকল নমুনার যেকোনো একটি নিয়ে তার ডিএনএ নকশা গবেষণাগারে তৈরি করা হবে। এরপর দাবিকৃত আত্মীয় অথবা মাতা অথবা স্বামী অথবা পিতার দেহের কোষের ডিএনএ নকশা প্রস্তুত করতে হবে। অতঃপর দুর্ঘটনায় নিহত মৃতদেহের ডিএনএ চিত্রের সাথে দাবিকৃত ব্যক্তির ডিএনএ

চিহ্নের সাথে মিলিয়ে যদি ৯৯.৯% মিল পাওয়া যায় তাহলে তার দাবিকৃত মৃতদেহটি তার আত্মীয় বলে গণ্য করা হবে।

ঘ. উদ্ভীপকে যে প্রযুক্তি ব্যবহৃত হয়েছে তাহলো জীবপ্রযুক্তি বা রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তি।

রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তির দ্বারা বাহকের মাধ্যমে কাক্সিকৃত জিন জীবের কোষের জিনের সাথে সংযোজিত করে ট্রান্সজেনিক উদ্ভিদ ও প্রাণী সৃষ্টি করা হয়।

ট্রান্সজেনিক উদ্ভিদ কৃষিক্ষেত্রে উল্লেখযোগ্য উন্নতি এনেছে। এগুলো আগাছানাশক সহনশীলতা সম্পন্ন ট্রান্সজেনিক উদ্ভিদ। জমিতে আগাছা দমনের জন্য আগাছানাশক ওষুধ প্রয়োগ করার সঙ্গে সঙ্গে আগাছা মারা যায়। কিন্তু এই আগাছানাশকে ট্রান্সজেনিক ভুট্টা, তুলা, ক্যানোলা, টমেটো গাছগুলো মারা যায় না। ট্রান্সজেনিক বিটি ভুট্টা, বিটি তুলা, বিটি ধান বতিকর পোকামাকড় প্রতিরোধী। এ শস্যগুলো নিজেদের দেহে টক্সিন তৈরি করে পতঙ্গ আক্রমণকে প্রতিরোধ করতে পারে। প্রধানত ভাইরাস, ছত্রাক ও ব্যাকটেরিয়া জাতীয় পরজীবীর আক্রমণে ফসল নষ্ট হয়। ট্রান্সজেনিক-শস্য উদ্ভব করে বিজ্ঞানীরা এ ধরনের প্যাথোজেনকে দমনে সক্ষম হয়েছেন।

আবার ট্রান্সজেনিক গরু উদ্ভাবনের মাধ্যমে মাংসের উৎপাদন বৃদ্ধির সাথে সাথে মানুষের মাতৃদুগ্ধের অতি প্রয়োজনীয় প্রোটিন ল্যাকটোফেরিনও পাওয়া যাচ্ছে। ট্রান্সজেনিক ভেড়া উদ্ভাবন করে মাংস বৃদ্ধি এবং শরীরের সমৃদ্ধির প্রক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করা হয়েছে। উদ্ভাবিত হয়েছে ট্রান্সজেনিক ছাগল। এসব ছাগলের দুধে পাওয়া যায় বিশেষ ধরনের প্রোটিন, যা জমাট রক্তকে গলিয়ে করোনার প্রমোশিস থেকে মানুষকে রক্ষা করছে।

অতএব, উপরিউক্ত আলোচনা থেকে প্রতীয়মান হয় যে, উক্ত জিন প্রকৌশল প্রযুক্তি অর্থনৈতিক উন্নতির সাথে ওতপ্রোতভাবে সম্পর্কিত।

#### প্রশ্ন-৩৩ নিচের উদ্ভীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

মি. সালাম পরীবাগারে রিকম্বিনেন্ট প্রযুক্তিকে কাজে লাগিয়ে আগাছাসহিষ্ণু জাতের টমেটো উৎপাদনের জন্য এক ধরনের ব্যাকটেরিয়া থেকে আগাছাসহিষ্ণু জিন টমেটোতে স্থানান্তর করেন।

- ক. RNA এর পূর্ণরূপ কী? ১
- খ. আবাদ মাধ্যম বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. উদ্ভীপকে উল্লিখিত উক্ত কাজটি মি. সালাম কীভাবে সম্পন্ন করবেন? ব্যাখ্যা কর। ৩
- ঘ. উক্ত পদ্ধতির ব্যবহারে বাংলাদেশের অর্থনৈতিক উন্নতি সম্ভব- বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

- ক. RNA এর পূর্ণরূপ প রাইবোনিউক্লিক এসিড (Ribonucleic Acid).
- খ. উদ্ভিদের বৃদ্ধির জন্য অত্যাবশ্যকীয় খনিজ পুষ্টি, ভিটামিন, ফাইটোহরমোন, সুক্রোজ এবং জমাট বাঁধার উপকরণ যেমন অ্যাগার সঠিক মাত্রায় মিশিয়ে যে মাধ্যম তৈরি করা হয় তাকে আবাদ মাধ্যম বলে। টিস্যুকালচার প্রযুক্তিতে নির্বাচিত মাতৃউদ্ভিদের এক্সপ্ল্যান্ট স্থাপনের জন্য আবাদ মাধ্যম প্রস্তুত করতে হয়।
- গ. উদ্ভীপকে উল্লিখিত উক্ত কাজটি মি. সালাম রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তির সাহায্যে সম্পন্ন করবেন।  
এর জন্য তিনি নিম্নলিখিত ধাপগুলো অবলম্বন করবেন—
- ১) ব্যাকটেরিয়া থেকে কাক্সিকৃত DNA নির্বাচন।
  - ২) একটি বাহক নির্বাচন যার মাধ্যমে কাক্সিকৃত DNA খণ্ডটি স্থানান্তর করা সম্ভব।
  - ৩) নির্দিষ্ট স্থানে DNA অণুকে ছেদন করার জন্য প্রয়োজনীয় রেস্ট্রিকশন এনজাইম নির্বাচন।

৪) ছেদনকৃত DNA খণ্ডসমূহ সংযুক্ত করার জন্য DNA লাইগেজ এনজাইম নির্বাচন।

৫) কাক্সিকৃত DNA সহ বাহক DNA এর অনুলিপনের জন্য একটি পোষক নির্বাচন।

৬) কাক্সিকৃত DNA খণ্ড সমন্বয়ে প্রস্তুতকৃত রিকম্বিনেন্ট DNA এর বহিঃপ্রকাশ মূল্যায়ন।

৭) এরপর কাক্সিকৃত বৈশিষ্ট্য জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং এর মাধ্যমে টমেটো গাছে স্থানান্তরের দ্বারা আগাছা সহিষ্ণু ট্রান্সজেনিক টমেটো প্রজাতি উদ্ভাবন।

ঘ. সৃজনশীল ২(ঘ) নং প্রশ্নের উত্তর দেখ।

#### প্রশ্ন-৪৮ নিচের উদ্ভীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

দশম শ্রেণির ছাত্র হাসান নার্সারিতে গিয়ে জানতে পারে বর্তমানে উদ্ভিদ বিজ্ঞানীরা এক বিশেষ পদ্ধতিতে অল্প জায়গায় অল্প সময়ে যৌন প্রজননে অবম উদ্ভিদের রোগমুক্ত অধিক সংখ্যক চারা উৎপাদন করতে সক্ষম হয়েছেন। যার ফলে এসব উদ্ভিদের চাষের মাধ্যমে অর্থনৈতিক উন্নয়ন ঘটানো সম্ভব হয়েছে।

- ক. GMO কী? ১
- খ. জীবে প্রজাতিগত বৈচিত্র্য বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটি বর্ণনা কর। ৩
- ঘ. অর্থনৈতিক উন্নয়নে উক্ত প্রক্রিয়াটি কী ধরনের প্রভাব ফেলেতে পারে? বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৪৮ নং প্রশ্নের সমাধান

ক. জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং এর মাধ্যমে উদ্ভাবিত নতুন বৈশিষ্ট্যযুক্ত জীব হলো GMO বা Genetically Modified Organism.

খ. জীবে প্রজাতিগত বৈচিত্র্য বলতে পৃথিবীতে বিরাজমান জীবসমূহের মোট প্রজাতির সংখ্যাকে বোঝায়। কারণ—  
পৃথকযোগ্য বৈশিষ্ট্যই এক প্রজাতি থেকে অন্য প্রজাতি ভিন্ন। যেমন— বাঘের সাথে হরিণের আকার, স্বভাব, হিংস্রতা, সংখ্যা বৃদ্ধির ধরন ভিন্ন হয়ে থাকে। এক প্রজাতির সাথে অন্য প্রজাতির বিভিন্ন বিষয়ে ভিন্নতাই প্রজাতিগত বৈচিত্র্য।

গ. উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটি হলো টিস্যুকালচার প্রযুক্তি।  
টিস্যুকালচার প্রযুক্তির ধাপগুলো নিচে বর্ণনা করা হলো—  
**মাতৃউদ্ভিদ নির্বাচন :** উন্নত গুণসম্পন্ন, স্বাস্থ্যবান ও রোগমুক্ত উদ্ভিদকে এক্সপ্ল্যান্টের জন্য নির্বাচন করা হয়।  
**আবাদ মাধ্যম তৈরি :** উদ্ভিদের বৃদ্ধির জন্য প্রয়োজনীয় পুষ্টি, ভিটামিন, ফাইটোহরমোন, সুক্রোজ প্রভৃতি অ্যাগারে সঠিক মাত্রায় মিশিয়ে আবাদ মাধ্যম তৈরি করা হয়।

**জীবাণুমুক্ত আবাদ প্রতিষ্ঠা :** আবাদ মাধ্যমকে অটোক্লেভ যন্ত্রে রেখে জীবাণুমুক্ত করতে হয়। জীবাণুমুক্ত আবাদ মাধ্যমে এক্সপ্ল্যান্টগুলোকে স্থাপন করে নির্দিষ্ট আলো ও তাপমাত্রায় বর্ধনের জন্য রাখা হয়। এক পর্যায়ে টিস্যু বারবার বিভাজিত হয়ে অণুচারা বা ক্যালাস—এ পরিণত হয়। ক্যালাস পরবর্তীতে একাধিক অণুচারা তৈরি করে।

**মূল উৎপাদনের মাধ্যমে স্থানান্তর :** উৎপাদিত চারা গাছে মূল তৈরি না হলে বিটপগুলো বিচ্ছিন্ন করে তাদের পুনরায় মূল উৎপাদনকারী আবাদ মাধ্যমে স্থাপন করা হয়।

**মাঠ পর্যায়ে স্থানান্তর :** মূলযুক্ত চারা অ্যাগার মুক্ত করে মাটি ভরা ছোট পাত্রে স্থানান্তর করা হয়। চারাগুলো মাঝে মাঝে কবের বাইরে রেখে প্রাকৃতিক পরিবেশের সাথে খাপ খাইয়ে নিতে হয়। পূর্ণাঙ্গ ও সকল চারাই পরিণত হলে সেগুলোকে প্রাকৃতিক পরিবেশে মাটিতে লাগানো হয়।

এভাবেই উদ্ভীপকের টিস্যুকালচার প্রযুক্তির প্রক্রিয়া সম্পন্ন হয়।



ঘ. অর্থনৈতিক উন্নয়নে টিস্যুকালচার প্রক্রিয়াটি গুরুত্বপূর্ণ প্রভাব ফেলে। এই প্রক্রিয়ার কৌশলকে কাজে লাগিয়ে আজকাল উদ্ভিদ প্রজননের বেগে এবং উন্নতজাত উদ্ভাবনের মাধ্যমে দেশ অর্থনীতিতে অনেক এগিয়ে গেছে। এই প্রযুক্তির মাধ্যমে ইতিমধ্যে বাংলাদেশে অনেক সাফল্য অর্জিত হয়েছে। এর মধ্যে উল্লেখযোগ্য হচ্ছে—

- বিভিন্ন প্রকার দেশি, বিদেশি অর্কিডের চারা উৎপাদন।
- রোগ প্রতিরোধী ও অধিক উৎপাদনশীল কলা, বেল, কাঁঠাল ইত্যাদি চারা উৎপাদন।
- চন্দ্রমল্লিককা, গরাডিওলাস, লিলি কার্নেশন প্রভৃতি ফুল উৎপাদনকারী উদ্ভিদের চারা উৎপাদন।
- কদম, জারবল, ইপিল ইপিল, বক ফুল, সেগুন, নিম প্রভৃতি কাঠ উৎপাদনকারী উদ্ভিদের চারা উৎপাদন।
- বিভিন্ন ডাল জাতীয় শস্য, বাদাম ও পাট এর চারা উৎপাদন।

এছাড়া টিস্যুকালচার প্রয়োগ করে আলুর রোগমুক্ত চারা এবং বীজ মাইক্রোটিউবার উৎপাদন করা হয়েছে। উপরিউক্ত বিভিন্ন উদ্ভিদ উৎপাদনের মাধ্যমে আমাদের দেশ অর্থনীতিতে অনেক এগিয়ে গেছে। এগুলোর সঠিক প্রয়োগ করার ফলে ভূমিতে অধিক জনসংখ্যার খাদ্য, বস্ত্র, বাসস্থান চিকিৎসাসহ মৌলিক অভাবকে পূরণ করেছে। অতএব, অর্থনৈতিক উন্নয়নে উক্ত প্রক্রিয়া অর্থাৎ টিস্যুকালচার প্রযুক্তি গুরুত্বপূর্ণ প্রভাব ফেলতে পারে।

#### প্রশ্ন-৫১ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

অহনার পিতা একজন জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ার। একদিন অহনা তার পিতার নিকট রিকম্বিনেন্ট DNA সম্পর্কে জানতে চায়। তিনি অহনাকে রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তি এবং এর অবদান সম্পর্কে বিস্তারিত বর্ণনা করেন।

- ক. জীব প্রযুক্তি বলতে কী বুঝ?
- খ. CysE ও CysM ভেড়ার জিনোমে স্থানান্তর করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।
- গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত প্রযুক্তির মাধ্যমে কাজিত বৈশিষ্ট্য স্থানান্তর প্রক্রিয়ার ধাপসমূহ বর্ণনা কর।
- ঘ. কৃষি ও চিকিৎসাষেত্রে উদ্দীপকের প্রযুক্তির অবদান মূল্যায়ন কর।

#### ৫০ং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোন জীবকোষ, অণুজীব বা তার অংশ বিশেষ ব্যবহার করে নতুন বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন কোন জীব উদ্ভাবন প্রযুক্তির জীব প্রযুক্তি বলা হয়।

খ. বিভিন্ন প্রাণীর মান উন্নয়নের জন্য জিনগত রূপান্তর বা পরিবর্তন ঘটানো হয় রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তিকে মাধ্যমে। ব্যাকটেরিয়ার ২টি জিন CysE ও CysM। ভেড়ার জিনোমে স্থানান্তর করা হয় ভেড়ার পশমের পরিমাণ ও গুণগতমান বৃদ্ধির জন্য।

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত প্রযুক্তিটি রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তি। রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তি নিচে বর্ণিত ৬টি ধাপে সম্পন্ন করা হয়ে থাকে :

- ১) কাজিকৃত DNA (target DNA) নির্বাচন।
- ২) একটি বাহক (ব্যাকটেরিয়ার পরাজমিড) নির্বাচন; যার মাধ্যমে কাজিকৃত DNA খণ্ডটি স্থানান্তর সম্ভব।
- ৩) নির্দিষ্ট স্থানে DNA অণুকে কাটার জন্য রেস্ট্রিকশন এনজাইম নির্বাচন।
- ৪) ছেদনকৃত DNA খণ্ডসমূহ সংযুক্ত করার জন্য DNA লাইগেজ এনজাইম নির্বাচন।
- ৫) কাজিকৃত DNA সহ বাহক রিকম্বিনেন্ট প্রাজমিড এর অনুলিপনের জন্য শোষক নির্বাচন এবং ট্রান্সফরমেশন পদ্ধতিতে বাহক দেহে প্রবেশ করান।
- ৬) কাজিকৃত DNA যন্ত্র সমন্বয়ে প্রস্তুতকৃত রিকম্বিনেন্ট DNA এর মূল্যায়নের জন্য ক্রোনিং এর দ্বারা বাহকের সংখ্যা বৃদ্ধি।

ঘ. উদ্দীপকের প্রযুক্তি হলো রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তি। কৃষিষেত্রে রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তির সাহায্যে অনেক নতুন ও উন্নত বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন ফসল উদ্ভাবন করা হয়েছে যা কৃষিষেত্রে নতুন দিগন্ত উন্মোচিত করেছে। এই প্রযুক্তি ব্যবহার করে রতিকর পোকামাকড় প্রতিরোধী জাতের বিটি ধান, ভুট্টা, তুলা ইত্যাদি উদ্ভাবন সম্ভব হয়েছে। এছাড়া এ প্রযুক্তি ব্যবহার করে প্রতিরোধী ফসলের জাত, আগাছানাশক রাসায়নিক পদার্থের বিরুদ্ধে সহনশীলতা সম্পন্ন ফসলের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে। এ প্রযুক্তির মাধ্যমে জিনগত রূপান্তরের মাধ্যমে ফসলের পুষ্টিমানও উন্নয়ন করা হয়েছে। শুধু ফসল নয়, বিভিন্ন গবাদিপশু যেমন গরুর দুধে আমিষের পরিমাণ বৃদ্ধির জন্য ভেড়ার আকার, মাংসের পরিমাণ, পশমের গুণগতমান বৃদ্ধি ইত্যাদি উন্নয়নেও রিকম্বিনেন্ট প্রযুক্তি ব্যবহার করা হয়েছে।

চিকিৎসাষেত্রে কৌশলগত পরিবর্তনের মাধ্যমে ইস্ট হতে হেপাটাইটিস বি-ভাইরাসের টিকা (ইন্টারফেরন) তৈরি করা হচ্ছে। মানবদেহের ইনসুলিন তৈরির জিন ব্যবহার করে কৌলিগতভাবে পরিবর্তিত E.coli ব্যাকটেরিয়া এবং ইস্ট হতে বাণিজ্যিক ইনসুলিন তৈরি হচ্ছে যা মানুষের বহুমাত্র রোগের চিকিৎসায় ব্যবহৃত হচ্ছে। অতএব, দেখা যাচ্ছে যে কৃষি ও চিকিৎসাষেত্রে উদ্দীপকের প্রযুক্তি রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তির অবদান অনস্বীকার্য।



## অনুশীলনমূলক কাজের আলোকে সৃজনশীল ধর্ম ও উত্তর

#### প্রশ্ন-৬১ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ড. শফিক ও ড. রবিউল দু'জনেই জিন প্রকৌশলের শিবক। তারা এই প্রযুক্তির ওপর গবেষণা করে বেশ কয়েকটি ট্রান্সজেনিক উদ্ভিদ উদ্ভাবন করেছেন। ড. রবিউল বর্তমানে প্রাণীর জিনগত পরিবর্তনের একটি প্রকল্প হাতে নিয়েছেন এবং এতে তার বেশ অগ্রগতিও হয়েছে।

- ক. রেস্ট্রিকশন এনজাইম কী?
- খ. জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং ও প্রচলিত প্রজননের মধ্যে ২টি পার্থক্য উল্লেখ কর।
- গ. ড. শফিক ও ড. রবিউল এর কাজের কৌশল ব্যাখ্যা কর।
- ঘ. ড. রবিউলের মতো গবেষণা মানবকল্যাণে কী ভূমিকা

রাখবে? বিশেষরূপে মতামত দাও।

৪

#### ৫০ং প্রশ্নের উত্তর

- ক. রেস্ট্রিকশন এনজাইম DNA কে কাটার জন্য বিশেষ ধরনের এনজাইম।
- খ. জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং ও প্রচলিত প্রজনন এর মধ্যে ২টি পার্থক্য নিম্নরূপ :

জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং	প্রচলিত প্রজনন
১. এ পদ্ধতিতে খুব দ্রুত কাজিকৃত বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন জীব পাওয়া সম্ভব।	১. এ পদ্ধতিতে কাজিকৃত ফলাফল অর্জন করতে দীর্ঘ সময় প্রয়োজন।

২. এর মাধ্যমে নিকটবর্তী বা দূরবর্তী যেকোনো প্রজাতির মাঝে এক বা একাধিক জিন স্থানান্তর করা সম্ভব।	২. এই প্রক্রিয়ায় জিন স্থানান্তর কেবল একই অথবা খুব নিকটবর্তী প্রজাতির মাঝেই সীমাবদ্ধ।
---	--

গ. ড. শফিক ও ড. রবিউল গবেষণার মাধ্যমে কোনো নির্দিষ্ট উদ্ভিদে অন্য উদ্ভিদ থেকে কাক্সিকৃত বৈশিষ্ট্যের জিন এনে তা সংযোজন করে নতুন বৈশিষ্ট্যের উদ্ভিদ তৈরি করেন যা ট্রান্সজেনিক উদ্ভিদ নামে পরিচিত। তাঁরা ল্যাবরেটরিতে নিম্নলিখিত ধাপে কাজটি সম্পন্ন করেন-

- ০ কাক্সিকৃত গুণসম্পন্ন DNA নির্বাচন।
- ০ একটি বাহক নির্বাচন, যার মাধ্যমে কাক্সিকৃত DNA খণ্ডটি স্থানান্তর করা সম্ভব।
- ০ নির্দিষ্ট স্থানে DNA অণুকে ছেদন করার জন্য প্রয়োজনীয় রেস্ট্রিকশন এনজাইম নির্বাচন।
- ০ ছেদনকৃত DNA খণ্ডসমূহ সংযুক্ত করার জন্য DNA লাইগেজ এনজাইম নির্বাচন।
- ০ কাক্সিকৃত DNA সহ বাহক DNA এর অণুলিপনের জন্য একটি পোষক নির্বাচন।
- ০ কাক্সিকৃত DNA খণ্ড সমন্বয়ে প্রস্তুতকৃত রিকম্বিনেন্ট DNA-এর বহিঃপ্রকাশ মূল্যায়ন।

উপরে উল্লিখিত কৌশলসমূহ অবলম্বন করে ড. শফিক ও ড. রবিউল তাদের কাজ সম্পন্ন করেন।

ঘ. ড. রবিউলের গবেষণার ফলাফল ট্রান্সজেনিক প্রাণী যা থেকে মানুষ তার প্রয়োজনীয় বিভিন্ন উপাদান আহরণ করতে পারে। এছাড়াও গবেষণা এ মানবকল্যাণে নিম্নরূপ ভূমিকা রাখতে পারে :

১. Protein-C জিন স্থানান্তরের মাধ্যমে গবাদিপশুর দুধে আমিষের পরিমাণ বাড়ানো সম্ভব।
২. বৃদ্ধি হরমোন তৈরির জিন স্থানান্তরের মাধ্যমে পরিবর্তিত গবাদিপশুতে মাংসের উৎপাদন বাড়ানো যায়।
৩. ব্যাকটেরিয়ার ২টি জিন, যথা CysE এবং CysM ভেড়ার জিনোমে স্থানান্তর করে পশমের পরিমাণ ও গুণগত মান বৃদ্ধি করা হয়েছে। এর ফলে মানুষের পশমি বস্ত্রের বর্ধিত চাহিদা ভালভাবে মেটানো যাচ্ছে।
৪. মানবদেহের ইনসুলিন তৈরির জিন ব্যবহার করে জিন পরিবর্তনের মাধ্যমে *E. coli* ব্যাকটেরিয়া এবং ইস্ট হতে বাণিজ্যিক ইনসুলিন তৈরি হচ্ছে- যা মানুষের বহুমাত্র রোগের চিকিৎসায় ব্যবহৃত হচ্ছে।
৫. মাগুর, কমনকার্প, লইট্রা এবং তেলাপিয়া মাছে স্যামন মাছের বৃদ্ধি হরমোনের জিন স্থানান্তরের মাধ্যমে কৌলিগত পরিবর্তনের প্রক্রিয়ায় এসব মাছের আকার প্রায় ৬০ ভাগ বৃদ্ধি করা সম্ভব হয়েছে।

কাজেই ড. রবিউলের নতুন বৈশিষ্ট্যের ট্রান্সজেনিক প্রাণী তৈরির গবেষণা মানুষের নতুন নতুন চাহিদা মেটাতে সম্ভাবনার বিশাল রেখা তৈরি করেছে।

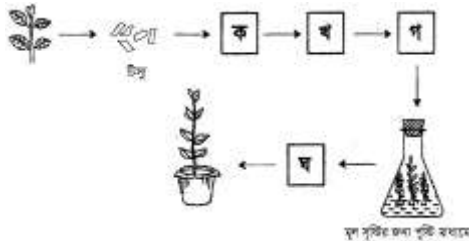


## অতিরিক্ত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর



**প্রশ্ন-৭** নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ড. মঞ্জুর একটি কাঁচালের পার্শ্ব কুঁড়ি ব্যবহার করে একটি বিশেষ প্রযুক্তিতে অসংখ্য চারা উৎপাদন করলেন। উক্ত পদ্ধতিটি কৃষিবেদে যুগান্তকারী পরিবর্তন এনেছে। পদ্ধতিটির ধাপগুলোর রেখচিত্র নিচে দেওয়া হলো:



- ক. Biotechnology শব্দটির শাব্দিক অর্থ কী? ১
- খ. আবাদ মাধ্যম কীভাবে তৈরি করা হয়? ২
- গ. চিত্রে ক, খ, গ ও ঘ অংশ সম্পূর্ণ করে চিহ্নিত কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের প্রযুক্তিটি কীভাবে আমাদের উপকারে আসে তার সংবন্ধিত বর্ণনা দাও। ৪

▶▶ এনং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- ক. Biotechnology শব্দটির শাব্দিক অর্থ হলো জীবপ্রযুক্তি।
- খ. উদ্ভিদের বৃদ্ধির জন্য অত্যাবশ্যকীয় খনিজ পুষ্টি, ভিটামিন, ফাইটোহরমোন, সুক্রোজ এবং প্রায় কঠিন মাধ্যম তৈরির জন্য জমাট বাঁধার উপকরণ যেমন অ্যাগার সঠিক মাত্রায় মিশিয়ে আবাদ মাধ্যম তৈরি করা হয়।
- গ. চিত্রে ক, খ, গ ও ঘ অংশ সম্পূর্ণ করে চিহ্নিত করা হলো :



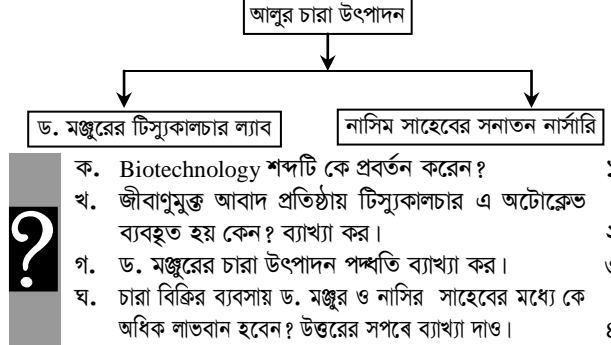
রেখা চিত্র : টিস্যুকালচার প্রক্রিয়ার ক্রমিক পর্যায়

ঘ. উদ্দীপকের প্রযুক্তি হলো টিস্যুকালচার যা কৃষি ও অন্যান্য বেষ্ট্রে ব্যবহৃত হয়ে আমাদের অনেক উপকারে আসে।

টিস্যুকালচার পদ্ধতিতে রোগমুক্ত আলু, আখ প্রভৃতির অসংখ্য চারা অল্প জায়গায় করা সম্ভব হচ্ছে। এছাড়া টিস্যুকালচারের মাধ্যমে একই দাতা উদ্ভিদের কোষ নিয়ে অনুরূপ বৈশিষ্ট্যযুক্ত অসংখ্য উদ্ভিদ (ক্লোন) তৈরি করা যায়। এভাবে সুন্দর ফুলদায়ী অনেক অর্কিড প্রজাতি সৃষ্টি করা হয়েছে। পছন্দসই বৈশিষ্ট্যের বহিরাগত জিন পরাজমিডের (বাহক) সাহায্যে উদ্ভিদকোষের প্রোটোপরাস্টে প্রবেশ করিয়ে পুষ্টি মাধ্যমে তা থেকে অণুচারা তৈরি করে জমিতে স্থানান্তরিত করে পরিণত উদ্ভিদ সৃষ্টি ও চাষ উপযোগী করা সম্ভব হয়েছে। এগুলো ছাড়াও বর্তমানে দেহকোষ সংকরায়ন হ্যাপরয়েড উদ্ভিদ সৃষ্টি, ভূ গ উদ্ভার, সেকেন্ডারি বিপাকদ্রব্য উৎপাদনে এই প্রযুক্তি ব্যবহৃত হচ্ছে। বীজ থেকে চারা উৎপাদনে বেশি সময় লাগে। অথচ টিস্যুকালচার প্রযুক্তির মাধ্যমে অল্প সময়ে অধিক চারা উৎপাদন করা যায়। এর মাধ্যমে উৎপন্ন উদ্ভিদের জাতের গুণাগুণ মাতৃ উদ্ভিদের অনুরূপ থাকে। এর মাধ্যমে মাতৃ উদ্ভিদের মতো ফলন পেতেও কম সময়

লাগে। এভাবে এই প্রযুক্তিতে উদ্ভিদ অঙ্গের কোনো অংশ নিয়ে পুষ্টি মাধ্যমে তার সংখ্যাবৃদ্ধি ঘটিয়ে অণুচারা তৈরি করে কৃষি, উদ্যান উন্নয়ন, বন বিস্তার বেগে ব্যবহার সম্ভব হয়েছে। অতএব, দেখা যাচ্ছে যে উদ্ভিদপকের প্রযুক্তি টিস্যুকালচার বিভিন্নক্ষেত্রে আমাদের অনেক উপকারে আসে।

**প্রশ্ন-৮ ▶ নিচের উদ্ভিদপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :**



▶▶ ৮নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- ক. Biotechnology শব্দটি প্রবর্তন করেন হাঙ্গেরীয় প্রকৌশলী Karl Ereky।
- খ. টিস্যু কালচারে জীবাণুমুক্ত আবাদ প্রতিষ্ঠায় অটোক্লেভ ব্যবহৃত হয়। অটোক্লেভ আবাদ মাধ্যমকে  $121^{\circ}$  সে. তাপমাত্রায় ও 15 Ib/Sq inch চাপে ২০ মি. রেখে জীবাণুমুক্ত রাখা যায়। কারণ জীবাণুমুক্ত আবাদ প্রতিষ্ঠা টিস্যুকালচারের অন্যতম প্রধান শর্ত।
- গ. ড. মঞ্জুরের টিস্যুকালচার ল্যাবে চারা উৎপাদন পদ্ধতিটি নিম্নরূপ :
১. উন্নত গুণসম্পন্ন, স্বাস্থ্যবান ও রোগমুক্ত উদ্ভিদকে এক্সপ্ল্যান্টের জন্য নির্বাচন করা হয়।
  ২. উদ্ভিদের বৃদ্ধির জন্য অত্যাবশ্যকীয় খনিজ পুষ্টি, ভিটামিন, ফাইটোহরমোন, স্ট্রোকজ এবং প্রায় কঠিন মাধ্যম তৈরির জন্য জমাট বাঁধার উপাদান যেমন অ্যাগার প্রভৃতি সঠিক মাত্রায় মিশিয়ে আবাদ মাধ্যম তৈরি করা হয়।
  ৩. নির্দিষ্ট পদ্ধতিতে আবাদ মাধ্যমকে জীবাণুমুক্ত করে, ঠান্ডা ও জমাট বাঁধার পর এর মধ্যে এক্সপ্ল্যান্ট (উদ্ভিদ অংশ) গুলোকে স্থাপন করা হয়। এখানে নিয়ন্ত্রিত পরিবেশে আবাদ মাধ্যমে স্থাপিত টিস্যু বার বার বিভাজনের মাধ্যমে টিস্যুমণ্ড বা ক্যালাস উৎপন্ন হয়। এ থেকে অণুচারা উৎপন্ন হয়।
  ৪. মূল উৎপাদিত না হয়ে থাকলে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতা লাভের পর অণুচারার বিটপগুলোকে বিচ্ছিন্ন করে মূল উৎপাদনকারী আবাদ মাধ্যমে স্থাপন করা হয়।
  ৫. মূলমুক্ত চারাগুলোকে মাটি ভরা পাত্রে স্থানান্তর করা হয়। পরবর্তীতে এগুলোকে ল্যাবরেটরির বাইরের পরিবেশে খাপ খাওয়ানো হয় এবং এক পর্যায়ে প্রাকৃতিক পরিবেশের মাটিতে লাগানো হয়।
- ঘ. উদ্ভিদকে ড. মঞ্জুর ও নাসির সাহেবের চারা উৎপাদনের পদ্ধতি আলাদা। ড. মঞ্জুর টিস্যুকালচার করে এবং নাসিম সাহেব সনাতন পদ্ধতি কলমের মাধ্যমে চারা উৎপাদন করেন। নার্সারিতে সনাতন পদ্ধতিতে বীজ তৈরির মাধ্যমে অথবা অজাজ প্রজনন বা কলম তৈরির মাধ্যমে বিভিন্ন উদ্ভিদের চারা তৈরি করা হয়। অনেক সময় এখানে সংকরায়ন বা কৃত্রিম প্রজননের মাধ্যমে সৃষ্ট উন্নত বৈশিষ্ট্যের চারা পাওয়া যায়। তবে টিস্যুকালচার ল্যাবে টিস্যু আবাদ করে অল্প সময়ে প্রচুর সংখ্যক চারা পাওয়া সম্ভব। কিন্তু টিস্যুকালচার ল্যাবের মাধ্যমে চারা উৎপাদনে এমন কিছু সুবিধা পাওয়া যাবে যা সনাতন নার্সারিতে সম্ভব নয় তা হলো :
১. অল্প সময়ে একই বৈশিষ্ট্যের অসংখ্য রোগমুক্ত চারা উৎপাদন।
  ২. ঋতুভিত্তিক চারা উৎপাদনের সীমাবদ্ধতা এড়ানো।

**প্রশ্ন-৯ ▶ নিচের উদ্ভিদপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :**

- বিজ্ঞানের অগ্রযাত্রায় জীবপ্রযুক্তি নতুন সংযোজন নয়। বিজ্ঞানের অবদানসমূহের মতো উল্লিখযোগ্য হচ্ছে গাঁজন, চেলাইকরণ, টিস্যু কালচার, DNA আবিষ্কার, জেনেটিক্স এবং জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং অন্যতম। বর্তমানে জিন প্রকৌশল শস্য উন্নয়নে, প্রাণীর ক্ষেত্রে, মৎস্য উন্নয়নে, পরিবেশ সুরবায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করেছে।
- ক. এক্সপ্ল্যান্ট কাকে বলে? ১

খ. টিস্যুকালচার প্রযুক্তিতে ক্যালাস বলতে কী বুঝ? ২

গ. উদ্ভিদকে আলোচিত জীববিজ্ঞানের শাখাটির মানব জীবনে ভূমিকা ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্ভিদকে উল্লিখিত কাজ রিকম্বিনেন্ট DNA ছাড়া সম্ভব কিনা-বিশ্লেষণ কর। ৪

৩. অল্প জায়গায় তুলনামূলক অধিক চারা মজুদ রাখা।

৪. বীজের মাধ্যমে বা সাধারণভাবে চারা হয় না সেসব উদ্ভিদের চারা উৎপাদন।

৫. বিলুপ্ত প্রায় উদ্ভিদের চারা উৎপাদন ও সংরক্ষণ।

৬. নতুন প্রকৃতির উদ্ভিদ উদ্ভাবন ও দ্রুত বংশবৃদ্ধি।

উপরে উল্লিখিত অধিকাংশ সুবিধাই নাসিম সাহেবের নার্সারিতে পাওয়া যাবে না, যা ড. মঞ্জুরের ল্যাবে পাওয়া যাবে। ফলে ড. মঞ্জুর আধুনিক প্রযুক্তির দ্বারা অল্প সময়ে বিবিধ গুণাবলি সম্পন্ন হরেক রকম জাতের প্রচুর সংখ্যক চারা উৎপাদন, বাজারজাতকরণ ও বিক্রির মাধ্যমে অধিক লাভবান হবেন।

▶▶ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- ক. টিস্যুকালচারের জন্য উদ্ভিদের যে অংশ পৃথক করে ব্যবহার করা হয় তাকে এক্সপ্ল্যান্ট বলে।
- খ. টিস্যুকালচার পদ্ধতিতে আবাদ মাধ্যমে এক্সপ্ল্যান্ট টিস্যুর বারবার বিভাজনের ফলে যে অবয়বহীন টিস্যুমণ্ড সৃষ্টি হয়, তাকে ক্যালাস বলে। ক্যালাস থেকে একাধিক অণুচারা উৎপন্ন হয়।
- গ. উদ্ভিদকে আলোচিত শাখাটি হচ্ছে জীববিজ্ঞানের জিন প্রযুক্তি বা জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং। মানব জীবনে এর ভূমিকা নিচে সংক্ষেপে আলোচনা করা হলো :
- জিন প্রকৌশল শস্য উন্নয়নে প্রাণীর ক্ষেত্রে, মৎস্য উন্নয়নে, পরিবেশ সুরবায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। এই প্রযুক্তির মাধ্যমে বতিকর পোকামাকড় ভাইরাস প্রতিরোধী ফসলের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে। জিনগত পরিবর্তনের মাধ্যমে আগাছানাশক রাসায়নিক পদার্থের বিরুদ্ধে সহনশীলতাসম্পন্ন ভুট্টা, তুলা ইত্যাদি ফসলের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে। গবাদিপশু যেমন গরুর দুধ আমিষের পরিমাণ বৃদ্ধির জন্য Proteline জিন স্থানান্তর করা হয়েছে। মাগুর, কমন কার্প, লইট্রা এবং তেলাপিয়া মাছে স্যামন মাছের বৃদ্ধি হরমোনের জিন স্থানান্তরের মাধ্যমে মাছের আকার ৬০ ভাগ বৃদ্ধি করা সম্ভব হয়েছে। পেট্রোলিয়াম ও কয়লাখনি এলাকা দূষণমুক্তকরণ, শিল্পক্ষেত্রে বর্জ্যশোধন ইত্যাদি পরিবেশ ব্যবস্থাপনা সহজ ও দ্রুত করার উদ্দেশ্যে এই প্রযুক্তি ব্যবহার করা হয়।
- ঘ. উদ্ভিদকে উল্লিখিত কাজ জিন প্রকৌশল বা রিকম্বিনেন্ট DNA ছাড়া সম্ভব নয়, কারণ জিন প্রকৌশল হলো নতুন বৈশিষ্ট্য সৃষ্টির জন্য কোনো জীবের DNA-র পরিবর্তন ঘটানো। এজন্য জিন প্রকৌশলকে রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তিও বলা হয়। এই প্রযুক্তির মাধ্যমে DNA-র কাঙ্ক্ষিত অংশ ব্যাকটেরিয়া থেকে মানুষে, উদ্ভিদ থেকে প্রাণীতে, প্রাণী থেকে উদ্ভিদে স্থানান্তর করা সম্ভব হয়েছে নতুন বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন এই জীবকে বলা হয় GMO বা ট্রান্সজেনিক। উদাহরণস্বরূপ এই প্রযুক্তির মাধ্যমে বতিকর পোকামাকড় প্রতিরোধ ফসলের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে। এষে প্রথমে কাঙ্ক্ষিত DNA নির্বাচন করা হয়। তারপর একটি বাহক নির্বাচন করা হয় যার মাধ্যমে কাঙ্ক্ষিত DNA খণ্ডটি স্থানান্তর করা সম্ভব। নির্দিষ্ট স্থানে DNA অণুকে ছেদন করার জন্য

প্রয়োজনীয় রেস্ট্রিকশন এনজাইম নির্বাচন করা হয়। এরপর ছেদনকৃত DNA খণ্ডসমূহ সংযুক্ত করার জন্য DNA লাইগেজ এনজাইম নির্বাচন করা হয়। কাঙ্ক্ষিত DNA সহ বাহক DNA এর অণুলিপনের জন্য একটি পোষক নির্বাচন করা হয় এবং পরিশেষে কাঙ্ক্ষিত DNA খণ্ড সমন্বয়ে প্রস্তুতকৃত রিকম্বিনেন্ট DNA এর বহিঃপ্রকাশ মূল্যায়ন করা হয়।

তাই বলা যায়, উদ্দীপকে উল্লিখিত কাজ জিন প্রকৌশল রিকম্বিনেন্ট DNA ছাড়া সম্ভব না।

#### প্রশ্ন-১০ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

রোমেল ও রোকসানা দুজন ছোটবেলায় একইসাথে লেখাপড়া করে। রোমেল বেশিদূর লেখাপড়া চালিয়ে যেতে পারেনি। বর্তমানে সে কৃষিখামারে কাজ করে এবং প্রচলিত প্রজননের মাধ্যমে ফসল ফলায়। অপরদিকে রোকসানা বিদেশ থেকে জিন প্রকৌশলের উপর উচ্চতর ডিগ্রি লাভ করে।

- ক. বংশগতি বস্তু রাসায়নিক রূপ কী? ১
- খ. বিলুপ্ত প্রায় উদ্ভিদ উৎপাদন ও সংরক্ষণে টিস্যুকালচার কেন নির্ভরযোগ্য প্রযুক্তি? ২
- গ. প্রজননের বেত্রে রোমেলের ব্যবহৃত পদ্ধতির তুলনায় রোকসানার ব্যবহৃত পদ্ধতি অধিক গুরুত্বপূর্ণ পাচ্ছে কেন? ব্যাখ্যা কর। ৩
- ঘ. পোকামাকড় ও ভাইরাস প্রতিরোধী ফসলের জাত উদ্ভাবনে রোকসানার ব্যবহৃত প্রযুক্তির গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ▶ ১০নং প্রশ্নের উত্তর ▶

- ক. বংশগতি বস্তু রাসায়নিক রূপ DNA অণু।
- খ. টিস্যুকালচার প্রযুক্তির কৌশলকে কাজে লাগিয়ে বর্তমানে উদ্ভিদ প্রজননের বেত্রে ব্যাপক সাফল্য পাওয়া গেছে। এর মাধ্যমে উদ্ভিদাংশ থেকে কম সময়ের মধ্যে একই বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন চারা সৃষ্টি করা যায়। ঋতুভিত্তিক চারা উৎপাদনের সীমাবদ্ধতা থেকে মুক্ত হওয়া যায়। এজন্য বিলুপ্তপ্রায় উদ্ভিদ উৎপাদন ও সংরক্ষণে টিস্যুকালচার একটি নির্ভরযোগ্য প্রযুক্তি।
- গ. প্রজননের বেত্রে রোমেলের ব্যবহৃত পদ্ধতিটি হলো প্রচলিত প্রজনন পদ্ধতি এবং রোকসানার পদ্ধতিটি হলো- জিন প্রকৌশল পদ্ধতি। রোমেলের পদ্ধতিটির মাধ্যমে অর্থাৎ জিন প্রকৌশলের মাধ্যমে জিন স্থানান্তর প্রক্রিয়ায় কাঙ্ক্ষিত বৈশিষ্ট্য অল্প সময়ে সূচারবভাবে স্থানান্তর সম্ভব হয় বলে বর্তমানে জনগণের নিকট প্রচলিত প্রজননের তুলনায় এ প্রযুক্তি অধিক গ্রহণযোগ্য। দেখা গেছে নতুন

ফসল উদ্ভাবনের বেত্রে প্রচলিত প্রজননের তুলনায় জিন প্রকৌশল অধিক কার্যকরী। কারণ প্রচলিত প্রজননে কাঙ্ক্ষিত ফলাফল অর্জন করতে দীর্ঘ সময় প্রয়োজন, কিন্তু জিন প্রকৌশলের সাহায্যে খুব দ্রুত কাঙ্ক্ষিত বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন উদ্ভিদ বা প্রাণী বা অণুজীব পাওয়া সম্ভব। প্রচলিত প্রজননে কাঙ্ক্ষিত জিনের সাথে অনাকাঙ্ক্ষিত জিন স্থানান্তর হতে পারে এবং কাঙ্ক্ষিত জিনের স্থানান্তরও অনিশ্চিত। জিন প্রকৌশলে অনাকাঙ্ক্ষিত জিন স্থানান্তরের সম্ভাবনা নেই এবং কাঙ্ক্ষিত জিন স্থানান্তর নিশ্চিত। প্রচলিত প্রজননে বিষাক্ততা পরীবা করা হয় না, কিন্তু জিন প্রকৌশলে বিষাক্ততা পরীবা করা হয়।

উপরে বর্ণিত কারণে রোমেলের ব্যবহৃত পদ্ধতি অর্থাৎ প্রচলিত প্রজনন পদ্ধতির তুলনায় রোকসানার ব্যবহৃত পদ্ধতি বা জিন প্রকৌশল পদ্ধতি জনগণের নিকট অধিক গুরুত্বপূর্ণ পাচ্ছে।

ঘ. উদ্দীপকে রোকসানার ব্যবহৃত প্রযুক্তিটি জিন প্রকৌশল বা জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং প্রযুক্তি।

পোকামাকড় প্রতিরোধী জিন যেমন- Bt নামক ব্যাকটেরিয়ার জিন ফসলি উদ্ভিদ কোষে উল্লিখিত প্রযুক্তির দ্বারা স্থানান্তরের পর উক্ত কোষ থেকে টিস্যুকালচারের মাধ্যমে পোকামাকড় প্রতিরোধী ফসলিজাত উদ্ভাবন করা সম্ভব। বর্তমান এ প্রযুক্তির মাধ্যমে পোকামাকড় প্রতিরোধী ফসলের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে। যেমন : Bt ভুট্টা, Bt তুলা, Bt ধান ইত্যাদি ফসল লেপিডপটেরা এবং কলিওপটেরা বর্গের অস্তর্ভুক্ত বতিকর কীটপতঙ্গের বিরুদ্ধে প্রতিরোধক।

ঠিক একইভাবে জিন প্রকৌশল প্রযুক্তির মাধ্যমে ভাইরাস প্রতিরোধী ফসলের জাত উদ্ভাবন করা সম্ভব হয়েছে। যেমন টমেটো মোজাইক ভাইরাস (ToMV), টোবাকো মোজাইক ভাইরাস (TMV) এবং পেঁপের রিং স্পট ভাইরাস (PRSV) প্রতিরোধী জাত ইতোমধ্যে উদ্ভাবিত হয়েছে।

রোমেলের প্রচলিত প্রজনন পদ্ধতিতে পোকামাকড় ও ভাইরাস প্রতিরোধী ফসলের জাত উদ্ভাবন করা যেমন কঠিন তেমনি সময়সাপেক্ষও বটে। কিন্তু জামালের ব্যবহৃত প্রযুক্তি তথা জিন প্রকৌশল প্রযুক্তির মাধ্যমে সঠিকভাবে এবং স্বল্প সময়ে পোকামাকড় ও ভাইরাস প্রতিরোধ ফসলের জাত উদ্ভাবন করা সম্ভব।

তাই বলা যায়, পোকামাকড় ও ভাইরাস প্রতিরোধী ফসলের জাত উদ্ভাবনে রোকসানার ব্যবহৃত জিন প্রকৌশল প্রযুক্তির গুরুত্ব অপরিসীম।



### নির্বাচিত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর



#### প্রশ্ন-১১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

বিজ্ঞানীরা বর্তমানে একটি বিশেষ জীবপ্রযুক্তির মাধ্যমে উদ্ভিদের বর্ধনশীল অঞ্চলের টিস্যু হতে নতুন চারা গাছ উৎপাদন করেছেন। ফসলের উন্নয়নে এই প্রযুক্তির ব্যবহার ব্যাপক সাফল্য ও সম্ভাবনা দেখিয়েছে।

- ক. GMO কী? ১
- খ. রিকম্বিনেন্ট DNA বলতে কী বোঝ? ২
- গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত বিশেষ প্রযুক্তির বিভিন্ন ধাপ বর্ণনা কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের শেষ বাক্যটি বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ▶ ১১নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং এর মাধ্যমে উদ্ভাবিত নতুন বৈশিষ্ট্যযুক্ত জীব হলো GMO বা Genetically Modified Organism.

খ. জিন প্রকৌশলে কোনো জীবের কোষকে প্রেরণের জিনকণার পরিবর্তন ঘটিয়ে জীবদেহের গুণগত রূপান্তর করার উদ্দেশ্যে একটি DNA অণুর কাঙ্ক্ষিত অংশ কেটে আলাদা করে অন্য একটি DNA অণুতে প্রতিস্থাপনের ফলে যে নতুন DNA অণু পাওয়া যায় তাকে রিকম্বিনেন্ট DNA বলে।

গ. সৃজনশীল ৪(গ) নং প্রশ্নের উত্তর দেখ।

ঘ. উদ্ভিদপকের শেষ বাক্যটি দ্বারা ফসলের উন্নয়নে টিস্যুকালচার প্রযুক্তির সাফল্য ও সম্ভাবনার কথা বলা হয়েছে।  
টিস্যুকালচার প্রযুক্তির কৌশলকে কাজে লাগিয়ে বর্তমানে উদ্ভিদ প্রজননের বেগে এবং উন্নত জাত উদ্ভাবনে ব্যাপক সাফল্য পাওয়া গেছে। এর মাধ্যমে উদ্ভিদাংশ থেকে কম সময়ের মধ্যে একই বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন অসংখ্য রোগমুক্ত, বিশেষ করে ভাইরাস মুক্ত চারা উৎপাদন করা যায়। যেসব উদ্ভিদ বীজের মাধ্যমে বংশ বিস্তার করে না সেগুলোর চারাপ্রাপ্তি ও স্বল্পব্যয়ে দ্রুত সতেজ অবস্থায় স্থানান্তর করা যায়। এছাড়া যেসব ভ্রূণে শস্যকলা থাকে না সেসব ভ্রূণ কালচার করে সরাসরি উদ্ভিদ সৃষ্টি করা যায়। নতুন প্রকৃতির উদ্ভিদ উদ্ভাবনে টিস্যুকালচার প্রযুক্তির ব্যবহার করা হচ্ছে। আলুর টিউবারকে রোগমুক্ত করা টিস্যুকালচারের একটি নিয়মিত কর্মসূচি পরিণত হয়েছে। টিস্যুকালচারের মাধ্যমে চন্দ্রমলিকার একটি অজাজ টুকরা হতে বছরে ৮-৮ কোটি চারা গাছ পাওয়া সম্ভব। বাংলাদেশে টিস্যুকালচারের মাধ্যমে ইতোমধ্যে অনেক সাফল্য অর্জিত হয়েছে। যেমন বিভিন্ন প্রকার দেশি বিদেশি অর্কিডের চারা, চন্দ্রমলিকার, গরুডিওলাস, লিলি, কার্নেশন প্রভৃতি ফুল উৎপাদনকারী চারা উৎপাদন করা হয়েছে। রোগ-প্রতিরোধ এবং অধিক উৎপাদনশীল, কলা, বেল ও কাঁঠালের চারা উৎপাদন করা হয়েছে। টিস্যুকালচার প্রযুক্তির মাধ্যমে কাঠ জাতীয় উদ্ভিদ, ডাল জাতীয় শস্য, বাদাম ও পাটের চারা উৎপাদন করা হয়েছে। উপরিউক্ত আলোচনা বিশ্লেষণ করে বলা যায় যে, উদ্ভিদপকের শেষ বাক্যটি সম্পূর্ণ যুক্তিযুক্ত ও যথার্থ।

#### প্রশ্ন-১২ ▶ নিচের উদ্ভিদপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ড. ইমতিয়াজ তার বন্ধুর বাড়িতে গিয়ে খুবই ভালো জাতের একটি বেল গাছের সম্প্রদান পেল। সে ছুবছু একই বৈশিষ্ট্যের চারা উৎপাদনের জন্য গাছটির পার্শ্বমুকুল নিয়ে এলো এবং তার বিশ্ববিদ্যালয়ের উদ্ভিদবিজ্ঞান ল্যাবে বিশেষ প্রক্রিয়ায় এর চারা তৈরি করল।

- ক. এক্সপের্যান্ট কী? ১
- খ. GMO বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. ড. ইমতিয়াজের উক্ত প্রক্রিয়ায় চারা উৎপাদনের ধাপসমূহ বর্ণনা কর। ৩
- ঘ. ড. ইমতিয়াজের বিশেষ প্রক্রিয়ায় চারা তৈরির কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ▶▶ ১২নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- ক. টিস্যুকালচারের উদ্দেশ্যে উদ্ভিদের যে অংশ পৃথক করে নিয়ে ব্যবহার করা হয় তাই এক্সপের্যান্ট।
- খ. সৃজনশীল ১(খ) নং প্রশ্নের উত্তর দেখ।
- গ. ড. ইমতিয়াজ তার বিশ্ববিদ্যালয়ের উদ্ভিদবিজ্ঞান ল্যাবে টিস্যুকালচার পদ্ধতিতে চারা উৎপাদন করেন। তিনি চারা উৎপাদনে নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করেন—  
১. উন্নত গুণসম্পন্ন উদ্ভিদকে এক্সপের্যান্টের জন্য নির্বাচন করেন।  
২. এক্সপের্যান্ট আবাদের জন্য খনিজ পুষ্টি, ভিটামিন, ফাইটোহরমোন, সুরেক্স সমৃদ্ধ আবাদ মাধ্যম তৈরি করেন।  
৩. অটোকেভ করে আবাদ মাধ্যমে জীবাণুমুক্ত করে, ঠান্ডা ও জমাট বাঁধার পর এর মধ্যে এক্সপের্যান্ট (উদ্ভিদ অংশ) গুলোকে স্থাপন করেন। এখানে নিয়ন্ত্রিত পরিবেশে আবাদ মাধ্যমে স্থাপিত টিস্যু বার বার বিভাজনের মাধ্যমে ক্যালাস হতে অণুচারা উৎপন্ন করেন।  
৪. চারাগাছে মূল উৎপাদিত না হয়ে থাকলে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতা লাভের পর বিটপগুলোকে বিচ্ছিন্ন করে মূল উৎপাদনকারী আবাদ মাধ্যমে স্থাপন করেন।

৫. এরপর তিনি মূলযুক্ত চারাগুলোকে মাটিভরা পাত্রে স্থানান্তর করেন। পরবর্তীতে এগুলোকে একপর্যায়ে প্রাকৃতিক পরিবেশের মাটিতে রোপণ করেন।

ঘ. ড. ইমতিয়াজ টিস্যুকালচার প্রক্রিয়ায় চারা তৈরি করেন। এ পদ্ধতির অনেক সুবিধা ও সম্ভাবনা থাকায় তিনি এ পদ্ধতিতে চারা তৈরি করেন।

টিস্যুকালচার প্রযুক্তির কৌশলকে কাজে লাগিয়ে ইদানিং উদ্ভিদ প্রজননের বেগে এবং উন্নত জাতের চারা উদ্ভাবনে বিশেষ সাফল্য পাওয়া গেছে। এর মাধ্যমে উদ্ভিদাংশ থেকে কম সময়ের মধ্যে একই বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন অসংখ্য চারা তৈরি করা যায়। সহজেই রোগমুক্ত, বিশেষ করে ভাইরাসমুক্ত চারা উৎপন্ন করা সম্ভব। ঋতু ভিত্তিক চারা উৎপাদনের সীমাবদ্ধতা এড়ানো সম্ভব। স্বল্প সময়ে কম জায়গার মধ্যে যথেষ্ট সংখ্যক চারা উৎপন্ন করা যায়। চারা মজুদের সমস্যা এড়ানো যায়। এছাড়াও যেসব উদ্ভিদ বীজের মাধ্যমে বংশবিস্তার করে না সেগুলোর চারাপ্রাপ্তি ও স্বল্পসময়ে দ্রুত সতেজ ব্যবস্থায় চারা পরিবহন করা যায়।

এরূপ নানাবিধ সুবিধা থাকার কারণে ড. ইমতিয়াজ টিস্যুকালচার প্রক্রিয়ায় চারা তৈরি করেন।

#### প্রশ্ন-১৩ ▶ নিচের উদ্ভিদপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

জীববিজ্ঞান শিবকের বাড়ির ছাদে লেবু, বিভিন্ন রকমের ফুল ও সবজির বাগান করেছেন। একদিন ছাত্ররা স্যারকে জিজ্ঞাসা করলেন, স্যার আপনি এসব উদ্ভিদের চারা কোথা থেকে সংগ্রহ করেছেন? স্যার উত্তরে বললেন, টিস্যুকালচার প্রযুক্তি ব্যবহার করে এসব উদ্ভিদের চারা উদ্ভাবন করা হয়েছে।

- ক. এক্সপের্যান্ট কী? ১
- খ. জীবপ্রযুক্তি বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. জীববিজ্ঞান স্যারের ব্যবহৃত প্রযুক্তির ধাপসমূহ বর্ণনা কর। ৩
- ঘ. উদ্ভিদপকে উল্লিখিত প্রযুক্তিটির গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ▶▶ ১৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- ক. টিস্যুকালচারের উদ্দেশ্যে উদ্ভিদের যে অংশ পৃথক করে নিয়ে ব্যবহার করা হয় সেই অংশই হলো এক্সপের্যান্ট।
- খ. জীবপ্রযুক্তি বলতে বোঝায় Biology এবং Technology-র আন্তঃসম্পর্কিত বিষয়।  
জীবপ্রযুক্তি দুটি শব্দ Biology এবং Technology-র সমন্বয়ে গঠিত। এই প্রযুক্তির প্রয়োগে কোনো জীবকোষ, অণুজীব বা তার অংশবিশেষ ব্যবহার করে নতুন কোনো বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন জীব এর উদ্ভাবন বা উক্ত জীব থেকে প্রক্রিয়াজাত বা উপজাত দ্রব্য প্রস্তুত করা হয়।
- গ. সৃজনশীল ৪(গ) নং প্রশ্নের উত্তর দেখ।
- ঘ. উদ্ভিদপকে উল্লিখিত প্রযুক্তিটি হলো টিস্যুকালচার যার মাধ্যমে বছরের সবসময় ল্যাবরেটরিতে কৃত্রিম উদ্ভিদের চারা তৈরি সম্ভব।  
যেহেতু টিস্যুকালচারের কাজ জীবাণুমুক্ত পরিবেশেই করা হয়, সেহেতু এ প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন সকল চারা উদ্ভিদই রোগমুক্ত বা জীবাণুমুক্ত হয়ে থাকে। সুতরাং রোগমুক্ত সুস্থ চারা উৎপাদনে এ প্রযুক্তি বিশেষ অবদান রয়েছে। তাছাড়া অল্প পরিশ্রমে এবং স্বল্প পরিসরে ও স্বল্প সময়ে টিস্যুকালচার প্রযুক্তিতে অধিক সংখ্যক চারা উৎপাদন সম্ভব। প্রাকৃতিক অনেক উদ্ভিদ রয়েছে যারা বীজের মাধ্যমে বংশবিস্তার করে না তাদের চারা উৎপাদনের বেগে টিস্যুকালচার বিশেষ অবদান রাখে। এ প্রযুক্তির মাধ্যমে বিভিন্ন

ধরনের ঔষধী গাছের চারা, অর্কিড ফুলের চারা, এছাড়া উন্নত কলার চারা তৈরি করে দেশের চাহিদা পূরণের পাশাপাশি বিদেশে রপ্তানির মাধ্যমে যথেষ্ট বৈদেশিক মুদ্রা অর্জন সম্ভব, যা আমাদের অর্থনীতিকে গতিশীল করবে। শুধু তাই নয় দেশ থেকে যেসকল উদ্ভিদ বিলুপ্ত হতে চলেছে টিস্যুকালচারের মাধ্যমে যেসকল উদ্ভিদকে বিলুপ্তির হাত থেকে রক্ষা করা সম্ভব।

সুতরাং উপরের আলোচনা প্রমাণ করে যে উদ্ভিদকে উল্লিখিত প্রযুক্তি তথা টিস্যুকালচার প্রযুক্তির গুরুত্ব অপরিণীম।

#### প্রশ্ন-১৪ ▶ নিচের উদ্ভিদপকি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

জনাব জহির আহমেদ কুমিলরা কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউটের একজন সিনিয়র গবেষক। তিনি কাছাকাছি জাতের বিভিন্ন উদ্ভিদের মধ্যে প্রচলিত নিয়মে প্রজন্মের মাধ্যমে নতুন নতুন জাত তৈরি করেছেন। যার অনেকগুলোই উন্নত ফলন দেয়। অন্যদিকে মাকসুদুল আলম একজন বিশ্ববিখ্যাত জিনতত্ত্ববিদ, তিনি দেশি প্রজাতির পাট গাছের সাথে বিভিন্ন জাতের উন্নত বৈশিষ্ট্যের পাট গাছের জিনের সমন্বয় করেছেন। এমনকি পাটের প্রধান শত্রু ছত্রাক প্রতিরোধী ও আগাছা সহিষ্ণু জিন সংযোগের চেষ্টা চালিয়ে যাচ্ছেন।

- ক. পরাজমিড কী? ১
- খ. পরিবেশ সুরবায় জীবপ্রযুক্তির ব্যবহার লেখ। ২
- গ. জনাব মাকসুদুল আলমের ল্যাবরেটরির কলাকৌশল ব্যাখ্যা কর। ৩
- ঘ. বর্তমান বিশ্বের প্রেপাটে জহির আহমেদ ও মাকসুদুল আলমের গবেষণার মধ্যে কার পদ্ধতি অধিক যুগোপযোগী? ব্যাখ্যা কর। ৪

#### ▶▶ ১৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- ক. পরাজমিড হলো ক্রোমোসোম বহির্ভূত বৃত্তাকার DNA অণু।
- খ. পরিবেশ সুরবায় জীব প্রযুক্তির ব্যবহার উল্লেখযোগ্য।  
পেট্রোলিয়াম ও কয়লাখনি এলাকা দূষণমুক্তকরণ, শিল্পক্ষেত্রে বর্জ্যশোধন, পয়ঃনিষ্কাশন ইত্যাদি পরিবেশ ব্যবস্থাপনা সহজ ও দ্রুত করার উদ্দেশ্যে জীবপ্রযুক্তি ব্যবহার করা হয়। যুক্তরাষ্ট্রে নতুন এক জাতের Pseudomonas ব্যাকটেরিয়া আবিষ্কৃত হয়েছে যা পরিবেশের তেল ও হাইড্রোকার্বনকে দ্রুত নষ্ট করে পরিবেশকে দূষণমুক্ত করতে সক্ষম। এভাবে জীবপ্রযুক্তি পরিবেশ সুরবায় ব্যবহৃত হয়।

- গ. জনাব মাকসুদুল আলম রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তির মাধ্যমে দেশি প্রজাতির পাট গাছের সাথে বিভিন্ন জাতের উন্নত বৈশিষ্ট্যের পাট গাছের জিনের সমন্বয় করেছেন। জনাব মাকসুদুল আলমকে কাস্ট্রিক বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন রিকম্বিনেন্ট DNA প্রস্তুত করার জন্য ল্যাবরেটরিতে নিম্নলিখিত কলাকৌশল অনুসরণ করেন :

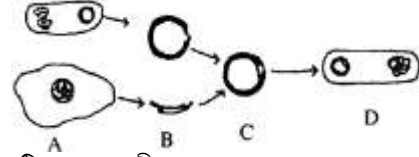
১. কাস্ট্রিক DNA নির্বাচন।
২. একটি বাহক নির্বাচন, যার মাধ্যমে কাস্ট্রিক DNA খণ্ডটি স্থানান্তর সম্ভব।
৩. নির্দিষ্ট স্থানে DNA অণুকে ছেদন করার জন্য প্রয়োজনীয় রেস্ট্রিকশন এনজাইম নির্বাচন।
৪. ছেদনকৃত DNA খণ্ডসমূহ সংযুক্ত করার জন্য DNA লাইগেজ এনজাইম নির্বাচন।
৫. কাস্ট্রিক DNA সহ বাহক DNA এর অণুলিপনের জন্য একটি পোষক নির্বাচন।
৬. কাস্ট্রিক DNA খণ্ড সমন্বয়ে প্রস্তুতকৃত রিকম্বিনেন্ট DNA এর বহিঃপ্রকাশ মূল্যায়ন।

ঘ. বর্তমান বিশ্বের প্রেপাটে জহির আহমেদের প্রচলিত কৃত্রিম প্রজনন অপেক্ষা মাকসুদুল আলমের জিন প্রযুক্তি অধিক যুগোপযোগী। এদুটি প্রযুক্তির তুলনামূলক আলোচনা করে দেখা যায় যে—

১. প্রচলিত প্রজনন প্রক্রিয়ায় জিন স্থানান্তর একই বা খুব নিকটবর্তী প্রজাতির মাঝে সীমাবদ্ধ, জিন প্রকৌশলের মাধ্যমে নিকটবর্তী বা দূরবর্তী যেকোনো প্রজাতির মাঝে এক বা একাধিক জিন সরাসরি স্থানান্তর করা সম্ভব।
২. প্রচলিত প্রজননে কাস্ট্রিক ফলাফল অর্জন করতে দীর্ঘ সময় প্রয়োজন। অথচ জিন প্রকৌশলের সাহায্যে খুব দ্রুত কাস্ট্রিক বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন উদ্ভিদ বা প্রাণী বা অণুজীব পাওয়া সম্ভব।
৩. প্রচলিত প্রজননে কাস্ট্রিক জিনের সাথে অনাকাস্ট্রিক জিন স্থানান্তর হতে পারে এবং কাস্ট্রিক জিনের স্থানান্তরও অনিশ্চিত। জিন প্রকৌশলে অনাকাস্ট্রিক জিন স্থানান্তরের সম্ভাবনা নেই এবং কাস্ট্রিক জিন স্থানান্তর নিশ্চিত।
৪. প্রচলিত প্রজননে কোনো রকম জীব নিরাপত্তা নিয়ম পদ্ধতি দ্বারা নিয়ন্ত্রিত নয়। কিন্তু জিন প্রকৌশল আন্তর্জাতিকভাবে স্বীকৃত জীব নিরাপত্তা নিয়ম—নীতি দ্বারা নিয়ন্ত্রিত।
৫. প্রচলিত প্রজননের বিযুক্ততা পরীক্ষা করা হয় না, কিন্তু জিন প্রকৌশলে বিযুক্ততা পরীক্ষা করা হয়।

উপরিউক্ত আলোচনা ব্যাখ্যা করে এটা স্পষ্ট প্রতীয়মান হয় যে, জনাব জহির আহমেদ প্রচলিত কৃত্রিম প্রজননের মাধ্যমে জাত উন্নয়ন করলেও আধুনিক বিশ্বের চাহিদা মোতাবেক জনাব মাকসুদুল আলমের জিন স্থানান্তরের মাধ্যমে ট্রান্সজেনিক উদ্ভিদ উদ্ভাবন অধিক কার্যকর সমর্থন হন।

#### প্রশ্ন-১৫ ▶ নিচের উদ্ভিদপকি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ক. টিস্যুকালচার কী? ১
- খ. ট্রান্সজেনিক জীব বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. চিত্রে A থেকে D পর্যন্ত সংঘটিত ঘটনাসমূহ ব্যাখ্যা কর। ৩
- ঘ. আমাদের দেশের প্রেপাটে উল্লিখিত প্রযুক্তিটির গুরুত্ব—বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ▶▶ ১৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- ক. টিস্যুকালচার হলো টিস্যুকে জীবাণুমুক্ত, পুষ্টিবর্ধক কোনো মিডিয়ামে বর্ধিতকরণ প্রক্রিয়া।

- খ. জিন প্রকৌশলের মাধ্যমে DNA এর কাস্ট্রিক অংশ ব্যাকটেরিয়া থেকে মানুষ, উদ্ভিদ থেকে প্রাণীতে, প্রাণী থেকে উদ্ভিদে স্থানান্তরের মাধ্যমে নতুন বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন যেসব জীব উৎপন্ন হয় তাদেরকে ট্রান্সজেনিক জীব বলে।

- গ. চিত্রে A থেকে D পর্যন্ত সংঘটিত ঘটনাসমূহ হলো রিকম্বিনেন্ট DNA প্রস্তুতির ধাপ। নিচে সেগুলো ব্যাখ্যা করা হলো :

১. প্রথমে দুটি উৎস থেকে DNA-র পৃথক করা হয়েছে।
২. এরপর রেস্ট্রিকশন এনজাইমের সহায়তায় উভয় DNA কে কটন করা হয়েছে।
৩. পরে DNA লাইগেজের সহায়তায় উভয় DNA সংযোজন করা হয়েছে।

৪. পরে DNA লাইগেজের সহায়তায় উভয় DNA সংযোজন করা হয়েছে। ফলে রিকম্বিনেন্ট DNA সৃষ্টি হয়।
৫. এরপর ট্রান্সফরমেশন প্রক্রিয়ায় রিকম্বিনেন্ট DNA পরাজমিডকে ব্যাকটেরিয়ামে প্রবেশ করানো হয়েছে। ফলে ব্যাকটেরিয়ামের ক্রোমিও এর মাধ্যমে কাক্সিকৃত জিন বহনকারী ব্যাকটেরিয়া ক্রোন এর সৃষ্টি হয়েছে।
- ঘ. উল্লিখিত প্রযুক্তি অর্থাৎ জীবপ্রযুক্তির আমাদের দেশের প্রেক্ষাপটে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।
- উল্লিখিত প্রযুক্তি অর্থাৎ জীবপ্রযুক্তির মাধ্যমে জিন স্থানান্তরের মাধ্যমে কাক্সিকৃত বৈশিষ্ট্য অল্পসময়ে সূচারবরূপে পে স্থানান্তর করা হয় বলে এটি অধিক গুরুত্বপূর্ণ। নতুন ফসল উদ্ভাবনের বেঞ্জে জীব প্রযুক্তি অধিক কার্যকরী। বাংলাদেশে উক্ত প্রযুক্তির জিনগত রূপান্তরের মাধ্যমে ফসলের পুষ্টিমান উন্নয়ন করা হয়েছে। যেমন ধানে ভিটামিন ‘এ’ তথা বিটা-ক্যারোটিন জিন স্থানান্তর করা হয়েছে। ধান লৌহ/আয়রন যোগ করারও প্রচেষ্টা চলছে। লবণাক্ততা এবং খরা সহনশীল জিন স্থানান্তরের মাধ্যমে জিনগত পরিবর্তন ঘটিয়ে বিভিন্ন ফসলের জাত উদ্ভাবনের চেষ্টা চলছে। মানবদেহের ইনসুলিন তৈরির জিন ব্যবহার করে কৌলিগতভাবে পরিবর্তিত *E. coli* ব্যাকটেরিয়া এবং ইস্ট হতে বাণিজ্যিক ইনসুলিন তৈরি করা হচ্ছে যা মানুষের বহুমাত্র রোগের চিকিৎসায় ব্যবহৃত হচ্ছে। এছাড়াও জীবপ্রযুক্তির মাধ্যমে নতুন নতুন বিভিন্ন ফসলের জাত উদ্ভাবনের চেষ্টা চলছে।
- তাই বলা যায়, আমাদের দেশের প্রেক্ষাপটে উল্লিখিত জীবপ্রযুক্তির গুরুত্ব অপরিমিত।

#### প্রশ্ন-১৬ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

সিফাত ও ইমন দুজন ব্যক্তিগত উদ্যোগে দুটি নার্সারি চালায়। সিফাত বিভিন্ন ধরনের ফসলের চারা তৈরি করলেও ইমন তার নার্সারির জন্য টিস্যুকালচারের সাথে জিন প্রকৌশল প্রয়োগ করে একই সাথে উন্নত বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন ও অধিকসংখ্যক চারা তৈরি করতে পারে।

- ক. ট্রান্সজেনিক জীব কী? ১
- খ. অ্যান্টিবায়োসিস বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. সিফাত ও ইমনের নার্সারির জন্য তৈরিকৃত উদ্ভিদের প্রজনন পদ্ধতির তুলনা কর। ৩
- ঘ. সিফাত ও ইমনের উদ্দীপকে বর্ণিত ব্যবসায় কে বেশি লাভবান হবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ▶▶ ১৬নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- ক. জিন প্রকৌশলের মাধ্যমে প্রাপ্ত নতুন বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন জীবই ট্রান্সজেনিক জীব।
- খ. একটি জীব কর্তৃক সৃষ্ট জৈব রাসায়নিক পদার্থের কারণে যদি অন্য জীবের বৃদ্ধি ও বিকাশ আংশিক বা সম্পূর্ণরূপে বাধাগ্রস্ত হয় অথবা মৃত্যু ঘটে তখন সেই প্রক্রিয়াকে অ্যান্টিবায়োসিস বলে। এ ধরনের সম্পর্ক অণুজীব জগতে সবচেয়ে বেশি দেখা যায়।
- গ. সিফাত সনাতন পদ্ধতিতে তার নার্সারির চারা তৈরি করে থাকে। অন্যদিকে ইমন টিস্যুকালচারের মাধ্যমে ও জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং এর মাধ্যমে তার নার্সারির চারা তৈরি করে থাকে। এ দুটি পদ্ধতির তুলনা নিচে তুলে ধরা হলো :

প্রচলিত প্রজনন পদ্ধতি	টিস্যুকালচার ও জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং
১. একই বা খুব নিকটবর্তী প্রজাতির মধ্যে জিন বিনিময় প্রতিবন্ধকতা বর্তমান।	১. নিকটবর্তী কিংবা দূরবর্তী সম্বন্ধনযুক্ত প্রজাতির মধ্যে এক বা একাধিক জিন

২. লব লব সংকর থেকে সৃষ্ট যেকোনো নির্দিষ্ট জিনের কাম্বিনেশনের সম্ভাবনা খুবই কম বা নাই বললেই চলে।	২. নির্দিষ্ট জিন প্রবর্ত করে একটি মাতৃগাছ পেলেই তা কাক্সিকৃত বৈশিষ্ট্যের হবে।
৩. অনাকাক্সিকৃত জিন কাক্সিকৃত জিনের সাথে স্থানান্তর হতে পারে।	৩. নির্দিষ্ট জিন আনয়ন করে উদ্ভিদের রূপান্তর ঘটানো যায়।
৪. কাক্সিকৃত ফলাফল অর্জনে দীর্ঘ সময় লাগে।	৪. খুব দ্রুত কাক্সিকৃত বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন উদ্ভিদ পাওয়া যায়।

- ঘ. সিফাত ও ইমনের উদ্দীপকে বর্ণিত ব্যবসায় ইমন বেশি লাভবান হবে।
- সিফাত তার নার্সারিতে সনাতন পদ্ধতিতে বীজ তৈরি মাধ্যমে অথবা অজাজ প্রজনন বা কলম তৈরির মাধ্যমে বিভিন্ন উদ্ভিদের চারা তৈরি করে। অপরদিকে ইমন টিস্যুকালচার ল্যাবে টিস্যু আবাদ করে অল্প সময়ে প্রচুর সংখ্যক চারা উৎপাদন করে। টিস্যু কালচার ল্যাবের মাধ্যমে চারা উৎপাদনে এমন কিছু সুবিধা পাওয়া যায় যা সিফাতের সনাতন নার্সারিতে সম্ভব নয় তা হলো :
১. একই বৈশিষ্ট্যের অসংখ্য চারা উৎপাদন।
  ২. রোগমুক্ত চারা উৎপাদন।
  ৩. ঋতুভিত্তিক চারা উৎপাদনের সীমাবদ্ধতা এড়ানো।
  ৪. অল্প জায়গায় তুলনামূলক অধিক চারা মজুদ রাখা।
  ৫. বীজের মাধ্যমে বা সাধারণভাবে চারা হয় না সেসব উদ্ভিদের চারা উৎপাদন।
  ৬. বিলুপ্ত প্রায় উদ্ভিদের চারা উৎপাদন ও সংরক্ষণ।
  ৭. নতুন প্রাকৃতির উদ্ভিদ উদ্ভাবন ও দ্রুত বংশবৃদ্ধি।
- তাই বলা যায় টিস্যুকালচারের মাধ্যমে আধুনিক প্রযুক্তির কল্যাণে অল্প সময়ে বিবিধ গুণাবলি সম্পন্ন হরেক রকম জাতের প্রচুর সংখ্যক চারা উৎপাদন, বাজারজাতকরণ ও বিক্রির মাধ্যমে ইমন সিফাতের তুলনায় অধিক লাভবান হবে।

#### প্রশ্ন-১৭ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

কৃষিবিদ মি. আবদুর রশিদ তার ব্যক্তিগত ফার্মে আধুনিক প্রযুক্তির অবলম্বনে বিভিন্ন উদ্ভিদ হতে টিস্যু পৃথক করে নিয়ে বিশেষ ব্যবস্থায় বর্ধিত করে চারা উৎপাদন করেন। এতে তিনি অল্প সময়ে প্রচুর লাভবান হন। অন্যদিকে আবদুল করিম তার সনাতনী পদ্ধতিতে নার্সারিতে চারা উৎপাদন করেন কিন্তু আশানুরূপ সাফল্য লাভ করতে পারেন না।

- ক. ‘ট্রান্সজেনিক’ জীব কী? ১
- খ. রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তি বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. মি. আবদুর রশিদের চারা উৎপাদন পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর। ৩
- ঘ. চারা বিক্রির ব্যবসায় মি. আবদুর রশিদের তুলনায় আবদুল করিমের কম লাভবান হবার কারণ বিশ্লেষণ পূর্বক মতামত দাও। ৪

#### ▶▶ ১৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- ক. জিন প্রকৌশলের মাধ্যমে প্রাপ্ত নতুন বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন জীব হলো ট্রান্সজেনিক জীব।
- খ. রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তি বলতে বোঝায় নতুন বৈশিষ্ট্য সৃষ্টির জন্য কোনো জীবের DNA -র পরিবর্তন ঘটানো। এ পদ্ধতিতে জীবপ্রযুক্তির বিশেষ রূপ হিসেবে কোষকেন্দ্রের জিনকণার পরিবর্তন ঘটিয়ে জীবদেহের গুণগত রূপান্তর ঘটানো হয়।
- গ. মি. আবদুর রশিদ টিস্যুকালচার পদ্ধতিতে ল্যাবরেটরিতে চারা উৎপাদন করেন। এ চারা উৎপাদনের বেঞ্জে নিম্নলিখিত ধাপগুলো অনুসরণ করতে হয়।
১. উন্নত গুণসম্পন্ন, স্বাস্থ্যবান ও রোগমুক্ত উদ্ভিদকে এক্সপ্লান্টের জন্য নির্বাচন করা হয়।



২. উদ্ভিদের বৃদ্ধির জন্য অত্যাবশ্যকীয় খনিজ পুষ্টি, ভিটামিন, ফাইটোহরমোন, সুক্রোজ এবং প্রায় কঠিন মাধ্যম তৈরির জন্য জমাট বাঁধার উপাদান যেমন অ্যাগার প্রভৃতি সঠিক মাত্রায় মিশিয়ে আবাদ মাধ্যম তৈরি করা হয়।
  ৩. অটোক্লেভ করে আবাদ মাধ্যমকে জীবাণুমুক্ত করে, ঠান্ডা ও জমাট বাঁধার পর এর মধ্যে এক্সপের্যান্ট (উদ্ভিদ অংশ) গুলোকে স্থাপন করা হয়। এখানে নিয়ন্ত্রিত পরিবেশে আবাদ মাধ্যমে স্থাপিত টিস্যু বার বার বিভাজনের মাধ্যমে ক্যালাস বা অণুচারা উৎপন্ন হয়।
  ৪. মূল উৎপাদিত না হয়ে থাকলে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতা লাভের পর বিটপগুলোকে বিচ্ছিন্ন করে মূল উৎপাদনকারী আবাদ মাধ্যমে স্থাপন করা হয়।
  ৫. মূলযুক্ত চারাগুলোকে মাটিভরা পাত্রে স্থানান্তর করা হয়। পরবর্তীতে এগুলোকে ল্যাবরেটরির বাইরের পরিবেশে খাপ খাওয়ানো হয় এবং একপর্যায়ে প্রাকৃতিক পরিবেশের মাটিতে লাগানো হয়।
- ঘ. চারা বিক্রির ব্যবসায় মি. আব্দুর রশিদের তুলনায় আবদুল করিমের কম লাভবান হওয়ার কারণ হলো কিছু প্রযুক্তিগত সুবিধা না থাকা। নার্সারিতে সনাতন পদ্ধতিতে বীজ তৈরি মাধ্যমে অথবা অজাজ প্রজনন বা কলম তৈরির মাধ্যমে বিভিন্ন উদ্ভিদের চারা তৈরি করা হয়। অনেক সময় এখানে সংক্রায়ন বা কৃত্রিম প্রজননের মাধ্যমে সৃষ্ট উন্নত বৈশিষ্ট্যের চারা পাওয়া যায়। তবে টিস্যুকালচার ল্যাবে টিস্যু আবাদ করে অল্প সময়ে প্রচুর সংখ্যক চারা পাওয়া সম্ভব। তাই ফার্মে আবদুর রশিদের সনাতন নার্সারি অপেক্ষা আবদুল করিমের ফার্মে অধিক চারা উৎপন্ন হবে। এছাড়া টিস্যুকালচারের মাধ্যমে চারা উৎপাদনে এমন কিছু সুবিধা পাওয়া যাবে যা সনাতন নার্সারিতে সম্ভব নয় তা হলো :
১. একই বৈশিষ্ট্যের অসংখ্য চারা উৎপাদন।
  ২. রোগমুক্ত চারা উৎপাদন।
  ৩. ঋতুভিত্তিক চারা উৎপাদনের সীমাবদ্ধতা এড়ানো।
  ৪. অল্প জায়গায় তুলনামূলক অধিক চারা মজুদ রাখা।
  ৫. বীজের মাধ্যমে বা সাধারণভাবে চারা হয় না সেসব উদ্ভিদের চারা উৎপাদন।
  ৬. বিলুপ্তপ্রায় উদ্ভিদের চারা উৎপাদন ও সংরক্ষণ।
  ৭. নতুন প্রকৃতির উদ্ভিদ উদ্ভাবন ও দ্রুত বংশবৃদ্ধি।
- কাজেই আবদুল করিমের নার্সারিতে উপরিস্থ অধিকাংশ সুবিধাই পাওয়া যাবে না যা আবদুর রশিদের ফার্মে পাওয়া যাবে। ফলে আবদুর রশিদ আধুনিক প্রযুক্তির কল্যাণে অল্প সময়ে বিবিধ গুণাবলি সম্পন্ন হরেক রকম জাতের প্রচুর সংখ্যক চারা উৎপাদন বাজারজাতকরণ ও বিক্রির মাধ্যমে অধিক লাভবান হবেন।

#### প্রশ্ন-১৮ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ফাইজা গবেষণাগারে বীজ ছাড়া কিছু উদ্ভিদ জন্মানো। অপরদিকে, ফাহিম লোকাল ভ্যারাইটিতে জিন ট্রান্সফারের মাধ্যমে রোগ প্রতিরূপকারী কিছু উদ্ভিদ জন্মানো।

- |  |   |
|--|---|
| ক. Bt corn কী?   | ১ |
| খ. টিস্যুকালচার প্রক্রিয়ায় কালচার মিডিয়ামের ব্যবহার গুরুত্বপূর্ণ কেন?                 | ২ |
| গ. ফাইজার গ্রহণকৃত পদ্ধতিটির সুবিধাসমূহ লেখ।   | ৩ |
| ঘ. “ফাহিমের গ্রহণকৃত পদ্ধতিটি, ফাইজার গ্রহণকৃত পদ্ধতি থেকে সম্পূর্ণ ভিন্নতর”-বিশেষণ করো। | ৪ |

▶▶ ১৮নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- ক. Bt corn এক ধরনের ট্রান্সজেনিক ভুট্টা।
- খ. টিস্যুকালচার প্রক্রিয়ায় কালচার মিডিয়াম বা আবাদ মাধ্যম ব্যবহার গুরুত্বপূর্ণ কারণ—
- (i) এ মাধ্যম উদ্ভিদের বৃদ্ধির জন্য অত্যাবশ্যকীয় খনিজ পুষ্টি, ভিটামিন, ফাইটোহরমোন ও সুক্রোজ থাকে।
  - (ii) জীবাণুমুক্ত অল্প স্থানে যেমন টেস্টিটিউব ও কনিকাল ফ্লাস্ক এ রেখে এক্সপের্যান্ট থেকে অনেক চারা জন্মানো যায়।
  - (iii) কালচার মিডিয়াম এক্সপের্যান্ট স্থাপনের পর নির্দিষ্ট তাপ ও আলোতে রাখলেই ক্যালাস থেকে চারা গাছ হয়।
- গ. ফাইজার গ্রহণকৃত প্রক্রিয়াটি হলো টিস্যুকালচার প্রক্রিয়া যার মূল সুবিধা হলো বীজ ছাড়া নতুন উদ্ভিদ জন্মানো। এ প্রক্রিয়ায় মাতৃ উদ্ভিদের টিস্যু কেটে নিয়ে, তা থেকে নতুন ও একই গুণাগুণ সম্পন্ন উদ্ভিদের জন্ম দেয়া হয়। এ প্রক্রিয়াটির বেশ কিছু সুবিধা রয়েছে। যেমন—
১. সহজেই কম সময়ে একই বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন রোগমুক্ত চারা উৎপাদন করা যায়।
  ২. স্বল্প সময় ও স্বল্প জায়গায় বছরের যেকোন সময়ে চারা উৎপাদন করা যায়।
  ৩. যেসব উদ্ভিদে বীজের মাধ্যমে বংশবৃদ্ধি হয় না, সেগুলোর চারা প্রাপ্তি সহজে সম্ভব হয়।
  ৪. বিলুপ্ত উদ্ভিদ উৎপাদন ও সংরক্ষণ সহজ হয়।
  ৫. যেসব ভ্রূণে শস্যকলা থাকে না সেসব ভ্রূণ কালচার করে সরাসরি উদ্ভিদ সৃষ্টি করা যায়।
  ৬. যেসব উদ্ভিদের যৌন প্রজনন অনুপস্থিত অথবা প্রাকৃতিকভাবে জননের হার কম, তাদের দ্রুত সংখ্যা বৃদ্ধির ব্যবস্থা করা যায়।
- কাজেই বলা যায় যে, ফাইজার গ্রহণকৃত পদ্ধতিটির নানাবিধ সুবিধা পাওয়া যায়।
- ঘ. ফাইজার গ্রহণকৃত পদ্ধতি টিস্যুকালচার এবং ফাহিমেরটি জিন প্রকৌশল।
- টিস্যুকালচার প্রযুক্তি এবং জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং উভয় আধুনিক জীব প্রযুক্তির অংশ। তা সত্ত্বেও এ দুই প্রক্রিয়ায় বিস্তার পার্থক্য লব করা যায়। টিস্যুকালচারের বেত্রে মাতৃ উদ্ভিদের কোনো বিচ্ছিন্ন অংশ বিশেষ বা অঙ্গ বিশেষ, যেমন— পরাগরেণু, শীর্ষ বা পার্শ্বমুকুল, পর্ব, মূলাংশ ইত্যাদিকে কোনো নির্দিষ্ট পুষ্টিবর্ধক মিডিয়ামে জীবাণুমুক্ত অবস্থায় কালচার করানো হয়। এবেত্রে পুষ্টি বর্ধক মিডিয়ামের উপাদানগুলোকে সঠিক মাত্রায় মিশ্রিত করা অত্যন্ত জরুরি।
- অপরদিকে, জীব প্রযুক্তির বিশেষ রূপ হিসেবে কোষকেন্দ্রের জিনকণার পরিবর্তন ঘটিয়ে জীবদেহের গুণগত রূপান্তর ঘটানোই হলো জিন প্রকৌশল। এ প্রযুক্তিতে মাতৃউদ্ভিদের একটি কাক্ষিকত DNA নির্বাচন করে তা অন্যত্র একটি পোষকে স্থানান্তরিত করা হয়। এবেত্রে সর্বাধিক রোগ প্রতিরূপকারী উদ্ভিদ সৃষ্টি করা যায় এবং বেশি ফলদানকারী ও উন্নতজাতের উদ্ভিদ পাওয়া যায়।
- কাজেই, ফাইজা ও ফাহিমার গ্রহণকৃত পদ্ধতি দুটি সম্পূর্ণ ভিন্ন ধরনের এবং উপরের আলোচনা থেকে একথা স্পষ্ট যে, “ফাহিমের গ্রহণকৃত পদ্ধতিটি, ফাইজার গ্রহণকৃত পদ্ধতি থেকে সম্পূর্ণ ভিন্নতর”—উক্তিটি যৌক্তিক কারণেই যথার্থ।



সৃজনশীল প্রশ্নব্যাংক





**প্রশ্ন-১৯** ▶ রহিম একজন দরিদ্র এবং শিথিল যুবক। সে তার দরিদ্রতা দূর করার জন্য কৃষির ওপর ট্রেনিং করে এবং সে শিখে নেয় কীভাবে টিস্যু কালচার করা যায়। টিস্যু কালচারের মাধ্যমে সে গুণগত মানসম্পন্ন অনেক উদ্ভিদ উৎপন্ন করে। এর মাধ্যমে সে এখন জীবিকা নির্বাহ করে।  
ক. ছেদনকৃত DNA খণ্ডসমূহ সংযুক্ত করার জন্য কোন এনজাইম ব্যবহৃত হয়? ১

খ. প্রচলিত প্রজনন ও জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং এর মধ্যে দুটি পার্থক্য উল্লেখ কর। ২

গ. রহিম কীভাবে জীবাণুমুক্ত মাধ্যম তৈরি করে আলোচনা কর? ৩

ঘ. বাংলাদেশে রহিমের লেখা প্রযুক্তির সফলতা বিশ্লেষণ কর। ৪

**প্রশ্ন-২০** ▶ ড. শাহীনের রহমান বর্তমানে BRRI এ কর্মরত একজন গবেষক। তিনি বর্তমানে বিটা ক্যারোটিন ও লৌহসমৃদ্ধ ধান আবিষ্কারের চেষ্টা করেছেন। তিনি এর আগে পানিতে পচনরোধী কাঠ সমৃদ্ধ বনজ উদ্ভিদ আবিষ্কার ও টিস্যু কালচারের মাধ্যমে সারাদেশে ছড়িয়ে দিয়েছেন।  
ক. TMGMV কী? ১

খ. বিলুপ্তপ্রায় উদ্ভিদ উৎপাদন ও সংরক্ষণে টিস্যু কালচার কেন নির্ভরযোগ্য প্রযুক্তি? ২

গ. ধানের উক্ত জাত উদ্ভাবনে শাহীনের রহমানের কৌশলটি বর্ণনা কর। ৩

ঘ. ‘বনজ সম্পদের প্রসারে ডা. শাহীনের রহমানের গৃহীত পদক্ষেপ অনন্য’-বিশ্লেষণ কর। ৪

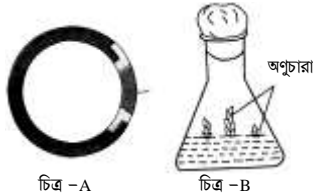
**প্রশ্ন-২১** ▶ রবশদিয়া তার বাম্বুর বাড়িতে গিয়ে খুবই ভালো জাতের একটি বেলগাছের সম্প্রদান পেলে। সে হুবহু একই বৈশিষ্ট্যের চারা উৎপাদনের জন্য গাছটির পার্শ্বমুকুল নিয়ে এলো এবং তার বিশ্ববিদ্যালয়ের উদ্ভিদবিজ্ঞান ল্যাবে বিশেষ প্রক্রিয়ায় চারা তৈরি করল।  
ক. কোষকেন্দ্রের জিনকণার পরিবর্তন ঘটিয়ে জীবদেহের গুণগত রূপান্তর ঘটানোকে কী বলে? ১

খ. আবাদ মাধ্যম বলতে কী বোঝায়? ২

গ. রবশদিয়ার চারা উৎপাদনের ধাপসমূহ বর্ণনা কর। ৩

ঘ. রবশদিয়ার প্রচলিত পদ্ধতি প্রয়োগ না করে বিশেষ প্রক্রিয়ায় চারা তৈরির কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

**প্রশ্ন-২২** ▶



চিত্র - A

চিত্র - B

ক. টিস্যুকালচার কী? ১

খ. পরিবেশ সুরবায় জীবপ্রযুক্তির ব্যবহার লেখ। ২

গ. উদ্ভীপকের B চিত্রের প্রক্রিয়াটি ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্ভীপকের A চিত্রে প্রদর্শিত প্রক্রিয়ার মাধ্যমে উদ্ভিদ ও প্রাণীর উন্নয়নে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখছে— উক্তিটির যথার্থতা মূল্যায়ন কর। ৪

**প্রশ্ন-২৩** ▶



D

ক. Explant কী? ১

খ. আবাদি মাধ্যম কীভাবে তৈরি করা হয়? ২

গ. নতুন বৈশিষ্ট্য সৃষ্টির জন্য কোনো জীবে উদ্ভীপকের রিকম্বিনেন্ট প্রযুক্তি প্রস্তুতির ধাপসমূহ লিখ। ৩

ঘ. উদ্ভীপকে A চিত্রটির টেস্টের মাধ্যমে কীভাবে সামাজিক অপরাধ সমান ভূমিকা রাখে বলে তুমি মনে কর, বুঝাও। ৪

**প্রশ্ন-২৪** ▶ রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তি বা জিন প্রকৌশলের মাধ্যমে কাল্পনিক বৈশিষ্ট্যের জিন অল্প সময়ে সূচ্যবভাবে স্থানান্তর করা সম্ভব হয় বলে, শ্বশিরফট উদ্ভাবক উদ্যোক্তাগণের নিকট প্রচলিত প্রজননের তুলনায় এই প্রযুক্তিটির অধিক গুরুত্ব আছে। তাই বলা যায়, নতুন ফসল উদ্ভাবনের বেঞ্চে প্রচলিত প্রজননের তুলনায় জিন প্রকৌশল অধিক কার্যকরী।  
ক. Explant কী? ১

খ. টিস্যুকালচার বলতে কী বুঝ? ২

গ. উদ্ভীপকে উল্লিখিত নতুন ফসল উদ্ভাবনের বেঞ্চে প্রচলিত প্রজননের তুলনায় জিন প্রকৌশল অধিক কার্যকরী কেন? যুক্তি দিয়ে বুঝিয়ে লেখ। ৩

ঘ. উক্ত প্রযুক্তির মাধ্যমে GMO তৈরির ধাপসমূহ চিত্রসহ লিখ। ৪

**প্রশ্ন-২৫** ▶

E.Coli → পরাজমিড → রিকম্বিনেন্ট DNA → টিস্যুকালচার → ট্রান্সজেনিক উদ্ভিদ

A B C D E

ক. বায়োটেকনোলজি শব্দের প্রবর্তক কে? ১

খ. অণুচারা বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. C চিত্রিত অংশটি প্রস্তুত করার ধাপসমূহ চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. বাংলাদেশে খাদ্যে স্বয়ংসম্পূর্ণ অর্জনে ‘D’ চিত্রিত বিষয়টি কী? প ভূমিকা পালন করছে বলে তুমি মনে কর? মতামতসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

**প্রশ্ন-২৬** ▶



চিত্র - A

ক. রেস্ট্রিকশন এনজাইমের কাজ কী? ১

খ. টিস্যুকালচার প্রযুক্তিতে ক্যালাস বলতে কী বোঝায়? ২

গ. A চিত্রটি দ্বারা কী বোঝানো হয়েছে ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটির ধাপগুলো চিত্র একে দেখাও। ৪

**প্রশ্ন-২৭** ▶ নাজমুল একজন বেকার যুবক। যুব প্রশির্ষণ ইনস্টিটিউট থেকে ট্রেনিং নিয়ে সে একটি মুরগির খামার করেছে। খামারে প্রায় ১০০০ এর বেশি মুরগি আছে। একদিন সে দেখতে পেল কিছু মুরগি ঝিমাম্বে এবং পানির মতো পাতলা পায়খানা করেছে। নিকটস্থ পশু ডাক্তারের সাথে যোগাযোগ করে তার হতাশার কথা ব্যক্ত করলে ডাক্তার বললেন এটি এক ধরনের ফ্লু; চিন্তার কারণ নেই— এটি নিরোধনে এক ধরনের বিশেষ প্রযুক্তি উদ্ভাবন হয়েছে।  
ক. এক্সপ্লান্ট কী? ১

খ. আবাদি জমিতে উপকারী পোকা রবার্থে কী ভূমিকা গ্রহণ করা যেতে পারে—ব্যাখ্যা কর। ২

গ. ডাক্তারের উল্লিখিত উদ্ভাবিত প্রযুক্তির মাধ্যমে কীভাবে মুরগিসহ সকল গৃহপালিত পশুর রোগ নিরাময় সম্ভব? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. নাজমুল কীভাবে স্বল্প সময় ও সাশ্রয়ীভাবে উক্ত সমস্যা থেকে পরিত্রাণ পেতে পারে? বিশ্লেষণ কর। ৪



## অধ্যায় সমন্বিত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর



**প্রশ্ন-২৮** নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

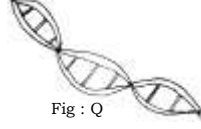


Fig : Q

?

- ক. টিস্যুকালচার কাকে বলে? ১  
খ. থ্যালাসেমিয়া কেন হয়? ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. প্রদর্শিত অজ্ঞাণুটির অনুলিপন প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। ৩  
ঘ. “নতুন ফসল উদ্ভাবনের বেত্রে প্রদর্শিত অজ্ঞাণুটির ভূমিকা অনস্বীকার্য— উদ্ভিতির তাৎপর্য বিশ্লেষণ কর। ৪

### ২৮নং প্রশ্নের উত্তর

- ক. একটি টিস্যুকে জীবাণুমুক্ত পুষ্টিবর্ধক কোনো মিডিয়ামে বর্ধিতকরণ প্রক্রিয়াকে টিস্যুকালচার বলে।  
খ. থ্যালাসেমিয়া রক্তের লোহিত রক্ত কণিকার এক অস্বাভাবিক অবস্থাজনিত রোগের নাম। এ রোগ বংশগত। লোহিত রক্তকে দুধরনের প্রোটিন  $\alpha$  গেরাবিউল এবং  $\beta$  গেরাবিউল দ্বারা তৈরি। থ্যালাসেমিয়া হয় লোহিত রক্তকোষ এ দুটি প্রোটিনের জিন নষ্টের কারণে। ফলে লোহিত রক্তকণিকাগুলি নষ্ট হয়ে যায় এবং রোগী রক্তশূন্যতায় ভোগে।  
গ. প্রদর্শিত অজ্ঞাণুটি হলো জীবের বৈশিষ্ট্য বহনকারী DNA যা অর্ধ-সংরবণশীল পদ্ধতিতে অনুলিপন হয়।  
অনুলিপন প্রক্রিয়ায় একটি DNA অণু থেকে আর একটি নতুন DNA অণু তৈরি হয় বা সংশ্লেষিত হয়। এই পদ্ধতিতে DNA সূত্র দুটির হাইড্রোজেন বন্ধন ভেঙে গিয়ে আলাদা হয় এবং প্রতিটি সূত্র তার পরিপূরক (Complementary) নতুন সূত্র সৃষ্টি করে। পরে একটি পুরাতন সূত্র ও একটি নতুন সূত্র সংযুক্ত হয়ে DNA অণুর সৃষ্টি হয়। একটি পুরাতন মাতৃসূত্রক এবং একটি নতুন সৃষ্ট সূত্রকের সমন্বয়ে গঠিত বলে একে অর্ধ-রবণশীল পদ্ধতি বলে।  
ঘ. উদ্দীপকে অজ্ঞাণুটি DNA অণুর রেখাচিত্র। এটি নতুন ফসল উদ্ভাবনের বেত্রে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।  
নতুন বৈশিষ্ট্য সৃষ্টির জন্য কোন জীবের DNA-র পরিবর্তন ঘটানোকে জিন প্রকৌশল বা জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং বা রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তি বলা হয়। বর্তমানে এ প্রযুক্তির সাহায্যে রক্তিকর পোকামাকড় প্রতিরোধী বিটি ভুট্টা, বিটি ধান ইত্যাদি ফসলের জাত উদ্ভাবন সম্ভব হয়েছে।  
Bt নামক ব্যাকটেরিয়া জিন (DNA) শস্যে প্রবেশ করানোর ফলে শস্যসমূহকে Bt corn, Bt Rice ইত্যাদি নামে অভিহিত করা হচ্ছে। এ প্রযুক্তির দ্বারা ভাইরাস প্রতিরোধী ফসলের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে। যেমন ভাইরাস কোট প্রোটিন জিন স্থানান্তরের মাধ্যমে টমেটোর টমেটো মোজাই ভাইরাস এবং পৈপের রিং-স্পট ভাইরাস প্রতিরোধী জাতের উদ্ভাবন করা হয়েছে। একধরনের ব্যাকটেরিয়া থেকে আগাছা নাশক সহিষ্ণু জিন টমেটো, ভুট্টা, সয়াবিন ইত্যাদি স্থানান্তর করে আগাছা সহিষ্ণু জাতের উদ্ভাবন করা হয়েছে। এছাড়া DNA রিকম্বিনেন্ট প্রযুক্তির মাধ্যমে একই উদ্ভিদে একাধিক জিন (DNA) অনুপ্রবেশ করিয়ে ট্রান্সজেনিক ফসল উদ্ভাবন সম্ভব হয়েছে। পুষ্টিমান উন্নয়নের জন্য ধানে ভিটামিন-এ জিন স্থানান্তর করা হয়েছে এবং DNA স্থানান্তরের দ্বারা ধানে লৌহ যোগ করারও প্রচেষ্টা চলছে।

লবণাক্ততা ও খরা সহনশীল জিন স্থানান্তরের মাধ্যমে জিনগত পরিবর্তন ঘটিয়ে বিভিন্ন ফসলের জাত উদ্ভাবনের চেষ্টা চলছে।  
সুতরাং উপরের আলোচনা থেকে আমরা বলতে পারি নতুন ফসল উদ্ভাবনের বেত্রে উদ্দীপকে প্রদর্শিত অজ্ঞাণু DNA-এর ভূমিকা অনস্বীকার্য।

**প্রশ্ন-২৯** নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

- বিপাশা, তাসনুভা ও হৃদয় যথাক্রমে ট্যাক্সোনমি, বায়োটেকনোলজি ও ফার্মেসি বিভাগে উচ্চ শিবা ও গবেষণা করছে। লেখাপড়া শেষ করে বিপাশা বিশ্ববিদ্যালয়ে শিবক হিসেবে, তাসনুভা খাদ্য উৎপাদনকারী প্রতিষ্ঠানে রিসার্চ অফিসার ও হৃদয় একটি ওষুধ কোম্পানিতে প্রডাকশন অফিসার হিসেবে কর্মরত আছে।

- ক. অণুজীববিজ্ঞান কাকে বলে? ১  
খ. ব্যাকটেরিয়াকে মনেরা রাজ্যের জীব বলা হয় কেন? ২  
গ. বিপাশার পেশা জীববিজ্ঞানে কীভাবে সুফল বয়ে আনে বর্ণনা কর। ৩  
ঘ. তিনজনই জীববিজ্ঞানে অবদান রাখলেও তাসনুভা ও হৃদয় সরাসরি মানবকল্যাণে ভূমিকা রাখছে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ২৯নং প্রশ্নের উত্তর

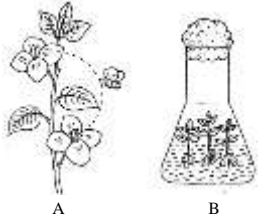
- ক. জীববিজ্ঞানের যে শাখার অণুজীব নিয়ে আলোচনা করা হয় সে শাখাকে অণুজীববিজ্ঞান বলে।  
খ. মনেরা রাজ্যের জীবের বৈশিষ্ট্য হচ্ছে— এরা এককোষী অথবা ফিলামেন্টাস। নিউক্লিওলাস ও নিউক্লিয়াস পর্দা নাই। এদের কোষে রাইবোজোম ছাড়া অন্য সকল কোষ অজ্ঞাণু অনুপস্থিত। কোষ বিভাজন দ্বিবিভাজন প্রক্রিয়ায় ঘটে। ব্যাকটেরিয়ার মধ্যে এই বৈশিষ্ট্যগুলো থাকার কারণে এদের মনেরা রাজ্যের জীব বলা হয়।  
গ. বিপাশা ট্যাক্সোনমির উপর উচ্চশিবা গ্রহণ করেছে এবং বর্তমানে বিশ্ববিদ্যালয়ের শিবক।  
ট্যাক্সোনমির লব্য মূলত বিশাল ও বৈচিত্র্যময় জীবজগৎকে সহজভাবে অল্প পরিশ্রমে এবং অল্প সময়ে সঠিকভাবে জানা। আজ পর্যন্ত বিভিন্ন উদ্ভিদের প্রায় চার লব ও প্রাণীর প্রায় তের লব প্রজাপতির নামকরণ ও বর্ণনা করা হয়েছে। তবে এ সংখ্যা চূড়ান্ত নয়, কেননা প্রায় প্রতিদিনই আরও নতুন নতুন প্রজাতির বর্ণনা সংযুক্ত হচ্ছে। অনুমান করা হয় যে, ভবিষ্যতে সব জীবের বর্ণনা শেষ হলে এর সংখ্যা দাঁড়াবে প্রায় এক কোটিতে। জানা, বোঝা এবং শেখার সুবিধার্থে এই অসংখ্য প্রাণীকে সুষ্ঠুভাবে বিন্যাস করা বা সাজানোর প্রয়োজন।  
ট্যাক্সোনমি উপর বিপাশার উচ্চশিবা আমাদের দেশের জীবজগৎ সম্বন্ধে আরো জানার সুযোগ করে দেবে। নতুন কোনো জীব আবিষ্কৃত হয়ে তার অবস্থান নির্ধারণের মাধ্যমে বৈচিত্র্যময় জীবজগৎকে আরও ভালো করে জানার পথ সুগম করবে। এভাবেই বিপাশার পেশা জীববিজ্ঞানে উল্লেখযোগ্য সুফল বয়ে আনবে।  
ঘ. তাসনুভা বায়োটেকনোলজি এবং হৃদয় ফার্মেসি বিষয়ে উচ্চশিবা গ্রহণ করে যথাক্রমে খাদ্য উৎপাদনকারী প্রতিষ্ঠানে গবেষণা কর্মকর্তা ও ওষুধ কোম্পানিতে উৎপাদন কর্মকর্তা হিসেবে নিয়োজিত। এ দুটি কাজই মানবকল্যাণে ভূমিকা রাখে।  
অধিক ফলনশীল শস্য উৎপাদনে পুষ্টির গুণ বৃদ্ধিতে খাদ্যের গুণগত মান উন্নয়নে বায়োটেকনোলজি বর্তমানে অবদান রাখছে।

অন্যদিকে ফার্মেসি জীববিজ্ঞানের ঔষধশিল্প ও প্রযুক্তিবিষয়ক বিজ্ঞান। এখানে নতুন আবিষ্কৃত ঔষধের কার্যকারিতা নিয়ে কাজ করা হয়। গবেষণা করে বায়োটেকনোলজি প্রয়োগ করে বিভিন্ন ভ্যাকসিন, হরমোন, ইন্টারফেরন, অ্যান্টিবডি, অ্যান্টিবায়োটিক ইত্যাদি জীবন রবাকারী ঔষধ উদ্ভাবন করা হচ্ছে। এগুলো বাণিজ্যিকভাবে উদ্ভাবন ও বিপণন ফার্মেসিগুলো করে থাকে।

বিপাশার কাজ অর্থাৎ ট্যান্সজেনমিও জীববিজ্ঞানের উন্নয়নে অবদান রাখছে। কিন্তু এতে মানুষ সরাসরি উপকৃত হতে পারে না। বরং এই গবেষণার ফল মানুষের জ্ঞানচর্চা ও তার প্রয়োগের পথে সাহায্য করে।

উপরিউক্ত আলোচনা বিশ্লেষণ করে বলা যায় বিপাশা, তাসনুতা ও হৃদয় তিনজনই জীববিজ্ঞানে অবদান রাখলেও বিপাশা পরোক্ষভাবে এবং তাসনুতা ও হৃদয় সরাসরি মানবকল্যাণে ভূমিকা রাখছে।

**প্রশ্ন-৩০** নিচের চিত্রদ্বয় দেখে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ক. জিন কাকে বলে? ১  
খ. খাদ্যজাল বলতে কী বোঝ? ২  
গ. চিত্র A এর সুবিধাগুলো বর্ণনা কর। ৩  
ঘ. কৃষিবেত্রে চিত্র B এর ভূমিকা বিশ্লেষণ কর। ৪

৩০নং প্রশ্নের উত্তর

- ক. জীবের বৈশিষ্ট্য নিয়ন্ত্রণকারী একককে জিন বলে।  
খ. বাস্তুতন্ত্রে একাধিক খাদ্য শিকল দেখা যায়। এ খাদ্য শিকলগুলো স্বাধীন বা পৃথকভাবে অবস্থান না করে, অন্য এক বা একাধিক



## অনুশীলনীর সাধারণ প্রশ্ন ও উত্তর



### ● ■ সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন ১** কীভাবে আবাদ মাধ্যম তৈরি করা হয়?

**উত্তর** : উদ্ভিদের বৃদ্ধির জন্য অত্যাবশ্যকীয় খনিজপুষ্টি, ভিটামিন, ফাইটোহরমোন, সুক্রোজ এবং প্রায় কঠিন মাধ্যম তৈরির জন্য জমাট বাঁধার উপাদান যেমন অ্যাগার প্রভৃতি সঠিক মাত্রায় মিশিয়ে আবাদ মাধ্যম তৈরি করা হয়।

**প্রশ্ন ২** টিস্যুকালচার বলতে কী বুঝ?

**উত্তর** : পরীবাগারে কাচের পাত্রে (টেস্টটিউব, কনিক্যালফ্লাস্ক ইত্যাদি) উপযুক্ত পুষ্টি মাধ্যমে উদ্ভিদের কোষ, কলা বা অঙ্গের বৃদ্ধি ঘটানোকে টিস্যুকালচার বলে।

**প্রশ্ন ৩** এক্সপ্ল্যান্ট কী?

**উত্তর** : উদ্ভিদের যে অংশ পৃথক করে টিস্যুকালচার করা হয় তাকে এক্সপ্ল্যান্ট বলে।

**প্রশ্ন ৪** জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং কী?

**উত্তর** : একটি জীব থেকে একটি নির্দিষ্ট জিন বহনকারী DNA খণ্ড পৃথক করে ভিন্ন একটি জীবে স্থানান্তরের কৌশলকে জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং বা জিন প্রকৌশল বলে।

**প্রশ্ন ৫** ট্রান্সজেনিক কী?

খাদ্য শিকলের সাথে সম্পর্কযুক্ত থাকে। বাস্তুতন্ত্রে এভাবে একাধিক খাদ্যশিকল আন্তঃসম্পর্কযুক্ত হয়ে জালের ন্যায় যে গঠন তৈরি করে তাকেই খাদ্যজাল বলা হয়।

গ. চিত্র-A হলো স্বপরাগায়ন। স্বপরাগায়নের বেশকিছু সুবিধা রয়েছে। এর সুবিধাগুলো আলোচনা করা হলো :

স্বপরাগায়নে পরাগরেণুর অপচয় কম হয়, পরাগায়নের জন্য বাহকের ওপর নির্ভর করতে হয় না। এবং পরাগায়ন নিশ্চিত হয়। স্বপরাগায়নের ফলে উৎপন্ন উদ্ভিদে বৈশিষ্ট্যের কোনো পরিবর্তন ঘটে না বলে প্রজাতির গুণাগুণ অক্ষুণ্ণ থাকে। কোনো একটি উদ্ভিদ প্রজাতির চরিত্রগত বিশুদ্ধতা বজায় রাখতে স্বপরাগায়নই গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

ঘ. উদ্ভিদপেকের B চিত্রটি টিস্যুকালচারের। যা বায়োটেকনোলজির একটি শাখা। কৃষিবেত্রে গুরুত্বপূর্ণ উদ্ভিদের চারা টিস্যুকালচারের মাধ্যমে সারা বছর উৎপাদন করা সম্ভব।

উদ্ভিদাংশ থেকে অল্প সময়ে একই বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন অসংখ্য চারা এ প্রযুক্তির মাধ্যমে তৈরি করা যায়। অল্প সময়ের মধ্যে কম জায়গায় যথেষ্ট সংখ্যক চারা উৎপাদন করা সম্ভব। যেসব উদ্ভিদের বীজের মাধ্যমে বংশবিস্তার হয় না, টিস্যুকালচারের মাধ্যমে তাদের চারা তৈরি সম্ভব। এ পদ্ধতির মাধ্যমে বিলুপ্ত প্রায় উদ্ভিদ উৎপাদন ও সংরক্ষণ সম্ভব। সহজেই রোগমুক্ত চারা, বিশেষ করে ভাইরাসযুক্ত চারা টিস্যুকালচারের মাধ্যমে তৈরি করা যায়।

উপরের আলোচনা থেকে বোঝা যায় যে, টিস্যুকালচারের মাধ্যমে কৃষিবেত্রের অনেক সমস্যার সমাধান তথা কৃষকের চাহিদামতো রোগমুক্ত চারা সরবরাহ করা সম্ভব। এককথায় কৃষিবেত্রে টিস্যুকালচারের গুরুত্ব অপরিসীম।

**উত্তর** : রিকম্বিনেন্ট প্রযুক্তির মাধ্যমে DNA এর কৃত্রিম অংশ ব্যাকটেরিয়া থেকে মানুষে, উদ্ভিদ থেকে প্রাণীতে, প্রাণী থেকে উদ্ভিদে স্থানান্তর করা সম্ভব হয়েছে। এর ফলে সৃষ্ট নতুন বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন জীবকে বলা হয় ট্রান্সজেনিক জীব।

### ● ■ রচনামূলক প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন ১** উদ্ভিদ প্রজনন ও উন্নতজাত উদ্ভাবনে টিস্যুকালচার প্রযুক্তির ভূমিকা উল্লেখ কর।

**উত্তর** : টিস্যুকালচার প্রযুক্তির কৌশলকে কাজে লাগিয়ে আজকাল উদ্ভিদ প্রজননের বেত্রে এবং উন্নত জাত উদ্ভাবনে ব্যাপক সাফল্য পাওয়া গেছে। এর মাধ্যমে যেসব উদ্ভিদ বীজের মাধ্যমে বংশবিস্তার করে না সেগুলোর চারাপ্রাপ্তি ও স্বল্প ব্যয়ে দ্রুত সতেজ অবস্থায় স্থানান্তর করা যায়। যেসব ভূ গণে শস্যকলা থাকে না সেসব ভূ গণ কালচার করে সরাসরি উদ্ভিদ সৃষ্টি করা যায়। যেসকল উদ্ভিদে যৌনজনন অনুপস্থিত অথবা প্রাকৃতিকভাবে জননের হার কম তাদের দ্রুত সংখ্যা বৃদ্ধির ব্যবস্থা করা যায়। নতুন প্রকৃতির উদ্ভিদ উদ্ভাবনে টিস্যুকালচার প্রযুক্তি ব্যবহার করা হচ্ছে।

বর্তমানে মেরিস্টেম কালচারের মাধ্যমে কোনো কোনো ভাইরাস রোগাক্রান্ত ফুল ও ফলগাছকে যেমন : আলুর টিউবারকে রোগমুক্ত করা

টিস্যুকালাচারের একটি নিয়মিত কর্মসূচিতে পরিণত হয়েছে। মালয়েশিয়ায় oil palm-এ বংশবৃদ্ধি টিস্যুকালাচার পদ্ধতিতে সম্পন্ন করা হয়। টিস্যুকালাচারের মাধ্যমে চন্দ্রমলিকার একটি অজ্ঞাত টুকরা হতে বছরে ৮৮ কোটি চারা গাছ পাওয়া সম্ভব। যুঁই সাস্পেনসান হতে সুগন্ধি আতর এই প্রযুক্তির মাধ্যমে বিভিন্ন দেশে বাণিজ্যিকভাবে উৎপাদিত হচ্ছে। জোজোবা নামক গাছ হতে নিষ্কাশিত তিশির তেলের বিকল্প হিসেবে ব্যবহার করা যায়, কিন্তু এই গাছ এক বিশেষ মরবভূমির পরিবেশ ছাড়া। যেমন- (Arizona, California) জন্মায় না এবং এদের বংশবৃদ্ধিও অত্যন্ত সময়সাপেক্ষ। টিস্যুকালাচারের মাধ্যমে এই গাছের দ্রুত বংশবৃদ্ধি করা সম্ভব হয়েছে। একে ভারতীয় উপমহাদেশের জলবায়ু উপযোগী করে তোলা হয়েছে। বাংলাদেশে টিস্যুকালাচারের মাধ্যমে ইতোমধ্যে অনেক সাফল্য অর্জিত হয়েছে, যেমন : বিভিন্ন প্রকার দেশি ও বিদেশি অর্কিডের চারা উৎপাদন করা সম্ভব হয়েছে। রোগ প্রতিরোধী এবং অধিক উৎপাদনশীল কলার চারা, বেগের চারা, কাঁঠালের চারা উৎপাদন করা হয়েছে। চন্দ্রমলিকার, গরাদিওলাস, লিলি, কার্নেশন প্রভৃতি ফুল উৎপাদনকারী উদ্ভিদের চারা উৎপাদন করা হয়েছে। কদম, জারবল, ইপিল ইপিল, বক ফুল, সেগুন, নিম প্রভৃতি কাঠ উৎপাদনকারী বৃক্ষের চারা উৎপাদন করা হয়েছে। বিভিন্ন ডাল জাতীয় শস্য, বাদাম ও পাট এর চারা উৎপাদন করা হয়েছে। টিস্যুকালাচার প্রয়োগ করে আলুর রোগমুক্ত চারা এবং বীজ মাইক্রোটিউবার উৎপাদন করা সম্ভব হয়েছে। অতএব, উদ্ভিদ প্রজনন ও উন্নতজাত উদ্ভাবনে টিস্যুকালাচার প্রযুক্তির ভূমিকা উল্লেখযোগ্য।

**প্রশ্ন ২ ২ ২ শস্য উন্নয়নে জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং এর ভূমিকা আলোচনা কর।**

**উত্তর :** জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং বা রিকম্বিনেন্ট DNA প্রযুক্তি হলো সর্বাধুনিক জীব প্রযুক্তি। এই প্রযুক্তির মূল উদ্দেশ্য হলো নতুন ও উন্নত বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন জীব সৃষ্টি যার দ্বারা মানুষ সর্বোত্তমভাবে লাভবান হতে পারে। এই প্রযুক্তির মাধ্যমে ইতোমধ্যেই লবণীয় সাফল্য অর্জিত হয়েছে।

এই প্রযুক্তির সাহায্যে এক ধরনের ব্যাকটেরিয়ার জিন শস্যে প্রবেশ করিয়ে বতিকর পোকামাকড় প্রতিরোধী ফসলের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে। যেমন : বিটি ভুট্টা, বিটি তুলা, বিটি ধান (চীনে উদ্ভাবিত) ইত্যাদি। এসব শস্য লেপিডোপ্টেরা এবং কলিওপ্টেরা বর্গের অস্তর্ভুক্ত বতিকর কীটপতঙ্গের বিরুদ্ধে প্রতিরোধকর্ম।

এই প্রযুক্তির সাহায্যে ভাইরাস প্রতিরোধী ফসলের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে। যেমন : ভাইরাল কোট প্রোটিনের জিন স্থানান্তরের মাধ্যমে টমেটো মোজাইক ভাইরাস (ToMV), টোবাকো মোজাইক ভাইরাস (TMV) এবং টোবাকো মাইল্ড গ্রিন মোজাইক ভাইরাস (TMGMV) প্রতিরোধী ফসলের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে। রিং-স্পট ভাইরাস (PRSV) প্রতিরোধে সবম পৈপের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে। লেট বরাইট ছত্রাক প্রতিরোধী জিন স্থানান্তরের মাধ্যমে লেট বরাইট প্রতিরোধী গোল আলুর জাত উদ্ভাবনের লব্ধ্য গবেষণা চলছে।

জিনগত পরিবর্তনের মাধ্যমে আগাছানাশক রাসায়নিক পদার্থের বিরুদ্ধে সহনশীলতাসম্পন্ন ভুট্টা, তুলা ইত্যাদি ফসলের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে। এক ধরনের ব্যাকটেরিয়া থেকে বিজ্ঞানীরা আগাছা সহিষ্ণু জিন টমেটোতে স্থানান্তর করে আগাছা সহিষ্ণু টমেটো জাত তৈরি করতে সক্ষম হয়েছেন। এভাবে সয়াবিন, ভুট্টা, তুলা, ক্যানোলা ইত্যাদি আগাছা সহিষ্ণু জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে।

জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং এর মাধ্যমে একই উদ্ভিদে একাধিক বৈশিষ্ট্য অনুপ্রবেশ করানো যায়। বাণিজ্যিকভাবে এখন এ ধরনের ট্রান্সজেনিক উদ্ভিদ সহজলভ্য হয়েছে। যেমন : তুলা এবং ভুট্টার মধ্যে একইসাথে আগাছা সহিষ্ণু এবং পোকামাকড় প্রতিরোধী বৈশিষ্ট্য অনুপ্রবেশ করানো হয়েছে।

জিনগত রূপান্তরের মাধ্যমে ফসলের পুষ্টিমান উন্নয়ন করা হয়েছে। যেমন : ধানে ভিটামিন 'এ' তথা বিটা-ক্যারোটিন জিন স্থানান্তর করা হয়েছে। ধানে লৌহ যোগ করারও প্রচেষ্টা অব্যাহত রয়েছে। লবণাক্ততা এবং খরা সহনশীল জিন স্থানান্তরের মাধ্যমে জিনগত পরিবর্তন ঘটিয়ে বিভিন্ন ফসলের জাত উদ্ভাবনের চেষ্টা চলছে।



## অনুশীলনের জন্য দক্ষতাস্তরের প্রশ্ন ও উত্তর



### ● ■ জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর ■ ●

**প্রশ্ন ১ ১ ১ মনোক্রোমাল এন্টিবডি কী?**

**উত্তর :** মনোক্রোমাল এন্টিবডি হলো সঠিক রোগ শনাক্তকরণে প্রচলিত রোগ নির্ণয় পদ্ধতির বিকল্প হিসেবে জীব প্রযুক্তির জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং শাখার গবেষণার ফল।

**প্রশ্ন ২ ২ ২ DNA ডাবল হেলিক্স মডেলের আবিষ্কারক কে?**

**উত্তর :** DNA ডাবল হেলিক্স মডেলের আবিষ্কারক Watson ও Crick.

**প্রশ্ন ৩ ৩ ১ কোন প্রজাতির অর্কিডের মেরিস্টেম হতে এক বছরে ৪০ হাজার চারা পাওয়া যায়?**

**উত্তর :** সিম্বিডিয়াম নামক অর্কিড প্রজাতির একটি মেরিস্টেম হতে ১ বছরের ৪০ হাজার চারা পাওয়া যায়।

**প্রশ্ন ৪ ৪ ১ রেন্ডিকশন এনজাইমের কাজ কী?**

**উত্তর :** রেন্ডিকশন এনজাইমের কাজ নির্দিষ্ট স্থানে DNA কে ছেদন করা

**প্রশ্ন ৫ ৫ ১ কোন এনজাইমের সাহায্যে ছেদনকৃত DNA সংযুক্ত করা হয়?**

**উত্তর :** লাইগেজ এনজাইমের সাহায্যে ছেদনকৃত DNA সংযুক্ত করা হয়।

**প্রশ্ন ৬ ৬ ১ কাদের Bt corn বলা হয়?**

**উত্তর :** যে সকল Com এ *Bacillus thuringiensis* নামক ব্যাকটেরিয়ার মাধ্যমে জিনগত পরিবর্তন করা হয়েছে তাদের Bt corn বলে।

**প্রশ্ন ৭ ৭ ১ TMGMV কী?**

**উত্তর :** Tobacco Mild Green Mozaic Virus কে সংক্ষেপে TMGMV বলে।

**প্রশ্ন ৮ ৮ ১ PRSV বা রিং স্পট ভাইরাস প্রতিরোধে সবম কোন জাতটি উদ্ভাবিত হয়েছে?**

**উত্তর :** PRSV বা রিং স্পট প্রতিরোধে সবম পৈপের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে।

**প্রশ্ন ৯ ৯ ১ ইন্টারফেরন কী?**

**উত্তর :** ইন্টারফেরন হচ্ছে হেপাটাইটিস-বি ভাইরাসের টিকা।

**প্রশ্ন ১০ ১০ ১ বিটা-ক্যারোটিন কী?**

**উত্তর :** বিটা-ক্যারোটিন এক ধরনের ভিটামিন-এ।

**প্রশ্ন ১১ ১১ ১ জীবপ্রযুক্তি কী?**

**উত্তর :** Biology এবং Technology-র আন্তঃসম্পর্কিত বিষয়ই হলো Biotechnology বা জীবপ্রযুক্তি।

**প্রশ্ন ১২ ১২ ১ Biotechnology শব্দটির প্রবর্তক কে?**

**উত্তর :** ১৯১৯ সালে হাঙ্গেরীয় প্রকৌশলী Karl Ereky সর্বপ্রথম Biotechnology শব্দটি প্রবর্তন করেন।

**প্রশ্ন ১৩ ১৩ ১ ট্রান্সজেনিক উদ্ভিদ কাদের বলে?**

**উত্তর :** জিন প্রকৌশলের মাধ্যমে জিনের স্থানান্তর ঘটিয়ে যেসব উদ্ভিদ সৃষ্টি করা হয় সেগুলোকে ট্রান্সজেনিক উদ্ভিদ বলে।

**প্রশ্ন ১৪ ১৪ ১ ট্রান্সজেনিক প্রাণী কাদের বলে?**

উত্তর : জিন প্রকৌশলের মাধ্যমে প্রাণিদেহে বহিরাগত জিনের স্থানান্তর ঘটিয়ে যেসব প্রাণী সৃষ্টি করা হয়, সেগুলোকে ট্রান্সজেনিক প্রাণী বলে।

প্রশ্ন ১৫ ৥ আধুনিক জীবপ্রযুক্তি কয়টি বিষয়ের সমন্বয়ে গঠিত?

উত্তর : আধুনিক জীব প্রযুক্তি তিনটি বিষয়ের সমন্বয়ে গঠিত।

### ● ■ অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর ■ ●

প্রশ্ন ১১ ৥ রিকম্বিনেন্ট DNA প্রস্তুতিতে কী কী এনজাইম প্রয়োজন এবং কেন প্রয়োজন?

উত্তর : রিকম্বিনেন্ট DNA প্রস্তুতিতে নিম্নলিখিত দুটি এনজাইম প্রয়োজন হয়। যথা—

ক. রেস্ট্রিকশন এনজাইম (Restriction Enzyme)

খ. লাইগেজ এনজাইম (Ligase Enzyme)

রেস্ট্রিকশন এনজাইমের কাজ : DNA কে ছেদন করার জন্য বা কাটার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।

লাইগেজ এনজাইম এর কাজ : ছেদনকৃত DNA খণ্ডসমূহকে সংযুক্ত করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন ১২ ৥ টিস্যু কালচারের ৩টি ব্যবহার লিখ।

উত্তর : টিস্যু কালচারের ৩টি ব্যবহার নিম্নরূপ :

i. টিস্যু কালচার প্রযুক্তির মাধ্যমে উদ্ভিদাংশ থেকে কম সময়ের মধ্যে একই বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন অসংখ্য চারা সৃষ্টি করা যায়।

ii. যেসব উদ্ভিদের বীজের মাধ্যমে বংশবিস্তার হয় না, সেগুলোর চারা প্রাপ্তি সম্ভব হয়।

iii. সহজেই রোগমুক্ত, বিশেষ করে ভাইরাসমুক্ত চারা উৎপাদন করা যায়।

প্রশ্ন ১৩ ৥ নতুন এক জাতের *Pseudomonas* ব্যাকটেরিয়া কীভাবে পরিবেশকে দূষণমুক্ত করে?

উত্তর : ড. এম. কে চক্রবর্তী যুক্তরাষ্ট্রে জিন প্রকৌশলের উপর গবেষণা করে নতুন এক জাতের *Pseudomonas* ব্যাকটেরিয়া তৈরি করেছেন যা পরিবেশের তেল ও হাইড্রোকার্বনকে দ্রুত নষ্ট করে পরিবেশকে দূষণমুক্ত করতে সক্ষম।

প্রশ্ন ১৪ ৥ প্লাজমিড কাকে বলে? বর্তমানে কোন ক্ষেত্রে এটি গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তর : ব্যাকটেরিয়া কোষে একটি চক্রাকার ক্রোমোসোম ছাড়াও আর একটি ক্ষুদ্র স্ববিভাজন ডিএনএ অণু থাকে। এদের প্লাজমিড বলে।

বর্তমানে জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং গবেষণায় এবং ট্রান্সজেনিক জীব সৃষ্টিতে এর ব্যবহার খুবই গুরুত্বপূর্ণ।