

ইউনিট- ১২

উদ্ভিদ ও পানির সম্পর্ক

জীবদেহের শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়ার সাথে পানির সম্পর্ক অত্যন্ত নিবিড়। আমরা জানি জীবদেহের শতকরা ৭৫ ভাগের বেশি পানি। উদ্ভিদের অনেক শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়া পানি ছাড়া সম্পন্ন হতে পারে না। উদ্ভিদ কোষের জন্য প্রয়োজনীয় অনেক পদার্থ শোষিত হবার আগে পানিতে দ্রবীভূত হতে হয়। কোষ থেকে কোষান্তরে খাদ্য এবং বিভিন্ন প্রয়োজনীয় উপাদান স্থানান্তরের জন্য পানি প্রয়োজন। উদ্ভিদের খাদ্য তৈরির জন্য পানি একটি অপরিহার্য উপাদান। শুলজ উদ্ভিদের অধিকাংশ মাটি থেকেই তাদের প্রয়োজনীয় পরিমাণ পানি সংগ্রহ করে। মূলের সাহায্যে উদ্ভিদ মাটি থেকে পানি ছাড়া বিভিন্ন খনিজ পদার্থও সংগ্রহ করে।

পাঠ ১ : ইমবাইবিশন, ব্যাপন ও অভিস্রবণ

এ পাঠ অধ্যয়ন শেষে আপনি—

- ◆ ইমবাইবিশন প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- ◆ ব্যাপন প্রক্রিয়ার উদাহরণ দিতে পারবেন।
- ◆ বিভিন্ন অভিস্রবণ প্রক্রিয়া বর্ণনা করতে পারবেন।
- ◆ উদ্ভিদের জীবনে অভিস্রবণ প্রক্রিয়ার প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করতে পারবেন।
- ◆ ব্যাপন চাপ, অভিস্রবণিক চাপ, রসস্ফীতি চাপ ও মূলজ চাপ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।

ইমবাইবিশন (Imbibition)

উদ্ভিদের শুকনো বীজ, কাঠ, কাপড় ইত্যাদি পানির সংস্পর্শে আসলে এগুলো পানি শোষণ করে। শুকনো বস্তুর এ ধরনের পানি শোষণ প্রক্রিয়াকে ইমবাইবিশন বলা হয়। সেলুলোজ, পেকটিন, প্রোটোপ্লাজমের প্রোটিন এবং উদ্ভিদ কোষের অন্যান্য জৈব রাসায়নিক পদার্থের ইমবাইবিশন প্রক্রিয়ায় প্রচুর পানি শোষণের ক্ষমতা রয়েছে।

ইমবাইবিশনের মাধ্যমে পানি শোষণের ফলে এসব জিনিসের আয়তন বেড়ে যায়। বোতলে ঠেসে ছোলা বীজ ভর্তি করে তাতে পানি দিয়ে বোতলের মুখ বন্ধ রাখলে বীজ পানি শোষণ করে ফুলে বোতল ভেঙ্গে ফেলতে পারে।

ব্যাপন (Diffusion)

একটি স্বচ্ছ কাচের গ্লাসে পানি নিয়ে তাতে যদি সামান্য পরিমাণে তুঁত (কপার সালফেট) এর গুড়া ছেড়ে দেন তাহলে দেখবেন যে ধীরে ধীরে পুরো গ্লাসের পানি রঙ্গিন হয়ে যাবে। কপার সালফেট অণুগুলো নিজে নিজেই পানির অণুগুলোর ফাঁকে স্থান করে নিয়েছে। এটাই ব্যাপন প্রক্রিয়া। এ ভাবেই বাতাসে গন্ধ ছড়িয়ে পড়ে। চায়ের মধ্যে চিনি গুলে যায়। যে প্রক্রিয়ায় কোন পদার্থের অণু নিজস্ব গতি শক্তির সাহায্যে বেশি ঘনত্ব থেকে কম ঘনত্বের দিকে ছড়িয়ে পড়ে তাকে ব্যাপন প্রক্রিয়া বলে।

ব্যাপন চাপ (Diffusion pressure)

কোন পদার্থের বেশি ঘনত্ব থেকে কম ঘনত্বের দিকে ব্যাপিত হবার প্রচলন ক্ষমতাকে ব্যাপন চাপ বলে।

অভিস্রবণ (Osmosis)

একই দ্রাবক বিশিষ্ট দুটি ভিন্ন ঘনত্বের দ্রবণ অর্ধভেদ্য পর্দা দিয়ে পৃথক করা থাকলে দেখা যায় যে দ্রাবক পাতলা দ্রবণ থেকে পর্দার ভেতর দিয়ে ঘন দ্রবণের দিকে যায়। দুটি দ্রবণের ঘনত্ব এক না হওয়া পর্যন্ত এই প্রক্রিয়া চলতে থাকে। এরই নাম অভিস্রবণ।

উদ্ভিদ অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় মাটি থেকে পানি শোষণ করে। উদ্ভিদের মূলরোমের কোষরস এবং মাটির পানি (পানি+খনিজ লবণ) দুটি ভিন্ন ঘনত্বের দ্রবণ এবং মূলরোমের কোষ ঝিল্লী অর্ধভেদ্য পর্দা হিসেবে কাজ করে। মাটির পানি ও খনিজ লবণের দ্রবণ কোষরসের চেয়ে পাতলা থাকায় পানি (দ্রাবক) অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় মূলরোমে প্রবেশ করে।

চিত্র- ১২.১ : অভিস্রবণ প্রক্রিয়া

অভিস্রবণ দু'ধরনের

(১) **অন্তঅভিস্রবণ** : দ্রাবক যখন কোষের বাইরে থেকে ভেতরে প্রবেশ করে তখন অন্তঅভিস্রবণ ঘটে। অন্তঅভিস্রবণের ফলে মাটি থেকে পানি মূলরোমে প্রবেশ করে; উদ্ভিদ মাটি থেকে পানি শোষণ করতে পারে। উদাহরণ- কিসমিস পানিতে ভিজিয়ে রাখলে ধীরে ধীরে ফুলে উঠে।

(২) **বহিঅভিস্রবণ** : দ্রাবক যখন কোষের ভেতর থেকে বাইরে আসে তখন বহিঅভিস্রবণ ঘটে। টসটসে আঙ্গুর ঘন চিনির কিস্মা লবণের দ্রবণে ডুবিয়ে রাখলে কিছুটা চূপসে যায়। কারণ বহিঅভিস্রবণের ফলে আঙ্গুরের ভেতরের পানি বাইরের ঘন দ্রবণে চলে আসে।

অন্তঅভিস্রবণ এবং বহিঅভিস্রবণ প্রক্রিয়ার সম্মিলিত কার্যক্রমের ফলে উদ্ভিদের কোষ থেকে কোষান্তরে পানির চলাচল ঘটে।

প্লাজমোলাইসিস (Plasmolysis)

কখনো কখনো কোষের বাইরের পরিবেশের দ্রবণ কোষের প্রোটোপ্লাজমের দ্রবণের চেয়ে বেশি ঘন হলে দ্রাবক অণু বহিঅভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় কোষ থেকে বাইরে চলে আসে। কোষের প্রোটোপ্লাজম তখন পানি হারিয়ে সংকুচিত হয়ে যায়। প্রোটোপ্লাজমের এই সংকোচনকে প্লাজমোলাইসিস বলে।

চিত্র- ১২.২ : প্লাজমোলাইসিসের ধাপসমূহ

অভিস্রবণিক চাপ (Osmotic pressure)

অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় দ্রাবক অণুর অধিকতর ঘন দ্রবণে প্রবেশ সম্পূর্ণ বন্ধ করতে হলে ঘন দ্রবণের দিক থেকে যে চাপ প্রয়োগ করতে হয় তাকে ঐ দ্রবণের অভিস্রবণিক চাপ বলে। দ্রবণ যত ঘন হবে অভিস্রবণিক চাপ তত বেশি হবে।

রসক্ষীতি (Turgidity)

অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় কোষে পানি প্রবেশ করলে কোষরস বৃদ্ধি পায়। কোষের সাইটোপ্লাজম আয়তনে বাড়ে। কোষের এ ক্ষীত অবস্থাকে বলে রসক্ষীতি। কোষের সাইটোপ্লাজম ফুলে গিয়ে কোষ প্রাচীরের উপর যে চাপের সৃষ্টি করে তাকে রসক্ষীতি চাপ (turgor pressure) বলে। এ সময় কোষ প্রাচীর সাইটোপ্লাজমের উপর যে চাপের সৃষ্টি করে তাকে বলে প্রাচীর চাপ (wall pressure)।

যে চাপের ফলে মূলের ক্ষীত অন্তত্বকের কোষগুলো থেকে পানি জাইলেম ভেসেলে প্রবেশ করে তাকে মূলজ চাপ (root pressure) বলে।

সারসংক্ষেপ

- ◆ উদ্ভিদের শুকনো বীজ, কাঠ, কাপড় ইত্যাদি পানির সংস্পর্শে আসলে এগুলো পানি শোষণ করে। শুকনো বস্তুর এ ধরনের পানি শোষণ প্রক্রিয়াকে ইমবাইবিশন বলে।
- ◆ যে প্রক্রিয়ায় কোন পদার্থের অণু নিজস্ব গতি শক্তির সাহায্যে বেশি ঘনত্ব থেকে কম ঘনত্বের দিকে ছড়িয়ে পড়ে তাকে ব্যাপন প্রক্রিয়া বলে।
- ◆ দুটি ভিন্ন ঘনত্বের দ্রবণ একটি অর্ধ্যভেদ্য পর্দা দিয়ে পৃথক করে রাখলে দেখা যায় দ্রাবক পর্দা ভেদ করে পাতলা দ্রবণ থেকে ঘন দ্রবণের দিকে প্রবাহিত হয়, এ প্রক্রিয়াকে অভিস্রবণ বলে।

পাঠ্যপুস্তকের মূল্যায়ন- ১

সঠিক উত্তরে পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

১। নিচের কোনটি ইমবাইবিশন প্রক্রিয়ায় হয় না?

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| ক. শুকনো কাপড়ের পানি শোষণ | খ. পানি শুষ্ক শুকনো বীজের ফুলে যাওয়া |
| গ. পানি শুষ্ক কিসমিসের ফুলে যাওয়া | ঘ. পানিতে ভিজা কাঠ |

২। বাতাসে গন্ধ জড়িয়ে পড়ে কোন প্রক্রিয়ায়?

- | | |
|--------------|-----------------|
| ক. ইমবাইবিশন | খ. বায়ুর শ্রোত |
| গ. অভিস্রবণ | ঘ. ব্যাপন |

৩। মাটি থেকে মূলরোমে পানি প্রবেশ করে কোন প্রক্রিয়ায়?

- | | |
|-------------|------------------|
| ক. অভিস্রবণ | খ. ইমবাইবিশন |
| গ. ব্যাপন | ঘ. অন্তঃঅভিস্রবণ |

৪। মূলের অন্তত্বকের কোষগুলো থেকে জাইলেম ভেসেলে পানি প্রবেশ করে নিচের কোনটির কারণে?

- | | |
|----------------|-------------------|
| ক. মূলজচাপ | খ. ব্যাপন চাপ |
| গ. প্রাচীর চাপ | ঘ. অভিস্রবণিক চাপ |

পাঠ ২ : উদ্ভিদের পানিশোষণ পদ্ধতি, সক্রিয় ও নিষ্ক্রিয় পানি শোষণ ।

এ পাঠ অধ্যয়ন শেষে আপনি—

- ◆ উদ্ভিদের পানিশোষণ প্রক্রিয়া বর্ণনা করতে পারবেন ।
- ◆ সক্রিয় পানিশোষণ কি তা ব্যাখ্যা করতে পারবেন ।
- ◆ নিষ্ক্রিয় পানিশোষণ প্রক্রিয়ার উদাহরণ দিতে পারবেন ।

উচ্চ শ্রেণীর উদ্ভিদ মূলরোমের সাহায্যে পানি আহরণ করে। মূলের শীর্ষ থেকে কিছুটা পেছনে খুব ঘন হয়ে মূলরোম অঞ্চল থাকে। মূলরোম দেখতে নলাকার, দীর্ঘ এবং এক কোষকোষী। মূলের বহিত্বকের কোষ লম্বা হয়ে মূলরোমের সৃষ্টি করে। মূলরোমের কোষ প্রাচীর ভেদ্য (permeable) এবং পেকটিন ও সেলুলোজ উপাদানে তৈরি যেগুলো অত্যন্ত পানিগ্রাহী। মূলরোমে কোষ রসে পূর্ণ কোষ গহ্বর থাকে। মূলরোম মাটির পানির সংস্পর্শে থাকে। মূল যখন বৃদ্ধি পায় তখন পুরাতন মূলরোম সরে যায়। নতুন মূলরোম অঞ্চলের সৃষ্টি হয়। এ ভাবে মূলরোম সবসময় নতুন পানির উৎস খুঁজে পায়।

উদ্ভিদ দু'ভাবে পানি আহরণ করে—

১। সক্রিয় পানি শোষণ : এ প্রক্রিয়াতে পানি আহরণে মূলের কোষগুলো মূখ্য ভূমিকা পালন করে। এজন্যে যে শক্তির প্রয়োজন হয় তা শ্বসনের মাধ্যমে পাওয়া শক্তি থেকে আসে। সক্রিয় শোষণ দু'প্রকার, যথা—

(ক) সক্রিয় অভিস্রবণিক পানি শোষণ : এ প্রক্রিয়াতে মাটি থেকে পানি মূলের জাইলেম টিস্যুতে প্রবেশ করে অভিস্রবণের নতিমাত্রা (osmotic gradient) অনুসারে। এ প্রক্রিয়ার প্রথম পর্যায়ে মূলরোমের পানিগ্রাহী কোষপ্রাচীর ইমবাইবিশন প্রক্রিয়ায় মাটি থেকে পানি শোষণ করে। মূলরোমের কোষরসের অভিস্রবণ চাপ (osmotic pressure) সাধারণত মাটির পানির অভিস্রবণ চাপের চেয়ে বেশি থাকে। এ কারণে ব্যাপন চাপের ঘাটতি (diffusion pressure deficit) এবং শোষণ চাপ (suction pressure) বেড়ে যায়। কোষ প্রাচীর থেকে পানি তখন অর্ধভেদ্য প্লাজমা মেমব্রেনের মধ্য দিয়ে অভিস্রবণের মাধ্যমে মূলরোমের কোষে প্রবেশ করে। এসময় মূলরোমের অভিস্রবণ চাপ, শোষণ চাপ এবং ব্যাপন চাপের ঘাটতি কমে যায় কিন্তু রসস্ফীতি চাপ বেড়ে যায়। মূলরোমের সন্নিহিত কর্টেক্স অঞ্চলের কোষগুলোর অভিস্রবণ চাপ, শোষণ চাপ এবং ব্যাপন চাপের ঘাটতি এখন মূলরোমের কোষের চেয়ে বেশি। কাজেই মূলরোম থেকে পানি ব্যাপন প্রক্রিয়ায় কর্টেক্সের কোষে প্রবেশ করে।

একই ভাবে কোষ থেকে কোষান্তরে অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় পানি এন্ডোডারমিস কোষ স্তরের পাতলা কোষ প্রাচীরের কোষের মধ্য দিয়ে পেরিসাইকেল কোষের স্তরে পৌঁছে যায়। সবশেষে একই ভাবে পেরিসাইকেল কোষ থেকে পানি জাইলেমে প্রবেশ করে। মূলের জাইলেমে তখন এক ধরনের চাপের সৃষ্টি হয় এই চাপ মূলজ চাপ (root pressure) নামে পরিচিত। মূলজ চাপ জাইলেমের পানিকে কিছুটা উচুতে তুলে দিতে পারে।

(খ) সক্রিয় অনঅভিস্রবণিক পানি শোষণ : এ প্রক্রিয়াতে পানি অভিস্রবণের নতিমাত্রার বিপরীতে পানি শোষণ করে। অনেক সময় মাটির পানির অভিস্রবণ চাপ কোষরসের অভিস্রবণ চাপের চেয়ে বেশি হলেও সম্ভবত শ্বসনের মাধ্যমে পাওয়া শক্তি ব্যায় করে উদ্ভিদ মাটি থেকে পানি শোষণ করে।

২। নিষ্ক্রিয় পানি শোষণ : প্রস্বেদনের হার যখন বেশি থাকে তখন এ প্রক্রিয়াতে পানি শোষণ হয়। পাতা থেকে প্রস্বেদনের ফলে দ্রুত পানি কমে গেলে পাতার জাইলেমের পানিতে টানের সৃষ্টি হয় যা কাণ্ডের জাইলেমের মধ্যদিয়ে মূলের জাইলেমের পানিতে পৌঁছে যায়। পানি তখন প্রস্বেদন অঞ্চলে উঠে আসে। মাটির পানি তখন মূলরোমের মধ্য দিয়ে কর্টেক্সের কোষে প্রবেশ করে। মূলরোমে পানি প্রবেশ করেছে দ্রুত প্রস্বেদনের ফলে পাতায় পানি ঘাটতির কারণে। কাজেই এখানে মূলের কোষগুলো নিষ্ক্রিয় ছিল।

চিত্র ১২.৩ ঃ মূল রোম দিয়ে পানি শোষণ

সারসংক্ষেপ

- ◆ উদ্ভিদ দু'ভাবে মাটি থেকে পানি আহরণ করে, যথা- সক্রিয় পানি শোষণ ও নিষ্ক্রিয় পানি শোষণ।
- ◆ যে পানি শোষণ প্রক্রিয়ায় শক্তির প্রয়োজন হয়, তাকে সক্রিয় পানি শোষণ এবং যে প্রক্রিয়ায় শক্তির প্রয়োজন হয় না, তাকে নিষ্ক্রিয় পানি শোষণ বলে।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন- ২

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

১। কোনটি উদ্ভিদের পানি শোষণের সাথে জড়িত?

ক. ব্যাপন

খ. মূলরোম

গ. অভিস্রবণ

ঘ. মূলরোম ও অভিস্রবণ

২। মাটির পানির অভিস্রবণিক চাপ কোষরসের অভিস্রবণ চাপের চেয়ে বেশি হলেও উদ্ভিদ কোন প্রক্রিয়ায় পানি শোষণ করে?

ক. সক্রিয় অভিস্রবণিক

খ. মূলজ চাপ

গ. সক্রিয় অনঅভিস্রবণিক

ঘ. ব্যাপন

৩। প্রস্বেদন টানের ফলে কোন ধরনের পানি শোষণ হয়?

ক. সক্রিয়

খ. নিষ্ক্রিয়

গ. অভিস্রবণিক

ঘ. ব্যাপনের মাধ্যমে

পাঠ ৩ : উদ্ভিদের লবণ শোষণ, রস উত্তোলন ও পরিবহন

এ পাঠ অধ্যয়ন শেষে আপনি—

- ◆ খনিজ লবণ কোন অবস্থায় উদ্ভিদ কোষে প্রবেশ করে তা বলতে পারবেন।
- ◆ উদ্ভিদ কর্তক আয়ন গ্রহণ প্রক্রিয়া উল্লেখ করতে পারবেন।
- ◆ নিষ্ক্রিয় শোষণ বর্ণনা করতে পারবেন।
- ◆ সক্রিয় শোষণ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- ◆ লবণ শোষণের বিভিন্ন মতবাদ বর্ণনা করতে পারবেন।

উদ্ভিদ লবণের সম্পূর্ণ অণু শোষণ করে না। লবণ পানিতে দ্রবীভূত হয়ে অ্যানায়ন (anion) এবং ক্যাটায়ন (cation) এ পরিণত হয়। অ্যানায়নের আধান ঋণাত্মক (-) এবং ক্যাটায়নের আধান ধনাত্মক (+)। উদ্ভিদ সাধারণত সাত রকমের ঋণাত্মক এবং দশ রকমের ধনাত্মক আয়ন শোষণ করে। মাটিতে ঋণাত্মক এবং ধনাত্মক প্রচুর আয়ন রয়েছে এদের মধ্যে K^+ ও NO_3^- সবচেয়ে দ্রুত এবং Ca^{++} ও SO_4^{--} সবচেয়ে ধীরে শোষিত হয়।

নিষ্ক্রিয় শোষণ

বিজ্ঞানীদের অনেকে মনে করেন যে উদ্ভিদের খনিজ লবণ শোষণ ব্যাপন প্রক্রিয়ায় হয়। মাটির দ্রবণ এবং মূলরোমের কোষের দ্রবণের ঘনত্বের অসমতাকে কাজে লাগিয়ে ব্যাপন প্রক্রিয়ায় খনিজ লবণ উদ্ভিদ কোষে প্রবেশ করে। দ্রবণ দুটির ঘনত্ব যতক্ষণ পর্যন্ত সমান না হয় ততক্ষণ এই প্রক্রিয়া চলতে থাকে। এ শোষণ প্রক্রিয়ায় কোন বিপাকীয় শক্তির প্রয়োজন হয় না বলে একে নিষ্ক্রিয় শোষণ বলা হয়।

সক্রিয় শোষণ

এ শোষণ প্রক্রিয়ায় উদ্ভিদ বিপাকীয় শক্তি ব্যবহার করে। বিজ্ঞানীরা অনেকে মনে করেন যে খনিজ লবণের আয়নগুলো এ প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন পরিবাহকের মাধ্যমে উদ্ভিদ কোষে প্রবেশ করে। পরিবাহকগুলো ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক আধানযুক্ত। সাইটোক্রেম এবং ফসফরাসযুক্ত নাইট্রোজেন যৌগসমূহ আয়নের পরিবাহক হিসেবে কাজ করে। আধানযুক্ত এসব বাহক কেবল বিপরীত আধানযুক্ত আয়নই বহন করতে পারে। পর্যায়ক্রমে একাধিক পরিবাহক আয়নগুলোকে মাটির দ্রবণ থেকে কোষ গহ্বরের দ্রবণে পৌঁছে দেয়।

লুনডেগার্ড এর মতবাদ

বিজ্ঞানী লুনডেগার্ড এর মতবাদ অনুযায়ী সাইটোক্রেম নামে লোহার পরমাণুযুক্ত যৌগিক পদার্থ পরিবাহক হিসেবে কাজ করে। সাইটোক্রেম কোষের সাইটোপ্লাজমে ছড়িয়ে থাকে। জারিত সাইটোক্রেম মূলরোমের কোষের বাইরের তলের নিবিড় সংস্পর্শে থাকে। ধনাত্মক আধানযুক্ত সাইটোক্রেমের অণুগুলো বাইরের মাধ্যম থেকে ঋণাত্মক আধানযুক্ত খনিজ লবণের আয়ন গ্রহণ করতে পারে। আয়নযুক্ত সাইটোক্রেম কোষের সাইটোপ্লাজমে এসে বিজারিত হয়ে বাইরে থেকে বয়ে আনা আয়ন ত্যাগ করে। বিজারিত সাইটোক্রেম অণু প্লাজমামেমব্রেনের বাইরের তলে এসে বায়ুর অক্সিজেনের সাহায্যে পুনরায় জারিত হয়। জারিত সাইটোক্রেম আবার বাইরে থেকে ঋণাত্মক আয়ন গ্রহণ করে কোষের অভ্যন্তরে নিয়ে আসে। এভাবে কোষের মধ্যে ঋণাত্মক আয়নগুলো জমতে থাকে। কোষের প্রোটোপ্লাজম এবং বাইরের মাধ্যমের মধ্যে এর দ্রুত বিভব প্রভেদ (potential difference) সৃষ্টি হয়। আধানের সমতা রক্ষার জন্য তখন বাইরের মাধ্যম থেকে ধনাত্মক আধানযুক্ত আয়ন উদ্ভিদ কোষে প্রবেশ করে।

চিত্র- ১২.৪ : লুনডেগারডের মতবাদ

বেনেট-ক্লার্ক এর মতবাদ

বেনেট এবং ক্লার্কের মতে লেসিথিন নামের একটি ফসফোলিপিড ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক উভয় প্রকার আয়নের পরিবাহক হিসেবে কাজ করে। লেসিথিনে একটি কলিন এবং একটি ফসফ্যাটাইড যৌগ থাকে। কলিন ঋণাত্মক আয়ন এবং ফসফ্যাটাইড ধনাত্মক আয়ন বহন করে। লেসিথিন পরে কলিন এবং ফসফ্যাটাইডিক এসিডে ভেঙে গিয়ে কোষের ভেতরে ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক আয়নগুলো ছেড়ে দেয়। কলিন ও ফসফ্যাটাইডিক অ্যাসিড রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় যুক্ত হয়ে আবার লেসিথিন গঠন করে। কোষের ভেতরে ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক আয়নের এভাবে প্রবেশ লেসিথিনের মাধ্যমে চক্রাকারে চলতে থাকে।

সিমপ্লাস্ট (Symplast) ও অ্যাপোপ্লাস্ট (Apoplast) মতবাদ

উদ্ভিদ দেহের পাশাপাশি কোষসমূহের প্রোটোপ্লাজম প্লাজমোডেসমাটার মাধ্যমে পরস্পরের সাথে অবিচ্ছিন্ন ভাবে যুক্ত থাকে। উদ্ভিদ কোষসমূহের এই অবিচ্ছিন্নতা সিমপ্লাস্ট নামে অভিহিত। সিমপ্লাস্ট মতবাদ অনুসারে কোষে শোষিত আয়নসমূহ এক কোষ থেকে অন্য কোষে প্লাজমোডেসমাটার মধ্য দিয়ে স্থানান্তরিত হয়।

পাশাপাশি কোষের কোষপ্রাচীরগুলো পরস্পরের সাথে অবিচ্ছিন্ন ভাবে যুক্ত থাকে। কোষ প্রাচীরের এই অবিচ্ছিন্নতা অ্যাপোপ্লাস্ট নামে অভিহিত। অ্যাপোপ্লাস্ট মতবাদ অনুসারে আয়নসমূহ কোষপ্রাচীরের মধ্য দিয়ে এক কোষ থেকে অন্য কোষে স্থানান্তরিত হয়।

চিত্র ১২.৫ :

A- সিমপ্লাস্টিক গতিপথ, B- অ্যাপোপ্লাস্টিক গতিপথ

সারসংক্ষেপ

- ◆ উদ্ভিদ মাটি থেকে খনিজ পুষ্টিসমূহকে আয়ন আকারে শোষণ করে।
- ◆ উদ্ভিদের খনিজ লবণ পরিবহনে বিভিন্ন মতবাদ প্রচলিত আছে, যথা- লুনডেগারডের মতবাদ, বেনেট ক্লার্কের মতবাদ, সিমপ্লাস্ট ও অ্যাপোপ্লাস্ট মতবাদ ইত্যাদি।

পাঠ্যের মূল্যায়ন- ৩

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। কোন অবস্থায় খনিজ লবণ উদ্ভিদ কোষে প্রবেশ করে?
ক. লবণ হিসেবে সরাসরি
খ. দ্রবীভূত লবণ হিসেবে
গ. সম্পূর্ণ অণু হিসেবে
ঘ. দ্রবীভূত আয়ন রূপে
- ২। কোন প্রক্রিয়াতে শক্তির প্রয়োজন হয়?
ক. সক্রিয় শোষণ
খ. নিষ্ক্রিয় শোষণ
গ. অভিস্রবণ
ঘ. ব্যাপন
- ৩। কোনটি সক্রিয় শোষণ প্রক্রিয়ায় পরিবাহক হিসেবে কাজ করে?
ক. সাইটোক্রেম
খ. ফসফরাস যৌগ
গ. লেসিথিন
ঘ. উপরের সব
- ৪। উদ্ভিদ কয় ধরনের ঋণাত্মক আয়ন গ্রহণ করে?
ক. ৬
খ. ৭
গ. ৮
ঘ. ৯
- ৫। কোন আয়ন দুটি দ্রুত শোষিত হয়?
ক. K^+ , NO_3^-
খ. Ka^{++} , K^+
গ. SO_4^{--} , NO_3^-
ঘ. Ca^{++} , SO_4^{--}
- ৬। কোন মতবাদ অনুযায়ী সাইটোক্রেম পরিবাহক হিসেবে কাজ করে?
ক. নিষ্ক্রিয় শোষণ
খ. বেনেট ক্লার্ক
গ. লুনডেগার্ড
ঘ. সিমপ্লাস্ট

পাঠ ৪ : জাইলেম ও ফ্লোয়েম টিস্যুর মাধ্যমে রস ও খাদ্য পরিবহন

এ পাঠ অধ্যয়ন শেষে আপনি—

- ◆ জাইলেম টিস্যুর মাধ্যমে রস আরোহণের পরীক্ষণ উল্লেখ করতে পারবেন।
- ◆ জাইলেম টিস্যুর মাধ্যমে রস আরোহণের বিভিন্ন মতবাদ বর্ণনা করতে পারবেন।
- ◆ ফ্লোয়েম টিস্যুর মাধ্যমে খাদ্য রসের পরিবহনের পরীক্ষণ ব্যক্ত করতে পারবেন।
- ◆ ফ্লোয়েম টিস্যুর মাধ্যমে খাদ্য পরিবহনের বিভিন্ন মতবাদ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।

স্কুলে বিজ্ঞান পড়বার সময় পেপেরোমিয়া পেলুসিডা (*Peperomia pellucida*) উদ্ভিদ এবং রঙ্গিন পানি নিয়ে পরীক্ষার কথা মনে আছে নিশ্চয়ই। এ পরীক্ষণটি দেখিয়েছে যে উদ্ভিদে রস আরোহণ জাইলেমের মাধ্যমে হয়। পাতাবাহার উদ্ভিদের ডাল নিয়ে রিং এক্সপেরিমেন্ট দেখিয়েছে যে, পাতায় তৈরি খাদ্য এবং অন্যান্য জৈব ও অজৈব পদার্থ ফ্লোয়েমের মাধ্যমে উদ্ভিদের নিচের অঙ্গ সমূহে পৌঁছে।

এ দু'ধরনের পরিবহন কি ভাবে সম্পন্ন হয় সে সম্পর্কে বিভিন্ন মতবাদ রয়েছে। এ পাঠের পরবর্তী অংশে এ সমস্ত মতবাদ সংক্ষেপে বর্ণনা করা হয়েছে।

চিত্র ১২.৬ : জাইলেমের মাধ্যমে রস পরিবহন

চিত্র ১২.৭ : ফ্লোয়েমের মাধ্যমে খাদ্য পরিবহন

উদ্ভিদের রস উত্তোলন সম্পর্কিত মতবাদগুলোকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়—

১। অধিপ্রান মতবাদ (Vitalistic theory)

এ মতবাদ অনুসারে উদ্ভিদের মূল, কাণ্ড ও পাতার জীবন্ত কোষসমূহ উদ্ভিদের রস উত্তোলনের সাথে জড়িত।

ক) স্পন্দন মতবাদ (Pulsation Theory)

এ মতবাদের প্রবর্তক বিজ্ঞানী জগদীশ চন্দ্র বসুর মতে উদ্ভিদের মূলের কটেজের কোষগুলোর সংকোচন ও প্রসারণের ফলে উদ্ভিদের রস উত্তোলন ঘটে।

খ) জৈবনিক শক্তি মতবাদ (Vital Force Theory)

এ মতবাদের প্রবর্তক সভলেশকির মতে জাইলেম টিস্যুর জীবন্ত প্যারেনকাইমা কোষগুলো শক্তি ব্যয় করে পাম্পের মত কাজ করে রস উত্তোলন করে।

২। ভৌত মতবাদ (Physical Theory)

এ মতবাদের প্রবক্তাগণ মনে করেন যে রস বিভিন্ন ভৌত শক্তির প্রভাবে মূল থেকে উদ্ভিদের কাণ্ড ও পাতায় উঠে আসে।

ক) কৈশিক শক্তি মতবাদ (Capillary Force Theory)

অত্যন্ত সরু একটি কাচনল একটি পাত্রের পানির উপর লম্বভাবে স্থাপন করলে দেখা যায় যে কৈশিকতার কারণে পানি নলের ভিতরে কিছুটা উপরে উঠে এসেছে। এ মতবাদের সমর্থকগণ মনে করেন যে উদ্ভিদের ভেসেল এবং ট্র্যাকিড কোষগুলো সরু নলের মত কাজ করে। কৈশিকতার কারণে রস এগুলোর মধ্য দিয়েই উপরে উঠে আসে।

খ) ইমবাইবিশন শক্তি মতবাদ (Imbibitional Force Theory)

এ মতবাদের প্রবর্তক স্যাকস এর মতে ভেসেল ও ট্র্যাকিড এর কোষ প্রাচীর কলয়েড প্রকৃতির। কলয়েড প্রচুর পানি শোষণ করতে পারে। ভেসেল ও ট্র্যাকিডের কোষ প্রাচীর পানি শোষণ করে উপরে নিয়ে আসে।

গ) মূলজ চাপ মতবাদ (Root Pressure Theory)

পাঠ- ১ এ আমরা জেনেছি যে মূলজ চাপের ফলে পানি জাইলেম ভেসেলে প্রবেশ করে। এ চাপের ফলে পানি অনেকটা উপরে উঠে আসে। এ মতবাদ অনুসারে মূলজ চাপের ফলেই পানি কাণ্ডের জাইলেমের মধ্য দিয়ে পাতায় পৌঁছে যায়।

ঘ) সংসক্তি মতবাদ (Cohesion Theory)

এ মতবাদের প্রবর্তক ডিস্কন ও জলি মনে করেন যে উদ্ভিদ দেহে মূল থেকে পাতা পর্যন্ত পানির অবিচ্ছিন্ন স্তম্ভ বা ধারা রয়েছে। পানির অণুগুলোর পরস্পর আকর্ষণ ক্ষমতার জন্যেই এটা হয়ে থাকে। প্রস্বেদনের কারণে পাতার কোষ থেকে পানি কমে গেলে সেখানে DPD বেড়ে যায়। পানির অভাব পূরণের জন্য কোষগুলো তখন পানির স্তম্ভ থেকে পানি টেনে নেয়। এই প্রক্রিয়া প্রস্বেদন টান (transpiration pull) নামে অভিহিত। প্রস্বেদন টানের ফলেই পানি উপরে উঠে আসে।

ঙ) বায়ুর চাপ মতবাদ (Atmospheric Pressure Theory)

অনেকের ধারণা বায়ুর চাপশক্তিকে কাজে লাগিয়ে উদ্ভিদ পানি উপরে তুলে আনে। বায়ুর চাপ পানি দশ মিটার পর্যন্ত উচুতে তুলতে পারে। এর চাইতে অনেক উচু উদ্ভিদে পানি কি ভাবে উঠে এ মতবাদ তা ব্যাখ্যা করতে পারে না।

ফ্লোয়েমের মধ্য দিয়ে দ্রব্য বিশেষ করে শর্করা কি ভাবে পরিবাহিত হয় এ সম্পর্কে বিভিন্ন মতবাদ রয়েছে—

১। ব্যাপক প্রবাহ মতবাদ (Mass Flow Hypothesis)

এ মতবাদের প্রবর্তক মুঞ্চের মতে সালোক সংশ্লেষণের সময় উদ্ভিদের পাতায় সুক্রোজের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। পার্শ্ববর্তী কোষগুলো থেকে তখন অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় পানি প্রবেশ করে। এর ফলে কোষগুলোর রসস্ফীতি চাপ বেড়ে যায়। উদ্ভিদের খাদ্য প্রস্তুতকারী অংগকে উৎস (source) এবং খাদ্য ব্যবহারকারী অংগকে সিঙ্ক (sink) বা ঘাটতি অঞ্চল রূপে কল্পনা করা হয়। এ মতবাদ অনুসারে রসস্ফীতি চাপের ফলে উৎস থেকে সিঙ্ক বা ঘাটতি অঞ্চলে দ্রাবের ব্যাপক প্রবাহ ঘটে।

২। প্রোটোপ্লাজম প্রবাহ মতবাদ (Protoplasm Streaming Theory)

ওলন্দাজ বিজ্ঞানী দ্য ভ্রিসের মতে উদ্ভিদ ফ্লোয়েমের সীভনল কোষে প্রোটোপ্লাজমের আবর্তনের ফলে ফ্লোয়েমের সীভনলের ছিদ্রের মধ্য দিয়ে দ্রবণের স্থানান্তর ঘটে।

৩। তড়িৎ অভিস্রবণ মতবাদ (Electro Osmosis Theory)

বিজ্ঞানী স্প্যানার এবং জোনস প্রস্তাব করেন যে তড়িৎ অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় সীভনলের ছিদ্রের মধ্য দিয়ে পটাশিয়াম আয়ন (K^+) প্রবাহিত হয়। এসময় পটাশিয়াম আয়নের সাথে লেগে থাকা শর্করা অণুরাও স্থানান্তরিত হয়।

সারসংক্ষেপ

- ◆ উদ্ভিদের রস আরোহণ জাইলেমের মাধ্যমে হয়। উদ্ভিদের পাতায় পাতায় তৈরি খাদ্য ও অন্যান্য জৈব ও অজৈব পদার্থ ফ্লোয়েমের মাধ্যমে উদ্ভিদের নিচের অঙ্গসুমহে পৌঁছে।
- ◆ উদ্ভিদের রস উত্তোলন সম্পর্কিত মতবাদগুলোকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়, যথা- অধিপ্রান মতবাদ ও ভৌত মতবাদ।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন- ৪

সঠিক উত্তরে পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। পেপেরোমিয়া পেলুসিডা উদ্ভিদ ও রঙ্গিন পানি নিয়ে পরীক্ষণটি কি প্রমাণ করে?
 - ক. জাইলেম কেবল উপরের দিকে রস পরিবহন করে।
 - খ. ফ্লোয়েম কেবল নিচের দিকে রস পরিবহন করে।
 - গ. জাইলেম উপরে ও নিচে রস পরিবহন করে।
 - ঘ. ফ্লোয়েম উপরে ও নিচে রস পরিবহন করে।
- ২। রিং এক্সপেরিমেন্ট বা উদ্ভিদের কাণ্ড বলয় পরীক্ষা কি প্রমাণ করে?
 - ক. জাইলেম কেবল উপরের দিকে রস পরিবহন করে।
 - খ. ফ্লোয়েম কেবল নিচের দিকে রস পরিবহন করে।
 - গ. জাইলেম উপরে ও নিচে রস পরিবহন করে।
 - ঘ. ফ্লোয়েম উপরে ও নিচে রস পরিবহন করে।
- ৩। স্পন্দন মতবাদের জন্য কোনটি সঠিক নয়?

ক. প্রবর্তক জগদীশ চন্দ্র বসু	খ. মূলের কটেক্সের কোষ জড়িত
গ. জাইলেম প্যারেনকাইমা জড়িত	ঘ. কোষের সংকোচন ও প্রসারণ হয়
- ৪। কোনটি প্রস্বেদন প্রক্রিয়ার সাথে জড়িত?

ক. বায়ুর চাপ মতবাদ	খ. ইমবাইবিশন মতবাদ
গ. মূলজ চাপ মতবাদ	ঘ. সংসক্তি মতবাদ
- ৫। তড়িৎ অভিস্রবণ মতবাদের সঙ্গে যুক্ত নয় কোনটি?

ক. K^+ আয়ন	খ. শর্করা অণু
গ. সীভনলে ছিদ্র	ঘ. প্রোটোপ্লাজমের আবর্তন

পাঠ ৫ : প্রস্বেদন, পত্ররন্ধ্র, পত্ররন্ধ্রীয় প্রস্বেদন

এ পাঠ অধ্যয়ন শেষে আপনি—

- ◆ প্রস্বেদন কি তা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- ◆ পত্ররন্ধ্রের গঠন উল্লেখ করতে পারবেন।
- ◆ পত্ররন্ধ্রীয় প্রস্বেদনের প্রক্রিয়া বর্ণনা করতে পারবেন।
- ◆ উদ্ভিদ জীবনে প্রস্বেদনের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করতে পারবেন।

উদ্ভিদ মাটি থেকে যে পরিমাণ পানি শোষণ করে তার কিছু অংশ বিভিন্ন জৈবরাসায়নিক প্রক্রিয়ায় উদ্ভিদের দেহে থেকে যায়। কিছুটা অংশ অনেক উদ্ভিদদেহ থেকে পানি হিসেবেই বের হয়ে আসে। বেশি অংশ বাষ্পাকারে বের হয়ে আসে। উদ্ভিদদেহ থেকে যে প্রক্রিয়ায় পানি বাষ্পাকারে বের হয়ে আসে তা প্রস্বেদন নামে অভিহিত।

প্রস্বেদনের প্রধান অংগ উদ্ভিদের পাতা। এছাড়া কান্ড এবং শাখা প্রশাখা থেকেও প্রস্বেদন হয়। প্রস্বেদনের সাথে জড়িত উদ্ভিদ অংগ এবং অংগাংশের উপর ভিত্তি করে তিন ধরনের প্রস্বেদন দেখা যায়।

১। পত্ররন্ধ্রীয় প্রস্বেদন (Stomatal Transpiration)

পত্ররন্ধ্র প্রধানত পাতার নিচের পৃষ্ঠ দেশে দেখা যায়। এ ছাড়া কচি কান্ডেও অনেক পত্ররন্ধ্র থাকে। পত্ররন্ধ্রের মধ্য দিয়েই প্রধানত বেশির ভাগ প্রস্বেদন ঘটে।

চিত্র ১২.৮ : পত্ররন্ধ্রীয় প্রস্বেদন

শিরা উপশিরার মধ্য দিয়ে পানি প্যালিসেড প্যারেনকাইমা এবং স্পঞ্জি প্যারেনকাইমা কোষ সমূহে পৌঁছে যায়। স্পঞ্জি প্যারেনকাইমা টিস্যুর কোষগুলো আলগা ভাবে সাজানো থাকে। কোষগুলোর মাঝে অনেক আন্তকোষীয় ফাঁক থাকে। উদ্ভিদের সালোকসংশ্লেষণের জন্য প্রয়োজনীয় কার্বন ডাইঅক্সাইড স্পঞ্জি প্যারেনকাইমা অঞ্চলেই শোষিত হয়। উদ্ভিদ বায়ুর কার্বন ডাইঅক্সাইড ব্যাপন প্রক্রিয়ায় শোষণ করে।

পত্ররন্ধ্রের মধ্যদিয়ে বায়ু প্রথমে পত্ররন্ধ্রীয় প্রকোষ্ঠে প্রবেশ করে। এখান থেকে বায়ু প্যালিসেড প্যারেনকাইমা টিস্যুর কোষগুলোর আন্তকোষীয় ফাঁকের মাঝে ছড়িয়ে পড়ে। প্যালিসেড প্যারেনকাইমা টিস্যুর কোষগুলোর বহিঃপৃষ্ঠ সব সময় ভেজা থাকে এবং এজন্য ব্যাপন প্রক্রিয়ার সুবিধা হয়। এ রকম অবস্থায় উদ্ভিদ যেমন বায়ু থেকে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্রহণ করে বায়ুও তেমনি উদ্ভিদ কোষের ভেজা পৃষ্ঠদেশ থেকে পানি জলীয় বাষ্পরূপে গ্রহণ করে। উদ্ভিদ কোষ থেকে নেয়া পানি জলীয় বাষ্পরূপে ব্যাপন প্রক্রিয়ায় পত্ররন্ধ্রের মধ্য দিয়ে বাইরের বায়ুতে ছড়িয়ে পড়ে। পত্ররন্ধ্রের মধ্যদিয়ে হয় বলে এ ধরনের প্রস্বেদনকে পত্ররন্ধ্রীয় প্রস্বেদন বলা হয়।

২। কিউটিকুলার প্রস্বেদন (Cuticular Transpiration)

উদ্ভিদের কাণ্ড এবং পাতার বহিত্বকের উপর কিউটিন এর আবরণকে কিউটিকল্ বলে। উদ্ভিদকে শুষ্কতার হাত থেকে রক্ষা করা এর কাজ। কিউটিকল্ পাতলা হলে কিউটিকল্ ভেদ করে কিছু পানি বাষ্পাকারে বের হয়ে আসে। এটাই কিউটিকুলার প্রস্বেদন।

৩। লেন্টিকুলার প্রস্বেদন (Lenticular Transpiration)

ভেতরে সেকেন্ডারি বৃদ্ধির ফলে উদ্ভিদের কাণ্ডের বাইরের আবরণ (বহিত্বক কিম্বা কর্ক) কোন কোন জায়গায় ফেটে যায়। এতে কাণ্ডের ভেতরের কোষ বাইরের পরিবেশে উন্মুক্ত হয়ে পড়ে। এই উন্মুক্ত জায়গাগুলোকে লেনটিসেল বলে। লেনটিসেলের মধ্য দিয়ে ভেতরের টিস্যু থেকে পানি বাষ্পাকারে বের হয়ে আসে। এটাই কিউটিকুলার প্রস্বেদন।

প্রস্বেদন প্রক্রিয়াকে অনেক উদ্ভিদ শারিরবৃত্তিয় বিজ্ঞানী 'প্রয়োজনীয় দুষ্টি প্রক্রিয়া' 'necessary evil' বলে অভিহিত করেছেন। প্রস্বেদনের অপকারিতা এবং উপকারিতা দুইই আছে।

পানি শোষণ এবং প্রস্বেদনের মাঝে ভারসাম্য বজায় না থাকলে অর্থাৎ যে পরিমাণ পানি শোষিত হয় তার চেয়ে বেশি পানি প্রস্বেদন প্রক্রিয়ায় বের হয়ে গেলে কোষজ চাপ (tergidity) কমে যায়, উদ্ভিদ তখন নেতিয়ে পড়ে (wilt)। বেশি সময় এ অবস্থায় থাকলে গাছ মরে যায়।

প্রস্বেদনের ফলে উদ্ভিদের পাতার তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রিত থাকে, মাটি থেকে মূলের মধ্য দিয়ে কাণ্ড এবং পাতায় রস উত্তোলন সম্ভব হয়।

এক সময় মনে করা হত প্রস্বেদন উদ্ভিদের প্রয়োজনের অতিরিক্ত পানি বাষ্পাকারে বের করে দেয়। কিন্তু উপরের আলোচনা থেকে নিশ্চয়ই বুঝতে পেরেছেন যে প্রস্বেদনে যে পানি বের হয়ে যায় তা অতিরিক্ত পানি নয়। সালোকসংশ্লেষণের জন্য প্রয়োজনীয় কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্রহণের সময় স্পঞ্জি প্যারেনকাইমা কোষ থেকে বায়ুতে জলীয় বাষ্প রূপে মিশে যায়। কাজেই প্রস্বেদনের পানি কোন রকমেই উদ্ভিদের অতিরিক্ত পানি নয়।

সারসংক্ষেপ

- ◆ উদ্ভিদদেহে থেকে পানি যে প্রক্রিয়ায় বাষ্পাকারে বের হয়ে যায়, তাকে প্রস্বেদন বলে।
- ◆ প্রস্বেদনের সাথে জড়িত উদ্ভিদ অংগ বা অংগাংশের উপর ভিত্তি করে প্রস্বেদনকে তিনভাগে ভাগ করা হয়, যথা- পত্ররঞ্জীয় প্রস্বেদন, কিউটিকুলার প্রস্বেদন ও লেন্টিকুলার প্রস্বেদন।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫

সার্থিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। প্রস্বেদনের জন্য নিচের কোন উক্তি প্রযোজ্য?

ক. অতিরিক্ত পানি বের করে দেয়	খ. প্রয়োজনীয় দুষ্টি প্রক্রিয়া
গ. সালোক সংশ্লেষণের সঙ্গে যুক্ত	ঘ. উপরের (খ) এবং (গ) উভয়
- ২। পত্র রঞ্জের সাথে সরাসরি যুক্ত নয় কোনটি?

ক. স্পঞ্জি প্যারেনকাইমা	খ. পত্ররঞ্জীয় প্রকোষ্ঠ
গ. নিম্ন বহিত্বক	ঘ. প্যালিসেড কোষ
- ৩। নিচের কোন প্রক্রিয়ায় প্রস্বেদন প্রয়োজনীয় নয়?

ক. রস উত্তোলন	খ. কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্রহণ
গ. তাপ নিয়ন্ত্রণ	ঘ. খাদ্য পরিবহন

চূড়ান্ত মূল্যায়ন

সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন :

১. অভিস্রবণিক চাপ কি ব্যাখ্যা করুন।
২. রসক্ষীতি চাপ কি ভাবে হয় বর্ণনা করুন।
৩. ইমবাইবিশন প্রক্রিয়ায় উদ্ভিদের কি লাগে?
৪. সক্রিয় পানি শোষণে প্রয়োজনীয় শক্তির উৎস কি?
৫. নিষ্ক্রিয় লবণ শোষণে উদ্ভিদের কোন প্রক্রিয়া কাজে লাগে?
৬. প্রোটোপ্লাজম প্রবাহ মতবাদ বর্ণনা করুন।
৭. কিউটিকুলার প্রস্বেদন কি ব্যাখ্যা করুন।
৮. সক্রিয় ও নিষ্ক্রিয় পানি শোষণ প্রক্রিয়ার পার্থক্য ব্যাখ্যা করুন।
৯. সিমপ্লাস্ট ও অ্যাপোপ্লাস্ট মতবাদ সংক্ষেপে বর্ণনা করুন।
১০. রস উত্তোলনের সংসক্তি মতবাদ সংক্ষেপে বর্ণনা করুন।
১১. লেন্টিকুলার প্রস্বেদন কি ব্যাখ্যা করুন।

রচনা মূলক প্রশ্ন

১. উদ্ভিদের জীবনে অভিস্রবণের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা করুন।
২. উদ্ভিদের সক্রিয় পানি শোষণ বর্ণনা করুন।
৩. লুনডেগারডের মতবাদ বর্ণনা করুন।
৪. রস আরোহণের সংসক্তি মতবাদ বর্ণনা করুন।
৫. প্রস্বেদনের উপকারিতা এবং অপকারিতা উল্লেখ করুন।
৬. উদ্ভিদের সক্রিয় অভিস্রবণিক পানি শোষণ বর্ণনা করুন।
৭. সক্রিয় পরিশোষণ কি ব্যাখ্যা করুন। বেনেট ক্লার্কের মতবাদ সচিত্র বর্ণনা করুন।
৮. ব্যাপক প্রবাহ মতবাদ সচিত্র বর্ণনা করুন।
৯. পত্ররঞ্জীয় প্রস্বেদন সচিত্র বর্ণনা করুন।

উত্তরমালা

- পাঠোত্তর মূল্যায়ন- ১ : ১। গ ২। ঘ ৩। ঘ ৪। ক
- পাঠোত্তর মূল্যায়ন- ২ : ১। ঘ ২। গ ৩। খ
- পাঠোত্তর মূল্যায়ন- ৩ : ১। ঘ ২। ক ৩। ঘ ৪। খ ৫। ক ৬। গ
- পাঠোত্তর মূল্যায়ন- ৪ : ১। ক ২। খ ৩। গ ৪। ঘ ৫। ঘ
- পাঠোত্তর মূল্যায়ন- ৫ : ১। ঘ ২। ঘ ৩। ঘ