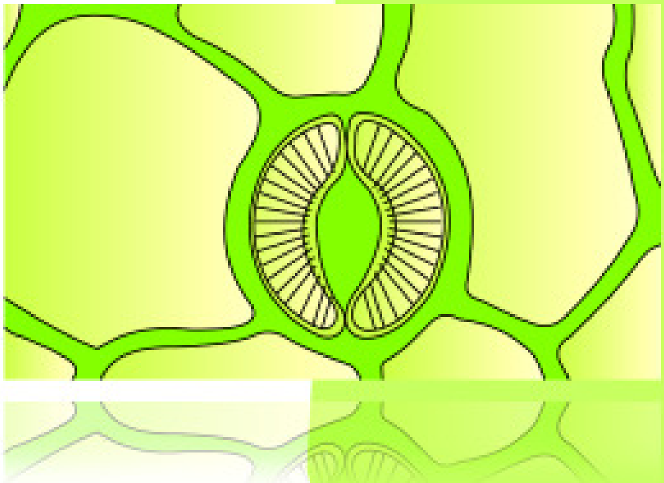


খণ্ড-৪ (Unit-4)

উদ্ভিদ শৰীৰবিজ্ঞান (Plant Physiology)

অধ্যায়-11

উদ্ভিদ দেহত পৰিবহণ প্ৰক্ৰিয়া

অধ্যায়-12

খনিজ পুষ্টি

অধ্যায়-13

উদ্ভিদৰ সালোকসংশ্লেষণ

অধ্যায়-14

উদ্ভিদৰ শ্বাস-প্ৰশ্বাস

অধ্যায়-15

উদ্ভিদৰ বৃদ্ধি আৰু বিকাশ

সুদীৰ্ঘদিন ধৰি প্ৰচলিত জীৱৰ গঠন আৰু ভিন্নতাৰ চৰ্চ্চা আপাততঃ দুটা পৰস্পৰবিৰোধী ধাৰণাৰ সৃষ্টিত সমাপ্তি ঘটিছিল। এই দুটা ধাৰণা প্ৰকৃততে জীৱ আৰু জীৱন প্ৰক্ৰিয়া সংগঠনৰ দুটা স্তৰৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি সৃষ্টি হৈছে। এটা হ'ল জীৱৰ প্ৰজাতি আৰু তাৰ ওপৰত স্তৰৰ আৰু আনটো হ'ল কোষীয় আৰু আনৱিক স্তৰৰ ধাৰণাৰ বিষয়ে বৰ্ণনা। ইয়াৰে প্ৰথমটোৰ ফল হ'ল বাস্তব্যবিদ্যা আৰু ইয়াৰ সম্পৰ্কীয় আন শাখাসমূহ। দ্বিতীয়টোৰ ফল হ'ল শৰীৰবিজ্ঞান আৰু জৈৱ ৰসায়ন। উদাহৰণস্বৰূপে সপুষ্পক উদ্ভিদৰ শৰীৰবিদ্যা সম্বন্ধীয় প্ৰক্ৰিয়াসমূহৰ বৰ্ণনা এই খণ্ডটিৰ অধ্যায়ত আগবঢ়োৱা হৈছে। উদ্ভিদৰ খনিজ পুষ্টিৰ পদ্ধতি, সালোকসংশ্লেষণ, পৰিবহন, শ্বাস-প্ৰশ্বাস আৰু শেষত উদ্ভিদৰ বৃদ্ধি আৰু বিকাশ এই সকলো আণৱিক ভিত্তিক বৰ্ণনা কৰা হৈছে কিন্তু এই বৰ্ণনাৰ মূল প্ৰসংগ হৈছে কোষীয় কাৰ্য আৰু আনকি অঙ্গতন্ত্ৰ স্তৰ। প্ৰয়োজন সাপেক্ষে, ঠাই বিশেষ পৰিবেশৰ সৈতে শাৰীৰিক প্ৰক্ৰিয়াৰ সম্পৰ্কৰ বিষয়েও আলোচনা কৰা হৈছে।

1911 চনত মেলভিন কেলভিনৰ মিন্নেচ'টা ত জন্ম হৈছিল। তেওঁ মিন্নেচ'টা বিশ্ববিদ্যালয়ৰ পৰাই ৰসায়ন বিজ্ঞানত ডক্তৰেট উপাধি লাভ কৰিছিল। তেওঁ বাৰ্কলেৰ কেলিফৰ্নিয়া বিশ্ববিদ্যালয়ত ৰসায়ন বিজ্ঞানৰ অধ্যাপক হিচাবে কাৰ্য নিৰ্বাহ কৰিছিল।

দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধৰ ঠিক পিছতে যেতিয়া সমগ্ৰ পৃথিৱীৰ মানুহে হিৰোচিমা-নাগাচাকিত হোৱা পৰমাণু বোমা বিস্ফোৰণৰ ভয়াবহতা পাহৰা নাছিল আৰু যেতিয়া বিস্ফোৰণৰ ভুক্তভোগীসকলে পৰমাণু বোমাৰ তেজস্ক্ৰিয়তাত ভুগি আছিল, তেতিয়াই কেলভিন আৰু তেখেতৰ সহযোগীসকলে সেই তেজস্ক্ৰিয়তাক মানৱ জাতিৰ হিত সাধনৰ কামত ব্যৱহাৰ কৰিবলৈ চেষ্টা চলাইছিল। তেখেতে জে. এ. বাছহামৰ সৈতে লগ-লাগি কাৰ্বন ডায়ক্সাইডত তেজস্ক্ৰিয় কাৰ্বন (C^{14}) ব্যৱহাৰ কৰি উদ্ভিদ দেহত কাৰ্বন ডায়ক্সাইড, পানী আৰু খনিজ দ্ৰব্যৰ পৰা শৰ্কৰা প্ৰস্তুতৰ বিক্ৰিয়াসমূহৰ অধ্যয়ন কৰিছিল। কেলভিনে কৈছিল যে পত্ৰহৰিৎকণা জাতীয় ৰঞ্জক পদাৰ্থৰ সহায়ত ইলেক্ট্ৰনৰ স্থানান্তৰণৰ ফলত উদ্ভিদ দেহত সৌৰ শক্তি ৰাসায়নিক শক্তিলৈ ৰূপান্তৰিত হয়। সালোক সংশ্লেষণৰ কাৰ্বন আত্মীয়কৰণৰ পথ বা চক্ৰ উদ্ভাৱনৰ বাবে কেলভিনে ১৯৬১ চনত নোবেল পুৰস্কাৰ লাভ কৰিছিল।

কেলভিনে উদ্ভাৱন কৰা সালোক সংশ্লেষণৰ তত্বকে বৰ্ত্তমানে শক্তিৰ নৱীকৰণযোগ্য সম্পদ আহৰণ আৰু সৌৰ শক্তি আহৰণ আদি গৱেষণাৰ বাবে ব্যৱহাৰ কৰি অহা হৈছে।

অধ্যায় - 11

উদ্ভিদৰ পৰিবহন (TRANSPORT IN PALNTS)

11.1 পৰিবহনৰ উপায়
11.2 উদ্ভিদ পানীৰ সম্পৰ্ক
11.3 পানীৰ দীৰ্ঘ দূৰত্বৰ পৰিবহন
11.4 প্ৰস্বেদন
11.5 শোষণ আৰু খনিজ লৱণৰ পৰিবহন
11.6 ফ্লয়েমৰ দ্বাৰা পৰিবহন

এজোপা ওখ বৃক্ষৰ একেবাৰে ওপৰলৈ পানী কেনেকৈ পৰিবাহিত হয়- তোমালোকে কেতিয়াবা ভাবি চাইছানে? এটা কোষৰ পৰা আনটো কোষলৈ দ্ৰব্য বোৰ কেনেকৈ আৰু কিয় অহা যোৱা কৰে, আটাইবোৰ দ্ৰব্য একে ধৰণে একেটা দিশতে গতি কৰেনে নকৰে, এনে পৰিবহনত বিপাকীয় শক্তি ব্যৱহাৰ হয়নে নহয় ইত্যাদি কথাবোৰ সচাঁই ভাবিবলগীয়া। প্ৰাণীতকৈ উদ্ভিদৰ ক্ষেত্ৰত এই মৌলসমূহে যথেষ্ট বেছি দূৰত্বলৈ পৰিবহণ কৰিব লাগে আৰু আনহাতে ইয়াৰ বাবে সিঁহতৰ কোনো পৰিসংচাৰণ (Circulatory) প্ৰণালীও নাই। মূলে শোষণ কৰা পানী উদ্ভিদ এজোপাত চৰম শীৰ্ষ বিন্দুকে ধৰি বিভিন্ন অংশলৈ গতি কৰিব লাগে। ঠিক তেনেদৰে পাতত তৈয়াৰ হোৱা খাদ্যবস্তুও মাটিৰ যথেষ্ট তলত থকা মূলৰ শীৰ্ষ বিন্দুকে ধৰি বিভিন্ন অংশলৈ পৰিবাহিত হ'ব লাগে। কোষৰ ভিতৰতে কম দূৰত্বৰ পৰিবহন, কোষাৱৰণৰ মাজেদি এটা কোষৰ পৰা আন এটা কোষলৈ পৰিবহন অপৰিহাৰ্য। এনে অপৰিহাৰ্য পৰিঘটনাৰ এটা সম্যক জ্ঞান আহৰণৰ বাবে আমি কোষ এটাৰ গঠন আৰু উদ্ভিদৰ আভ্যন্তৰীণ গঠনৰ কথা জানিব লাগিব। তদুপৰি ৰাসায়নিক বিভৱ (Chemical potential) আৰু আয়নৰ (ion) জ্ঞানো এবাৰ মনতে আওৰাব লাগিব।

আমি যেতিয়া পৰিবহনৰ কথা কওঁ, তেতিয়া ই কেনে ধৰণৰ পৰিবহন আৰু ইয়াৰ দ্বাৰা কি কি দ্ৰব্য পৰিবাহিত হ'ব সেই কথালৈ মন কৰিব লাগিব। এজোপা সপুষ্পক উদ্ভিদত পৰিবাহিত হোৱা দ্ৰব্যবোৰ হ'ল পানী, খনিজ পোষকদ্ৰব্য (mineral nutrients), জৈৱ পোষক (organic nutrients) আৰু উদ্ভিদ বৃদ্ধি নিয়ন্ত্ৰক (plant growth regulators)। কম দূৰত্বৰ পৰিবহন ব্যাপন (diffusion) আৰু সক্ৰিয় পৰিবহনৰ দ্বাৰা পৰিচালিত কোষপ্ৰৰসৰ প্ৰবাহী গতিৰ (cytoplasmic streaming) জৰিয়তে সম্পন্ন হয়। দীঘলীয়া দূৰত্বৰ পৰিবহন সংবহন কলাৰ (Xylem আৰু phloem) জৰিয়তে হয় আৰু ইয়াক খাদ্য সংক্ৰমন (translocation) বোলে।

এতিয়া, এই পৰিবহন অথবা সংক্ৰমনৰ দিশ অতি মনকৰিব লগা বিষয়। জাইলেমৰ

যোগেদি পানী আৰু খনিজ দ্ৰব্যৰ পৰিবহন মূলৰ পৰা কাণ্ডলৈ কেৱল এটি দিশতেই হয়। আনহাতে জৈৱদ্ৰব্য আৰু খনিজ পোষক দ্ৰব্যৰ (mineral nutrients) পৰিবহন বহু দিশত হয়। সালোক সংশ্লষণৰ দ্বাৰা উদ্ভিদৰ পাতত তৈয়াৰ হোৱা জৈৱ দ্ৰব্যবিলাক খাদ্য সঞ্চয় কৰি থোৱা অংগৰ লগতে আন আন অংশলৈও পৰিবাহিত হয়। প্ৰয়োজন সাপেক্ষে সিহঁত সঞ্চয়কাৰী অংগৰ পৰা আন অংশলৈ পুনৰ পৰিবাহিত হ'ব পাৰে। মূলে শোষণ কৰা খনিজ পোষক দ্ৰব্যবোৰ উদ্ভিদৰ ওপৰ ফালে থকা কাণ্ড, পাত আৰু বৃদ্ধি হোৱা অংশসমূহলৈ পৰিবাহিত হয়। যদিহে উদ্ভিদ এজোপাৰ কোনো এটি অংশই ক্ষয়িষ্ণু অৱস্থা (senescence) পায়, তেতিয়া সেই অংশৰ পৰা খনিজ পোষক দ্ৰব্যবোৰ বৃদ্ধি হৈ থকা আন অংশলৈ গতি কৰে। হৰম'ন অথবা উদ্ভিদৰ বৃদ্ধি নিয়ন্ত্ৰক দ্ৰব্য আৰু আন ৰাসায়নিক উদ্দীপক (chemical stimuli) সমূহো সিহঁত সংশ্লেষণ হোৱা ঠাইৰ পৰা আন আন অংশলৈ কেৱল এটি দিশতেই গতি কৰে। সেয়ে, এজোপা সপুষ্পক উদ্ভিদত অতি সুনিয়ন্ত্ৰিত অথচ এক জটিল পৰিবহন প্ৰক্ৰিয়া বিভিন্ন দিশত অহৰহ চলি থাকে। এই প্ৰক্ৰিয়াত প্ৰতি অংগই এহাতে কিছুমান দ্ৰব্য গ্ৰহণ কৰে আৰু আনহাতে কিছুমান দ্ৰব্য এৰি দিয়ে।

11.1 পৰিবহনৰ মাধ্যম

11.1.1 ব্যাপন (Diffusion)

ব্যাপনৰ দ্বাৰা হোৱা পৰিবহন এক পৰোক্ষ পৰিবহন। ই কোষ এটাৰ এটা অংশৰ পৰা আন এটা অংশলৈ অথবা এটা কোষৰ পৰা আন এটা কোষলৈ অথবা পাত এখিলাৰ কোষ মধ্যবৰ্তী স্থানৰ পৰা বহিৰ্ভাগলৈ হ'ব পাৰে। ব্যাপনত দ্ৰব্যৰ অণুবোৰ যিকোনো দিশত তাৰ গাঢ় ঘনত্বৰ পৰা নিম্ন ঘনত্বলৈ গতি কৰে। ব্যাপন এটা ধীৰ প্ৰক্ৰিয়া আৰু ই কোনো জীৱিত তন্ত্ৰৰ (living system) ওপৰত নিৰ্ভৰশীল নহয়। ব্যাপন বাষ্প (gas) আৰু তৰল liquid) দ্ৰব্যৰ ক্ষেত্ৰত স্বাভাৱিকতে হয় কিন্তু গোটা দ্ৰব্যৰো ব্যাপন হোৱা দেখা যায়। উদ্ভিদৰ বাবে ব্যাপন অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ প্ৰক্ৰিয়া কিয়নো উদ্ভিদ দেহত বাষ্পৰ আদান প্ৰদান ইয়াৰ দ্বাৰাই হয়।

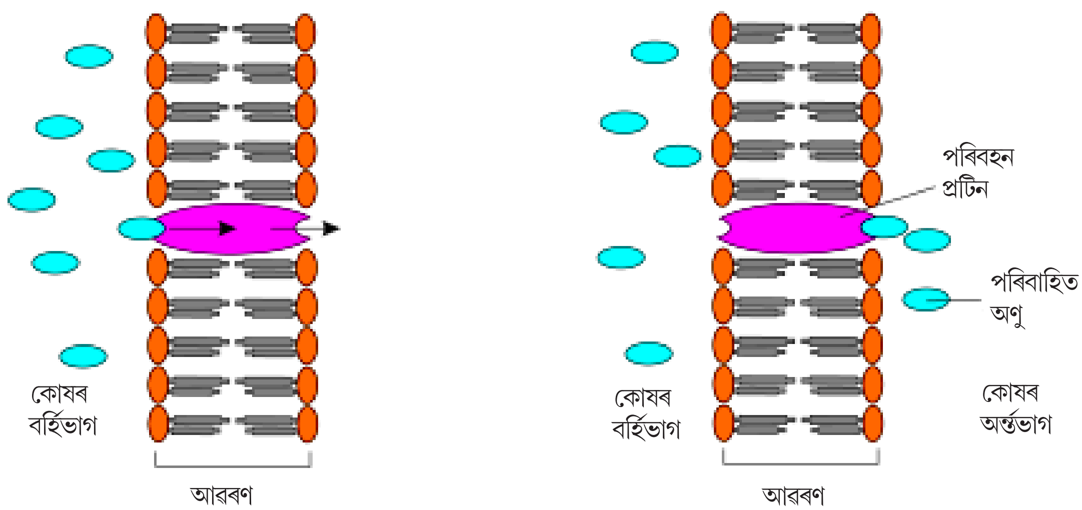
ব্যাপনৰ হাৰ দ্ৰব্যৰ গাঢ়তাৰ প্ৰৱণতা (gradient of concentration), আৱৰণৰ ভেদ্যতা (permeability of membrane), উষ্ণতা (temperature) আৰু চাপৰ (pressure) ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে।

11.1.2 আধাৰিত ব্যাপন (Facilitated Diffusion)

ব্যাপনৰ বাবে যে ঘনত্বৰ প্ৰৱণতাৰ প্ৰয়োজন সেই কথা আগতেই উল্লেখ কৰা হৈছে। ব্যাপনৰ হাৰ দ্ৰব্যৰ জোখৰ ওপৰতো নিৰ্ভৰ কৰে। সৰু জোখৰ দ্ৰব্যৰ ব্যাপন দ্ৰুততৰ হোৱাটো স্বাভাৱিক। যিহেতু তৈল বা লিপিড (lipid) এখন আৱৰণৰ এটি মূখ্য উপাদান,

সেয়ে আৱৰণৰ মাজেদি ব্যাপন হওঁতে ব্যাপন হোৱা দ্ৰব্য লিপিডত দ্ৰৱনীয় হয় নে নহয়, সেই কথাও গুৰুত্বপূৰ্ণ। লিপিডত দ্ৰৱনীয় বস্তু আৱৰণৰ মাজেদি দ্ৰূতভাৱে ব্যাপন হ'ব। জলাগ্ৰহী দ্ৰব্য (hydrophilic) আৱৰণৰ মাজেদি পাৰ হোৱা কষ্ট সাধ্য। তাৰ বাবে সিহঁতক আধাৰৰ (facilitator) প্ৰয়োজন হয়। দ্ৰব্যৰ এনে অণুবিলাক আৱৰণত থকা প্ৰ'টিনৰ যোগেদি ইপাৰ সিপাৰ হয়। প্ৰটিনে আধাৰ হিচাপে ঘটোৱা ব্যাপনত দ্ৰব্যৰ ঘনত্বৰ প্ৰৱণতা ইতিমধ্যে সেই ঠাইত থাকিব লাগিব। এনে ব্যাপনক আধাৰিত ব্যাপন (facilitated diffusion) বোলে।

আধাৰিত ব্যাপনত কিছুমান বিশেষ প্ৰ'টিনৰ দ্বাৰা এ. টি. পিত সঞ্চিত শক্তি ক্ষয় নোহোৱাকৈ আৱৰণৰ মাজেদি দ্ৰব্য পাৰ হ'ব পাৰে। আধাৰিত ব্যাপন অতি বিশিষ্ট। এই প্ৰথাত কোষটোৱে কি দ্ৰব্যৰ ব্যাপন ঘটাব, তাক বাচি ল'ব পাৰে। প্ৰ'টিনৰ সৈতে বিক্ৰিয়া কৰিব পৰা নিৰোধক (inhibitor) দ্ৰব্যৰ ভূমিকা এই ক্ষেত্ৰত উল্লেখনীয়।



চিত্ৰ 11.2

সহজভাৱে ক'বলৈ গ'লে আৱৰণত থকা প্ৰ'টিনসমূহে দ্ৰব্য অণুবোৰ পাৰ হ'বৰ বাবে কিছুমান পথৰ সৃষ্টি কৰে। ইয়াৰে কিছুমান পথ সদায় খোলা থাকে আৰু আন কিছুমান খোলা বন্ধ কৰিব পাৰি। বিভিন্ন ধৰণৰ অণু পাৰ হ'ব পৰাকৈ কিছুমান পথ ডাঙৰ। প্লাষ্টিড, মাইটকন্দ্ৰিয়া আৰু কিছুমান বেক্টেৰিয়াৰ বহিঃআৱৰণত থকা পৰিন্ (porins) নামৰ প্ৰ'টিনবিলাকে ডাঙৰ ডাঙৰ বিন্ধাৰ সৃষ্টি কৰে যাৰ মাজেদি সৰু প্ৰ'টিনৰ জোখৰ অণুবোৰ সহজতে পাৰ হৈ যাব পাৰে।

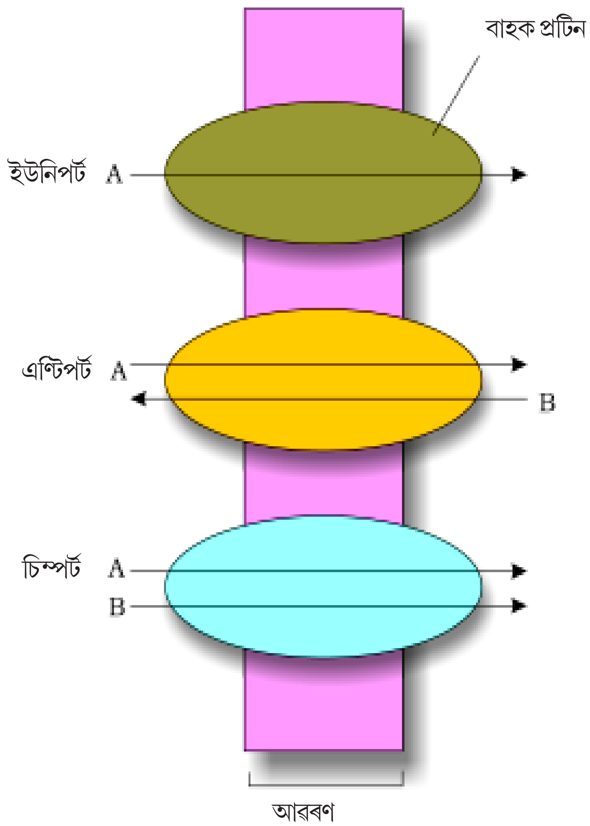
চিত্ৰ 11.1. ত বাহক প্ৰ'টিনৰ সৈতে সংযোজিত হৈ থকা বহিঃকোষীয় (extracellular) অণু দেখুওৱা হৈছে। বাহক প্ৰ'টিনটো এবাৰ চক্ৰাকাৰে ঘূৰি দ্ৰব্যৰ অণুটো কোষৰ ভিতৰফালে এৰি দিয়ে। উদাহৰণ স্বৰূপে, আঠবিধ বিভিন্ন ধৰণৰ জল পৰিবহনৰ *(aquaporins) দ্বাৰা গঠিত জল পথ (water channel)*ৰ কথা উনুকিাব পাৰি।

11.1.2.1 নিষ্ক্ৰিয় ব্যাপন - চিম্‌পৰ্ট আৰু এন্টিপৰ্ট (Passive Symports and Antiports)

কিছুমান বাহক অথবা পৰিবহন প্ৰটিনে (transport protein) দুই ধৰণৰ অণু একেলগে গতি কৰিলেহে ব্যাপন সম্পন্ন কৰে। চিম্পৰ্টৰ (symport) ক্ষেত্ৰত দুয়োবিধ অণুৱে একেলগে একেটা দিশতে আৱৰণ পাৰ হয় আৰু এণ্টিপৰ্টৰ (antiport) ক্ষেত্ৰত সিহঁত বিপৰীত দিশে গতি কৰে (চিত্ৰ 11.2)। যেতিয়া এটি অণুৱে আন অণুৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰি স্বতন্ত্ৰভাৱে এখন আৱৰণৰ মাজেদি গতি কৰে তেতিয়া তাক ইউনিপৰ্ট (uniport) বোলা হয়।

11.1.3 **সক্ৰিয় পৰিবহন** (Active transport)

দ্ৰব্যৰ ঘনত্বৰ বিপৰীতে যেতিয়া অণুবিলাকে শক্তি ব্যৱহাৰ কৰি পৰিবাহিত হয়, তাক সক্ৰিয় পৰিবহন বোলে। সক্ৰিয় পৰিবহন আৱৰণত থকা প্ৰ'টিনৰ দ্বাৰা সংঘটিত হয়। সেয়ে আৱৰণত থকা বিভিন্ন প্ৰ'টিনসমূহে সক্ৰিয় আৰু নিষ্ক্ৰিয় পৰিবহনত এক উল্লেখনীয় ভূমিকা পালন কৰে। এই প্ৰ'টিনসমূহে পাম্পৰ (pump) দৰে কাম কৰে। সিহঁতে শক্তিৰ সহায়ত নিম্ন গাঢ়তাৰ পৰা উচ্চ গাঢ়তালৈ দ্ৰব্যৰ অণু পৰিবাহিত কৰে ("আপ্‌হিল" ট্ৰান্সপৰ্ট = uphill transport)। যেতিয়া আটাইবোৰ বাহক প্ৰ'টিন (protein transporter) ব্যৱহাৰ হয় তেতিয়াই পৰিবহনৰ হাৰ আটাইতকৈ বেছি হয়। উৎসেচকৰ দৰে এই বাহক প্ৰ'টিনসমূহো সিহঁতে কঢ়িওৱা অণুৰ বিষয়ে যথেষ্ট সচেতন আৰু বিশিষ্ট (specific)। প্ৰটিনৰ দাঁতিকাষৰীয়া চেইনৰ সৈতে বিক্ৰিয়া কৰিব পৰা নিৰোধক দ্ৰব্যৰ প্ৰতিও এই বাহক প্ৰ'টিনসমূহ যথেষ্ট সচেতন।



চিত্ৰ 11.2

11.1.4 বিভিন্ন পৰিবহন প্ৰক্ৰিয়াৰ তুলনা (Comparison of different transport system)

তালিকা 11.1.3 বিভিন্ন প্ৰকাৰৰ পৰিবহন প্ৰক্ৰিয়াৰ তুলনামূলক ব্যাখ্যা দাঙি ধৰা হৈছে। আধাৰিত ব্যাপন (facilitated diffusion) আৰু সক্ৰিয় পৰিবহনৰ ক্ষেত্ৰত আৱৰণত থকা প্ৰটিনে ভাগ লয়। সেয়ে সিহঁতে কিছুমান একে লক্ষণ প্ৰদৰ্শন কৰে। এই প্ৰ'টিনসমূহে পৰিগৰ্ভিত (saturate)হ'ব বিচাৰে। সিহঁতে নিৰোধকৰ (inhibitor) প্ৰতি সচেতন হয় আৰু সিহঁতৰ ওপৰত হৰম'নৰ প্ৰভাৱো যথেষ্ট। কিন্তু ব্যাপন আধাৰিত (facilitated) হওক বা নহওক, ইয়াৰ বাবে সদায় ঘনত্বৰ প্ৰৱণতা প্ৰয়োজনীয় আৰু ইয়াত শক্তি ব্যৱহাৰ নহয়।

তালিকা 11.1 বিভিন্ন পৰিবহন প্ৰক্ৰিয়াৰ তুলনা

লক্ষণ	সাধাৰণ ব্যাপন	আধাৰিত ব্যাপন	সক্ৰিয় পৰিবহন
বিশেষ আৱৰণ প্ৰটিনৰ প্ৰয়োজন	নহয়	হয়	হয়
অতি বাচনি ক্ষমতা সম্পন্ন	নহয়	হয়	হয়
পৰিবহন পৰিবাহক পৰিগৰ্ভিত হয়	নহয়	হয়	হয়
আপ্‌হিল ট্ৰাঞ্চপৰ্ট	নহয়	নহয়	হয়
এ. টি. পি. (A.T.P)শক্তিৰ প্ৰয়োজন	নহয়	নহয়	হয়

11.2 উদ্ভিদ পানীৰ সম্পৰ্ক (Plant-water Relationship)

সকলোবোৰ শৰীৰবিদ্যা সম্পৰ্কীয় কাৰ্যৰ বাবে উদ্ভিদক পানীৰ প্ৰয়োজন। পানীয়ে সকলো জীৱৰ ক্ষেত্ৰতে এক গুৰুত্বপূৰ্ণ ভূমিকা পালন কৰে। বিভিন্ন দ্ৰব্যবোৰ পানীতে দ্ৰৱীভূত হয়। এটা তৰমুজত (Water melon) শতকৰা 92 ভাগ পানী থাকে। প্ৰায়বোৰ শাক-বন জাতীয় উদ্ভিদৰ ওজনৰ 10 ৰ পৰা 15 শতাংশহে শুকান দ্ৰব্য হয়। অৱশ্যে উদ্ভিদ এজোপাৰ বিভিন্ন অংশত পানীৰ পৰিমাণ বিভিন্ন হয়। আনহাতে কোমল অংশত পানীৰ পৰিমাণ বেছি হয়। বীজ এটাক দেখাত শুকান যেন লাগে যদিও ইয়াত যথেষ্ট পানী থাকে ।নহ'লে বীজ এটা জীৱিত হৈ নাথাকিলহেঁতেন আৰু গজালিও নেমেলিলেহেঁতেন।

মাটিত হোৱা উদ্ভিদ এজোপাই যথেষ্ট পানী শুহি লয় কিন্তু পাতৰ মাজেদি হোৱা প্ৰস্বেদনৰ দ্বাৰা ইয়াৰ যথেষ্ট পৰিমাণ বতাহলৈ এৰিও দিয়ে। এজোপা পূৰঠ মাকৈ (corn) উদ্ভিদে এদিনত প্ৰায় তিনিলিটাৰ পানী শোষণ কৰে। আনহাতে এজোপা সৰিয়হ গছে পাঁচ ঘণ্টাত গছজোপাৰ ওজনৰ সমপৰিমাণৰ পানীহে শোষণ কৰে। পানীৰ এনে প্ৰয়োজনীয়তাৰ বাবেই, উদ্ভিদৰ বৃদ্ধি আৰু উৎপাদনৰ ক্ষেত্ৰত পানী এটা সীমিতকাৰী কাৰক (limiting factor) হিচাপে গণ্য কৰা হয়।

11.2.1 জলবিভৱ (Water Potential)

উদ্ভিদ পানীৰ সম্পৰ্ক বুজাৰ আগতে কিছুমান শব্দৰ অৰ্থ জনাটো প্ৰয়োজনীয়। পানীৰ পৰিবহনৰ সৈতে জলবিভৱৰ (water potential) ওতঃপ্ৰোত সম্বন্ধ আছে আৰু সেয়ে ইয়াৰ সম্যক জ্ঞান থকা উচিত। জলবিভৱ (water potential) নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি দ্ৰাব বিভৱ (wolute potential) আৰু চাপ বিভৱৰ (pressure- potential) দ্বাৰা।

পানীৰ অণুৰ গতি শক্তি (kinetic erergy) থাকে। তৰল আৰু বাষ্প আকাৰত সিহঁত এক যাদৃচ্ছিক (random) গতিত থাকে যি গতি খৰতকীয়া (rapid) আৰু স্থিৰ (constant)। এই প্ৰণালীত পানীৰ ঘনত্ব যিমানে বেছি হয়, তাৰ গতি শক্তি অথবা জল বিভৱো সিমানে বেছি হয়। সেয়ে এইটো নিশ্চিত যে বিশুদ্ধ পানীৰ জল বিভৱ আটাইতকৈ বেছি। যদিহে দুটা পানী থকা প্ৰণালী ইটোৰ গাত সিটো লাগি থাকে, তেতিয়া পানীৰ অণুবোৰৰ এটা যাদৃচ্ছিক গতি (random movement) সৃষ্টি হয়। ইয়াৰ ফলত উচ্চ শক্তি সম্পন্ন প্ৰণালীটোৰ (system with higher energy) পৰা নিম্ন শক্তি সম্পন্ন প্ৰণালীটোলৈ (system with lower energy) পানীৰ অণুৰ মুঠ গতিৰ (net movement) ধাৰণা পোৱা যায়। গতিকে ইয়াৰ পৰা এইটোৱে ধাৰণা হ'ল যে উচ্চ জলবিভৱৰ প্ৰণালীটোৰ পৰা নিম্ন জলবিভৱৰ প্ৰণালীটোলৈ পানী গতি কৰিব। এইদৰে মুক্ত শক্তি (free energy) সম্পন্ন, উচ্চতৰ পৰা নিম্নতৰ প্ৰৱণতালৈ বস্তুৰ গতিক ব্যাপন বোলা হয়। জলবিভৱক গ্ৰীক চিহ্ন চাই (p_{se}) অথবা ψ ৰ দ্বাৰা বুজোৱা হয় আৰু ইয়াক চাপৰ একক পাচ্‌কেল্‌চ্‌ (pascals) Pa ৰ দ্বাৰা প্ৰকাশ কৰা হয়। বিশুদ্ধ পানী যেতিয়া সাধাৰণ উষ্ণতাত (normal temperature) থাকে আৰু ই কোনো চাপৰ দ্বাৰা প্ৰভাৱিত নহয়, তেতিয়া তাৰ জল বিভৱ শূন্য হয়।

বিশুদ্ধ পানীত যদি কোনো দ্ৰাব (solute) গলোৱা হয়, তেতিয়া তাত মুক্ত পানীৰ পৰিমাণ কমি যায়। ফল স্বৰূপে তাত পানীৰ গাঢ়তা কমাৰ লগতে জলবিভৱো হ্ৰাস পায়। গতিকে, সকলো দ্ৰবৰ (solution) জলবিভৱ বিশুদ্ধ পানীতকৈ কম হয়। দ্ৰাবৰ গলনৰ ফলত সৃষ্টি হোৱা এই হ্ৰাসক দ্ৰাববিভৱ (solute potential) বোলা হয়, ψ_s । দ্ৰাববিভৱ, ψ_s, সদায় ঋণাত্মক। দ্ৰাবৰ অণু যিমানে বেছি হয়, দ্ৰাববিভৱ সিমানে কম হয় কিন্তু বেছি ঋণাত্মক হয়। বায়ুমণ্ডলীয় চাপত (atmospheric pressure) থকা এটা দ্ৰবৰ জলবিভৱ, দ্ৰাববিভৱৰ সমান হয় $\psi_w = \psi_s$ ।

যদি বায়ুমণ্ডলীয় চাপতকৈ বেছি চাপ বিশুদ্ধ পানী অথবা দ্ৰবৰ ওপৰত দিয়া হয় তেতিয়া তাৰ জলবিভৱ বৃদ্ধি পায়। এই ঘটনা এঠাইৰ পৰা আন এঠাইলৈ পানী পাম্প কৰি দিয়াৰ দৰে। আমাৰ শৰীৰত চাপ সৃষ্টি হোৱা কোনোবা তন্ত্ৰৰ কথা তোমালোকে জানানে? উদ্ভিদ কোষ এটাত যেতিয়া ব্যাপনৰ যোগেদি পানী সোমায়, তেতিয়া কোষবেৰৰ বিপৰীতে এটা চাপৰ সৃষ্টি হয় আৰু ফলত কোষটো ৰসস্ফীত (turgid) হৈ পৰে। (11.2.2 অণুচ্ছেদ চোৱা)। ইয়াৰ ফলত চাপ বিভৱ বৃদ্ধি পায়। চাপ বিভৱ সাধাৰণতে

ধনাত্মক হয়, যদিও উদ্ভিদৰ জাইলেম কলাৰ ভিতৰত থকা পানীৰ স্তম্ভৰ ঋণাত্মক বিভৱেহে কাণ্ডৰ মাজেদি পানী ওপৰলৈ উঠাত সহায় কৰে। চাপ বিভৱ ψ_p দ্বাৰা সূচোৱা হয়।

কোষৰ জলবিভৱ, দ্ৰাব বিভৱ (solute potential) আৰু চাপবিভৱৰ (pressure potential) দ্বাৰা প্ৰভাৱান্বিত হয়।

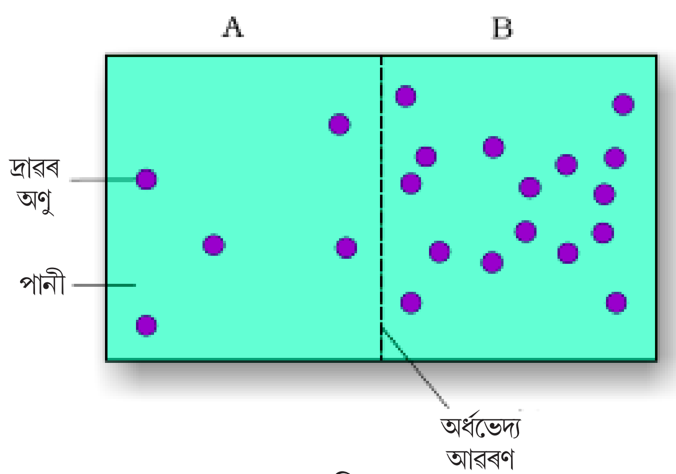
11.2.2 আসৃতি (Osmosis)

উদ্ভিদ কোষবোৰ কোষাৱৰণ (cell membrare) আৰু কোষবেৰৰ (cell wall) দ্বাৰা আবৃত। কোষবেৰ পানী আৰু পানীত দ্ৰবীভূত হৈ থকা যি কোনো বস্তুৰ প্ৰতি ভেদ্য। সেয়ে ই কোনো বাধাৰ সৃষ্টি নকৰে। উদ্ভিদ কোষত সাধাৰণতে এটা ডাঙৰ ৰসধানী থাকে। এই ৰসধানীত থকা দ্ৰবই কোষটোৰ দ্ৰব বিভৱ সৃষ্টি হোৱাত অৰিহনা যোগায়। উদ্ভিদ কোষত কোষাৱৰণ আৰু ট'নপ্লাষ্ট (tonoplast) অথবা ৰসধানীৰ আৱৰণে কোষৰ ভিতৰৰ পৰা বাহিৰলৈ আৰু বাহিৰৰ পৰা ভিতৰলৈ অণুৰ আদান প্ৰদানত অৰিহনা যোগায়।

এখন অৰ্ধভেদ্য আৱৰণৰ মাজেদি ঘটা ব্যাপনকেই আসৃতি বুলিব পাৰি। এটা শক্তি অথবা বলৰ ফলত স্বতঃস্ফূতভাৱেই আসৃতি হয়। আসৃতিৰ হাৰ আৰু দিশ নিৰ্ভৰ কৰে চাপ বিভৱ আৰু গাঢ়তা বিভৱৰ (concentration gradient) ওপৰত। পানী ইয়াৰ উচ্চ ৰাসায়নিক বিভৱৰ (গাঢ়তা) অঞ্চলৰ পৰা ইয়াৰ নিম্ন ৰাসায়নিক বিভৱৰ অঞ্চললৈ এটা সমতা স্থাপন নহয় মানে গতি কৰিব। সমতা স্থাপন হ'লে দুয়োটা অঞ্চলৰ জলবিভৱ একে হ'ব।

তোমালোকে স্কুলত পঢ়া দিনত আলুৰ 'অস্মমি'টাৰ নিশ্চয় তৈয়াৰ কৰিছা। যদিহে পানীত এটি মাজত গাঁত কৰা আলু থোৱা হয়, আলুত তৈয়াৰ কৰা গাঁতটোৰ চেনিৰ গাঢ় দ্ৰবলৈ আসৃতিৰ দ্বাৰা পানী সোমাই আহে।

চিত্ৰ 11.3 ত অৰ্ধভেদ্য আৱৰণে পৃথক কৰি ৰখা দুটা কোঠালী (a) আৰু (b) দুটা দ্ৰাবকৰ সৈতে দেখুওৱা হৈছে। চিত্ৰটো অধ্যয়ন কৰা।

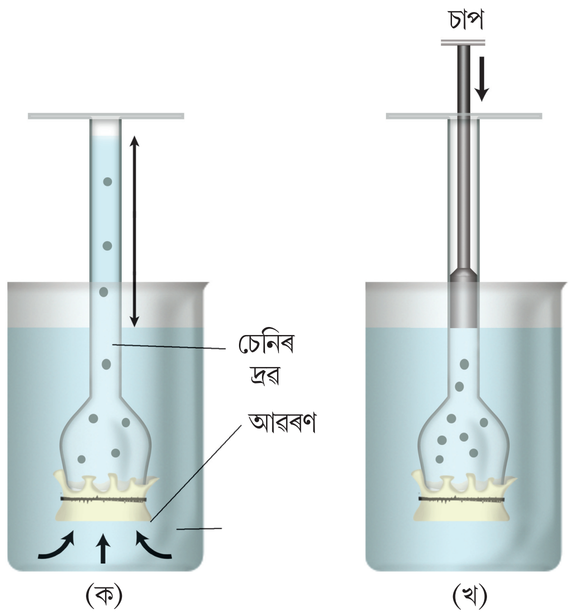


চিত্ৰ 11.3

(a) *কোনটো কোঠালীৰ দ্ৰাবকৰ জলবিভৱ কম?*
(b) *কোনটো কোঠালীৰ দ্ৰাবতৰ দ্ৰববিভৱ কম?*
(c) *আসৃতি কোন দিশত সম্পন্ন হ'ব?*
(d) *কোনটো দ্ৰাবকৰ দ্ৰব বিভৱ বেছি?*
(e) *সাম্যাৱস্থাত (equilibrium) কোনটো কোঠালীত জলবিভৱ কম হ'ব?*
(f) *যদিহে এটা কোঠালীৰ জলবিভৱ 2000 কিলো পাচ্‌কেল্‌চ্ আৰু আনটো কোঠালীৰ 1000 কিলো পাচ্‌কেলচে কোনটো কোঠালীৰ দ্ৰাববিভৱ বেছি হ'ব?*

আমি আন এটা পৰীক্ষাও আলোচনা কৰি চাওঁ য'ত চুক্রজ (sucrose) অথবা চেনি আৰু পানীৰ এটি দ্রব এটি চুপিত ভৰাই বিশুদ্ধ পানী থকা এটা বিকাৰত ৰাখি এখন অৰ্ধভেদ্য আৱৰণেৰে দুয়োটা পৃথক কৰি ৰখা হৈছে (চিত্র 11.4)। এনে অৰ্ধভেদ্য আৱৰণ কণীত পোৱা যায়। কণী এটাৰ এটা মূৰত সৰু বিন্ধা এটি কৰি কুহুম আৰু বগা অংশ উলিয়াই পেলোৱা। তাৰ পিচত খোলাটো হাইড্ৰক্লৰিক এচিডৰ এটি লঘু (dilute) দ্ৰাৱত কেইঘন্টামান থৈ দিয়া। কণীৰ খোলাটো গলি যাব কিন্তু আৱৰণখন থাকি যাব। চুপিটোলৈ পানী সোমাই যাব ফলত চুপিৰ নলীডালত পানীৰ উচ্চতা বাঢ়িব। সাম্যাৱস্থা নোপোৱালৈকে এই প্রক্রিয়া চলি থাকিব। যদিহে আৱৰণখনৰ মাজেদি চেনি ওলাই আহে সাম্যাৱস্থা কোনো অৱস্থাত উপনীত হ'বনে?

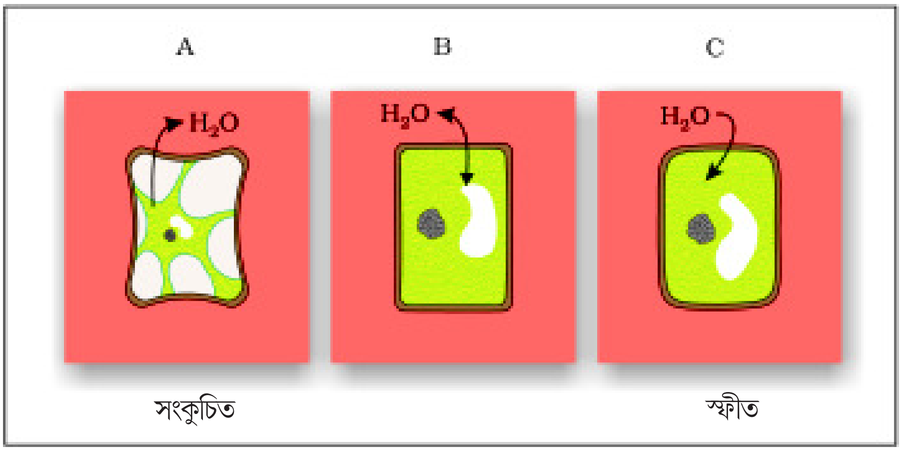
আৱৰণখনৰ মাজেদি চুপিটোলৈ পানী সোমাই আহিব নোৱাৰাকৈ চুপিটোৰ ওপৰৰ ফালৰ পৰা এটি বহিঃচাপ (external pressure) দিব পাৰি। পানীৰ গতি ৰোধ কৰিবলৈ প্রয়োজনীয় এই চাপক আসৃতি চাপ বোলা হয় আৰু ইয়াক দ্রবৰ ঘনত্বৰ ফলত হোৱা ক্রিয়া বুলি ক'ব পাৰি। যিমানে দ্রবৰ ঘনত্ব বেছি হ'ব সিমানে পানীৰ গতি ৰোধ কৰিবলৈ প্রয়োজন হোৱা চাপো বেছি হ'ব। সাংখ্যিক (numerically) ভাৱে আসৃতি চাপ জলবিভৱৰ সমতুল্য, কেৱল দুয়ো বিপৰীত চিহ্নৰ। আসৃতি চাপ ধনাত্মক (+) কিন্তু আসৃতি বিভৱ ঋণাত্মক (-) ।



চিত্র 11.4 আসৃতিৰ এটি পৰীক্ষাঃ এটি চুপিত চেনিৰ দ্রব ভৰাই চুপিটো ওলোটা কৰি এটি পানীৰ বিকাৰত থোৱা হৈছে। (a) চুপিটোত দ্ৰাৱৰ উচ্চতা বঢ়াবলৈ আৱৰণখনৰ মাজেদি পানী ব্যাপন ঘটিব (কাঁড় চিনেৰে দেখুওৱাৰ দৰে) (b) পানীৰ গতি ৰোধ কৰিবৰ বাবে চিত্রত দেখুওৱাৰ দৰে চাপ প্রদান কৰিব পাৰি।

11.2.3 প্রটপ্লাজম সংকোচন (plasmolysis)

এটা উদ্ভিদকোষ বা কলাৰ পানীৰ গতিৰ লক্ষণ তাৰ চাৰিওফালে থকা দ্রাবকৰ ওপৰত নির্ভৰ কৰে। যদিহে বাহিৰৰ ফালে থকা দ্রাবৰ আসৃতি চাপ কোষ প্রৰসৰ আসৃতি তাপৰ সমান হয় তেতিয়া ইয়াক সমাসাৰী (isotonic) বোলা হয়। যদিহে বাহিৰৰ দ্রাব কোষপ্রৰসতকৈ পণীয়া হয় তাক অল্পাসাৰী (hypotonic) আৰু যদি বাহিৰৰ দ্রাব কোষপ্রৰসতকৈ ডাঠ বা



চিত্র 11.5 উদ্ভিদ কোষত প্ৰটপ্লাজম সংকোচন

ঘন হয় তাক অত্যাসাৰী (hypotonic) বোলা হয়। কোষ অল্পাসাৰী দ্ৰাবত ফুলি উঠে আৰু অত্যাসাৰী দ্ৰাবত কোঁচ খায়।

যেতিয়া কোষৰ পৰা পানী বাহিৰ ওলাই আহে তেতিয়াই প্ৰটপ্লাজম সংকোচন হয় আৰু কোষাবৰণখন কোষবেৰৰ পৰা আঁতৰি আহি কোচ খাই যায়।

যেতিয়া কোষ বা কলা প্ৰটপ্লাজমতকৈ অত্যাসাৰী দ্ৰাবত থোৱা হয় তেতিয়া এই ঘটনা ঘটে। পানী প্ৰথমতে কোষপ্ৰৰসৰ পৰা আৰু পিচত ৰসধানীৰ পৰা ওলাই আহে। যেতিয়া পানী কোষৰ ভিতৰৰ পৰা ব্যাপনৰ যোগেদি বাহিৰত থকা তৰল দ্ৰব্যলৈ ওলাই আহে তেতিয়া প্ৰটপ্লাষ্ট কোষবেৰৰ পৰা কোঁচ খাই আহে। তেতিয়া কোষটোক সংকুচিত হোৱা বুলি কোৱা হয়। কোষত ভিতৰৰ উচ্চ জলবিভৱৰ এলেকাৰ পৰা কোষৰ বাহিৰত থকা নিম্ন জলবিভৱৰ এলেকালৈ আৱৰণৰ মাজেদি পানী ওলাই আহে। (চিত্র 11.5)।

সংকুচিত কোষ এটাত কোষ বেৰ আৰু সংকুচিত প্ৰটপ্লাষ্টৰ মাজৰ ঠাইখিনি কিহে অধিকাৰ কৰি ৰাখে?

যেতিয়া কোষ বা কলা সমাসাৰী দ্ৰবত থোৱা হয়, তেতিয়া পানী ভিতৰৰ পৰা বাহিৰলৈ বা বাহিৰৰ পৰা ভিতৰলৈ গতি নকৰে। যদিহে বাহিৰৰ দ্ৰাবকে কোষপ্ৰৰসৰ আসৃতি চাপ সন্তুলিত কৰে, তেতিয়া তাক সমাসাৰী বোলা হয়। যেতিয়া পানী কোষৰ ভিতৰলৈ সোমাই আৰু কোষৰ ভিতৰৰ পৰা বাহিৰলৈ ওলাই সাম্যাৱস্থাত থাকে, তেতিয়া কোষটোক ৰসস্ফীত বোলা হয় (flaccid)।

প্ৰটপ্লাজম সংকোচন (plasmolysis) প্ৰক্ৰিয়া সাধাৰণতে প্ৰত্যাৰ্বতী (reversible)। যেতিয়া কিছুকোষ অল্পাসাৰী দ্ৰবত (উচ্চ জলবিভৱ অথবা কোষপ্ৰৰসৰ তুলনাত পণীয়া দ্ৰব) থোৱা হয়, তেতিয়া পানী কোষৰ ভিতৰলৈ সোমাই যায় আৰু ইয়াৰ ফলত কোষপ্ৰৰসত কোষবেৰৰ বিপৰীতে এটি চাপৰ সৃষ্টি হয় আৰু ইয়াক ৰসস্ফীতি চাপ (turgor pressure) বোলা হয়। দৃঢ় কোষ বেৰৰ বিপৰীতে পানী সোমোৱাৰ ফলত প্ৰটপ্লাষ্টে

যি চাপ প্ৰদান কৰে, তাক চাপ বিভৱ বোলা হয়। কোষবেৰখন দৃঢ় হোৱা বাবে, কোষটো ফাটি নাযায়। এই ৰসস্ফীত চাপ কোষৰ পৰিবৰ্ধন আৰু বিস্তৃতিৰ বাবে দায়িত্বশীল। এটা ৰসস্ফীত কোষৰ চাপ বিভৱ কি? উদ্ভিদ কোষৰ বাহিৰে কোনবিধ জীৱৰ কোষবেৰ আছে?

11.2.4 অন্তঃচোষণ (Imbibition)

অন্তঃচোষণ এবিধ বিশেষ ধৰণৰ ব্যাপন য'ত গোটা দ্ৰব্য বা কলয়ডে পানী শুহি যথেষ্ট পৰিমাণে আয়তনত বাঢ়ে। বীজ আৰু শুকান কাঠৰ দ্বাৰা পানী শুহি লোৱা ঘটনা অন্তঃচোষণৰ সুন্দৰ উদাহৰণ। আদিম যুগত ফুলি উঠা কাঠে সৃষ্টি কৰা চাপ শিল আৰু ব'ল্ডাৰ ভাঙিবলৈ ব্যৱহাৰ কৰিছিল। অন্তঃচোষণৰ ফলত চাপ সৃষ্টি নোহোৱা হ'লে, মাটি ফুটি বীজৰ পৰা পুলিও ওলাই নাহিলহেঁতেন। হয়তো সিহঁতে নিজকে স্থাপন কৰিবলৈ নোৱাৰিলহেঁতেন।

যিহেতু অন্তঃচোষণৰ বাবে ঘনত্বৰ প্ৰৱণতাৰ প্ৰয়োজন, সেয়ে অন্তঃচোষণক ব্যাপন বুলিব পাৰি। বীজ আৰু আন কিছুমান দ্ৰব্যৰ পানী একেবাৰে নাথাকে। সেয়ে সিহঁতে সহজেই পানী শুহি লয়। শোষক (absorbent) আৰু যি জুলীয়া দ্ৰব্যক শোষণ কৰা হয়, সিহঁতৰ মাজত থকা জলবিভৱৰ প্ৰৱনতা শোষণৰ বাবে অতি প্ৰয়োজনীয়। তদুপৰি কোনো অন্তঃচোষণৰ বাবে শোষক আৰু শোষিত জুলীয়া দ্ৰব্যৰ মাজত এটি সম্পৰ্ক থাকিব লাগিব।

11.3 পানীৰ দীৰ্ঘ দূৰত্বৰ পৰিবহন (Long distance transport of water)

তোমালোকে নিশ্চয় আগতে এটা পৰীক্ষা কৰিছা য'ত বগা ফুল বহন কৰা গছৰ ডাল এটা ৰঙীন পানীত ডুবাই থ'লে কেনেদৰে ফুলৰ বৰণ সলনি হয়। কেই ঘণ্টামানৰ পিছত ডালটোৰ কটা মূৰটো পৰীক্ষা কৰিলে কোন কোন অঞ্চলেৰে ৰঙীন পানী সোমাই গৈছে, তাক ধৰিব পৰি। পানী যে কাণ্ডৰ ভিতৰলৈ সংবহন কলাৰ জাইলেমৰ মাজেদি যায়, তাক এই পৰীক্ষাটোৰ পৰা ঠাৱৰ কৰিব পাৰি। এতিয়া পানী আৰু আন আন দ্ৰব্য উদ্ভিদ এজোপাৰ কাণ্ডৰ মাজেদি কেনেদৰে ওপৰলৈ আৰোহন কৰে সেই কথা ভালদৰে বুজি উঠিবলৈ চেষ্টা কৰিব লাগিব।

উদ্ভিদ এজোপাৰ ভিতৰত দ্ৰব্যৰ দীৰ্ঘ দূৰত্বৰ পৰিবহন কেৱল ব্যাপনৰ দ্বাৰা হ'ব নোৱাৰে। ব্যাপন এটি ধীৰ প্ৰক্ৰিয়া। ইয়াৰ দ্বাৰা অণুৰ কম দূৰত্বৰ পৰিবহনহে হ'ব পাৰে। উদাহৰণস্বৰূপে, এটা উদ্ভিদ কোষত (প্ৰায় 50 μm) অণু এটা গতি কৰিবলৈ প্ৰায় 2.5 ছেকেণ্ড লাগে। ইয়াৰ পৰা তোমালোকে হিচাপ কৰি উলিয়াব পাৰিবানে এটা অণুৱে উদ্ভিদ এজোপাৰ 1 মিটাৰ দূৰত্ব কেৱল ব্যাপনৰ দ্বাৰা অতিক্ৰম কৰিবলৈ কিমান সময় লাগিব?

ডাঙৰ আৰু জটিল জীৱবিলাকত দ্ৰব্যৰ অণুবোৰে যথেষ্ট বেছি দূৰত্ব অতিক্ৰম কৰিব লাগে। কেতিয়াবা দ্ৰব্যৰ উৎপাদন স্থান অথবা শোষণৰ স্থান, দ্ৰব্যৰ সঞ্চয়ৰ স্থানৰ পৰা

যথেষ্ট আঁতৰত থাকে। এনে ক্ষেত্ৰত ব্যাপন বা সক্ৰিয় পৰিবহন যথেষ্ট নহয়। সেয়েহে দীৰ্ঘ দূৰত্বৰ পৰিবহনৰ বাবে বিশেষ দীৰ্ঘ দূৰত্ব পৰিবহন প্ৰক্ৰিয়াৰ প্ৰয়োজন। পানী, খনিজ লৱণ, আৰু খাদ্য দ্ৰব্য সাধাৰণতে সমূহ প্ৰবাহৰ (mass or bulk flow) দ্বাৰা পৰিবাহিত হয়। দুটা এলেকাৰ চাপৰ তাৰতম্যৰ ফলত এটা এলেকাৰ পৰা আনটো এলেকালৈ যেতিয়া দ্ৰব্য একেলগে পৰিবাহিত হয়। তাকে সমূহ প্ৰবাহ বুলিব পাৰি। সমূহ প্ৰবাহৰ এটি উল্লেখনীয় দিশ হ'ল যে ইয়াত দ্ৰৱৰ অণুবোৰ এটা মানৰ গতিত পৰিবাহিত হয়। সমূহ প্ৰবাহ আৰু ব্যাপনৰ পাৰ্থক্য এয়ে যে ব্যাপনত দ্ৰব্যৰ অণুবোৰ স্বতন্ত্ৰভাৱে ঘনত্বৰ প্ৰৱনতাৰ বাবে গতি কৰে। সমূহ প্ৰবাহ ধনাত্মক জলচাপ প্ৰৱনতা অথবা ঋনাত্মক জলচাপ প্ৰৱনতাৰ বাবে হ'ব পাৰে।

উদ্ভিদৰ সংবহন কলাৰ মাজেদি হোৱা দ্ৰব্যৰ সমূহ প্ৰবাহক পৰিবহন (translocation) বোলা হয়।

উদ্ভিদৰ মূল, কাণ্ড আৰু পাতৰ প্ৰস্থচ্ছেদৰ আভ্যন্তৰীণ গঠন অধ্যয়ন কৰোতে তোমালোকে সংবহন কলা মন কৰিছিলানে? উচ্চ স্তৰৰ উদ্ভিদবিলাকৰ জাইলেম আৰু ফ্লৱেম নামৰ সংবহন কলা থাকে। জাইলেমৰ যোগেদি পানী খনিজ লৱণ, কিছুমান জৈৱ নাইটজেন আৰু হৰম'ন উদ্ভিদৰ মূলৰ পৰা বায়ৱ অংশবোৰলৈ পৰিবাহিত হয়। ফ্লৱেমৰ যোগেদি বিভিন্ন ধৰণৰ জৈৱ আৰু অজৈৱ দ্ৰবসমূহ প্ৰধানতঃ পাতৰ পৰা বিভিন্ন অংশলৈ পৰিবাহিত হয়।

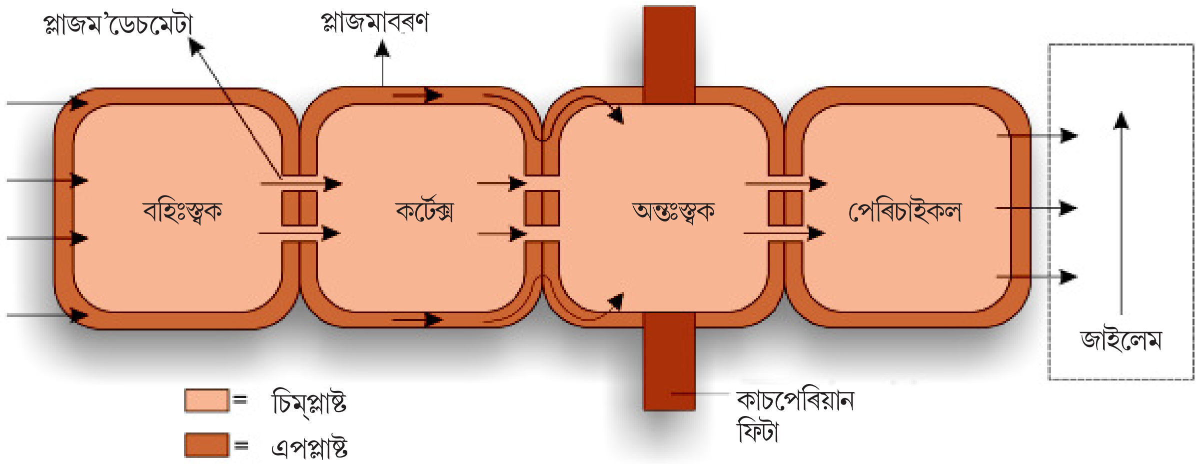
11.3.1 উদ্ভিদে কেনেকৈ পানী শোষণ কৰে?

আমি জানো যে উদ্ভিদলৈ সোমোৱা পানীৰ বেছি অংশই মূলে শোষণ কৰে। সেয়ে উদ্ভিদত পানী দিওঁতে পাতৰ সলনি মাটিত দিয়া হয়। পানী আৰু খনিজ লৱণ শোষণ কৰাটো প্ৰকৃততে মূলৰোমৰ কাম আৰু এই মূলৰোম মূলৰ অগ্ৰভাগত থাকে। মূলৰোমবোৰ প্ৰকৃততে মূলৰ বহিস্তকীয় কোষৰ প্ৰসাৰণ। মূলৰোমবোৰে ব্যাপনৰ যোগেদি পানীৰ সৈতে খনিজ লৱণ শোষণ কৰে। মূলৰোমে শোষণ কৰাৰ পিচত, পানী উদ্ভিদৰ শিপাৰ ভিতৰৰ অংশলৈ দুটা পথেৰে গতি কৰে ঃ

i) এপপ্লাষ্ট পথ (Apoplast pathway)

ii) চিমপ্লাষ্ট পথ (Symplast pathway)

মূলৰ অন্তস্তকীয় কোষত থকা কাচ্‌পেৰিয়ান ফিটা অংশৰ বাবে ওচৰা ওচৰিকৈ থকা কোষবিলাকৰ কোষবেৰবোৰক একেলগে এপপ্লাষ্ট বোলা হয়। (চিত্ৰ 11.6) পানীৰ এপপ্লাষ্টিক গতি কেৱল কোষ মধ্যবৰ্ত্তী স্থান আৰু কোষবেৰৰ যোগেদি হয়। এই প্ৰথাত কোষাবৰণ পাৰ নহয়। ই প্ৰৱণতাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। এপপ্লাষ্টত পানীৰ পৰিবহনত কোনো বাধাৰ সৃষ্টি নহয় আৰু ই সমূহ প্ৰবাহৰ দ্বাৰা হয়। যেতিয়া পানী কোষমধ্যৱৰ্তী স্থান অথবা বায়ুমণ্ডললৈ বাষ্পীভূত হয়, তেতিয়া এপপ্লাষ্টত থকা পানীৰ ধাৰাত এটি



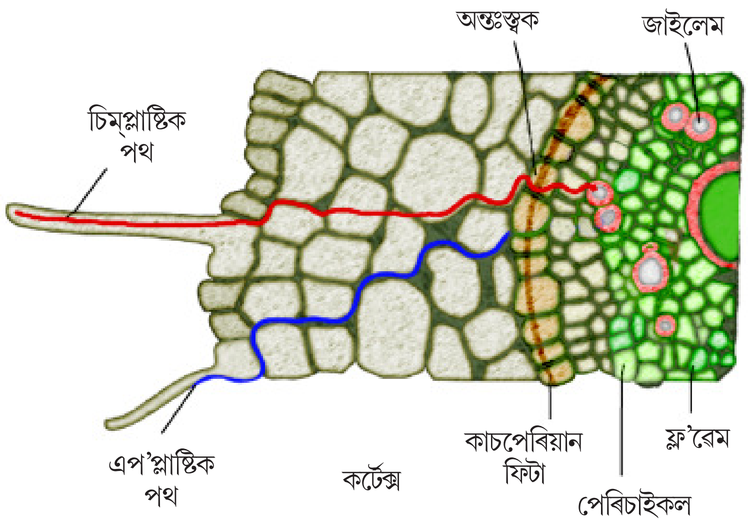
চিত্ৰ 11.6 মূলত জলপৰিবহনৰ পথ

টানৰ (tension) সৃষ্টি হয়, যাৰ ফলত পানীৰ সংশক্তি (cohesivie) আৰু আসক্তি (adhesive) বলৰ বাবে সমূহ প্ৰবাহৰ দ্বাৰা পানী পৰিবাহিত হয়।

চিমপ্লাষ্টিক প্ৰথাত বিভিন্ন কোষৰ প্ৰটপ্লাষ্টসমূহ লগ লাগি থাকে। প্লাজমডেচ্‌মেটাৰ যোগেদি ওচৰা ওচৰি কোষবিলাক কোষপ্ৰৰসীয় সূতাৰ দ্বাৰা সংলগ্ন হৈ থাকে। চিমপ্লাষ্টিক গতিত পানী কোষপ্ৰৰসৰ যোগেদি পৰিবাহিত হয়। আন্তঃকোষীয় গতি প্লাজমডেচ্‌মেটাৰ যোগেদি হয়। পানী কোষাৱৰণৰ মাজেদি কোষলৈ সোমাব লাগে। সেয়ে গতি কিছু ধীৰ হয়। এই গতিও বিভৱৰ প্ৰৱনতাৰ সঁহাৰিত হয়। চিমপ্লাষ্টিক গতিক কোষপ্ৰৰসীয় প্ৰবাহনে (cytoplasmic streaming) সহায় কৰে। তোমালোকে হাইড্ৰিলা পাতত কোষপ্ৰৰসীয় প্ৰবাহন নিশ্চয় মন কৰিছা। প্ৰবাহনৰ বাবে হোৱা ক্লৰপ্লাষ্টৰ গতিও ধৰিব পাৰি।

মূললৈ সোমোৱা পানীৰ বেছি অংশই এপপ্লাষ্টৰ যোগেদি গতি কৰে কিয়নো সাধাৰণ কলাৰ কোষবোৰ ঢিলাকৈ সজোৱা থাকে আৰু পৰিবহনত কোনো বাধাৰ সৃষ্টি নকৰে। অৱশ্যে সাধাৰণ কলাৰ আটাইতকৈ ভিতৰৰ শাৰীটো অৰ্থাৎ অন্তস্তক (endodermis) ইয়াত থকা কাচ্‌পেৰিয়ান ফিটাৰ (casparion strip) বাবে পানীৰ প্ৰতি অভেদ্য। সেয়ে পানীৰ অণু এই অংশ বাদ দি কোষবেৰৰ মাজেদি গৈ কোষাৱৰণ পাৰ হৈ কোষত সোমায়। ইয়াৰ পিচত চিমপ্লাষ্টৰ দ্বাৰা পানী আৰু এখন আৱৰণ পাৰ হৈ জাইলেম কোষ পায়গৈ। মূলৰ বিভিন্ন তৰপ পাৰ হৈ পানী যেতিয়া অন্তস্তক পায়হি, তেতিয়া ই চিমপ্লাষ্টিক প্ৰথাৰে হয়। সংবহন কলাত পানী আৰু আন আন দ্ৰৱ সোমোৱাৰ এইটোৱে একমাত্ৰ উপায়।

পানী এবাৰ জাইলেমত সোমোৱাৰ পিচত ই কোষবিলাকৰ মাজেদি পৰিবাহিত হ'বলৈ সুবিধা পায়। কুমলীয়া মূলত পানী পোনে পোনে জাইলেম নলিকা অথবা ট্ৰেকাইডত সোমাই। এই বিলাক মৃত বাহক নল (conduit) আৰু সেয়ে এপপ্লাষ্টৰ অংশ। চিত্ৰ 11.7 ত পানী আৰু খনিজ লৱণ মূলৰ সংবহন কলাত প্ৰৱেশ কৰাৰ পথ দেখুওৱা হৈছে।



চিত্ৰ 11.7 (পানী আৰু আয়নৰ শোষণ আৰু পৰিবহণৰ চিমপ্লাষ্টিক আৰু এপপ্লাষ্টিক পথ)

কোনো কোনো উদ্ভিদৰ পানী আৰু খনিজ লৱণ শোষণৰ বাবে আন কিছুমান অংগ আছে। মাইকৰাইজা (mycorrhiza) উদ্ভিদৰ মূলৰ সৈতে ভেঁকুৰৰ এটি সহবাসী (symbiotic) প্ৰথা। কুমলীয়া মূলৰ চাৰিওফালে ভেঁকুৰৰ সূত্ৰই এখন জালৰ সৃষ্টি কৰে অথবা সিঁহতে মূলৰ কোষলৈ সোমাই যায়। মূলৰ তুলনাত এই সূত্ৰবিলাকেৰ পানী আৰু খনিজ দ্ৰব্য যথেষ্ট শোষণ কৰিব পাৰে। ভেঁকুৰে মূলক খনিজ দ্ৰব্য আৰু পানী যোগায় আৰু মূলে মাইকৰাইজাক শৰ্কৰা আৰু নাইট্ৰজেন সমন্বিত দ্ৰব্যৰ যোগান ধৰে। কিছুমান উদ্ভিদৰ মাইক'ৰাইজাৰ সৈতে অবিক্লপী সম্বন্ধ (obligate association) থাকে। উদাহৰণ স্বৰূপে, পাইন গছৰ (Pinus) বীজ মাইকৰাইজাৰ অণুপস্থিতিত অংকুৰিত হ'ব নোৱাৰে।

11.3.2 উদ্ভিদৰ ওপৰলৈ পানীৰ পৰিবহন (water movement up a plant)

উদ্ভিদে কেনেকৈ মাটিৰ পৰা পানী শোষণ কৰে আৰু ই কেনেকৈ সংবহন কলা পায়গৈ সেই কথা ইতিমধ্যে অধ্যয়ন কৰা হৈছে। এই পানী কেনেকৈ উদ্ভিদৰ বিভিন্ন অংশলৈ যায়, সেই কথা বুজাৰ চেষ্টা কৰিব লাগিব। এই পানীৰ পৰিবহন সক্ৰিয় নে নিস্ক্ৰিয়? যিহেতু পানী মাধ্যৰ্কষণৰ বিপৰীতে কাণ্ডৰ ওপৰ অংশলৈ পৰিবাহিত হ'ব লাগিব তাৰ বাবে শক্তি ক'ৰ পৰা আহিব?

11.3.2.1 মূল চাপ (Root pressure)

পানী আৰু বিভিন্ন আয়ন মাটিৰ পৰা উদ্ভিদৰ মূলৰ জাইলেম কলালৈ পৰিবাহিত হয়। ফলত জাইলেমৰ চাপ বৃদ্ধি পায়। এই চাপক মূল চাপ (root pressure) বোলা হয়। এই ধনাত্মক চাপে কাণ্ডৰ কম উচ্চতালৈ পানী ঠেলি দিব পাৰে। মূল চাপযে আছে সেই কথা কেনেকৈ জানিম? বায়ুমণ্ডলত যথেষ্ট জলীয় বাষ্প থকা বতৰ এটাত ৰাতি পুৱা কুমলীয়া উদ্ভিদ এজোপাৰ কাণ্ড এখন চোকা ব্লেডেৰে গুৰিতে কাটি লোৱা। কটা মূৰৰ পৰা দ্ৰাব টোপাল ওলাই অহা দেখা পাবা। এই টোপাল মূল চাপৰ বাবেই ওলাই আহে। কটা ডালটোত এডাল ৰবৰৰ নলী লগাই তুমি টোপালবোৰ গোটাব পাৰা আৰু নিঃসৰণৰ হাৰ উলিওৱাৰ লগতে ইয়াৰ ৰাসায়নিক গঠনো থিৰাং কৰিব পাৰা। চাপৰ প্ৰতিক্ৰিয়া নিশা আৰু দোক-মোকালিতে দেখা যায়। এই সময়ত বাষ্পীভৱন ধীৰ গতিত হয় আৰু

যথেষ্ট পৰিমাণৰ পানী টোপাল হিচাপে পাতৰ শিৰাৰ শীৰ্ষ বিন্দুত গোট খায়। শাক-বনজাতীয় উদ্ভিদৰ পাতৰ শিৰাৰ মূৰত কিছুমান বিশেষ বিন্ধা থাকে আৰু এই বিন্ধাই দি পানী জুলীয়া ৰূপত ওলাই অহা প্ৰক্ৰিয়াক বিন্দুস্ৰাৱ (guttation) বোলে। মূল চাপে পানীৰ পৰিবহনত এটা হেঁচা প্ৰদান কৰে যদিও ই এই পৰিবহনত মূখ্য ভূমিকা লয় বুলি ক'ব নোৱাৰি। মূল চাপৰ উল্লেখনীয় ভূমিকা জাইলেমত থকা পানীৰ স্তম্ভৰ অবিচ্ছিন্নতা পুনৰুদ্ধাৰ কৰা। কিয়নো প্ৰস্বেদনৰ বাবে সৃষ্টি হোৱা টানে পানীৰ স্তম্ভ বহুসময়ত বিচ্ছিন্ন কৰি তোলে। উদ্ভিদত পানীৰ পৰিবহনৰ বেছি অংশ মূল চাপৰ পৰিৱৰ্তে প্ৰস্বেদন টানৰ (transpiration pull) বাবে হয়।

11.3.2.2 প্ৰস্বেদন টান (Transpiration pull)

উদ্ভিদত হৃদযন্ত্ৰ অথবা পৰিসংচাৰণ (circulatory system) নোহোৱা সত্ত্বেও, উদ্ভিদৰ কাণ্ডৰ ওপৰলৈ উচ্চ হাৰত (ঘণ্টাত 15 মিটাৰ) পানী পৰিবাহিত হয়। এই পৰিবহন কেনেকৈ হয়? এতিয়া প্ৰশ্ন হ'ল— পানীক ঠেলি দিয়া হয় নে টানি নিয়া হয়? সৰহ সংখ্যক গৱেষকৰ মতে পানীক প্ৰধানতঃ টানি নিয়া হয় আৰু এই টানৰ মূলতে উদ্ভিদত হোৱা প্ৰস্বেদন প্ৰক্ৰিয়া। ইয়াক প্ৰস্বেদন বল আৰু পানীৰ সংশক্তি মতবাদ বোলা হয়। কিন্তু এই প্ৰস্বেদন বল কিহে সৃষ্টি কৰে?

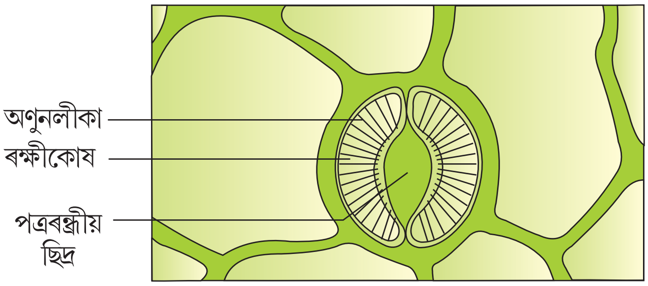
উদ্ভিদৰ পাতত থকা পানীৰ শতকৰা এভাগ সালোক সংশ্লেষণ আৰু উদ্ভিদৰ বৃদ্ধিত ব্যৱহাৰ হয়। পানীৰ বেছি অংশই পাতত থকা পত্ৰৰন্ধ্ৰৰ যোগেদি বাহিৰলৈ ওলাই যায়। এই দৰে পানী ওলাই যোৱা প্ৰক্ৰিয়াক প্ৰস্বেদন বোলে।

তোমালোকে ইতিমধ্যে শ্ৰেণীত প্ৰস্বেদনৰ পৰীক্ষা কৰিছা। পৰীক্ষাটোত এজোপা সতেজ উদ্ভিদ পলিথিন মোনা এটাৰে ঢাকি দিয়া হয়। ফলত মোনাটোৰ ভিতৰৰ ফালে পানীৰ টোপাল গোট খায়। তোমালোকে কবাল্ট ক্লৰাইড কাগজেৰেও প্ৰস্বেদনৰ পৰীক্ষা কৰিব পাৰা। কবাল্ট ক্লৰাইড কাগজৰ বৰণ পানী শোহাৰ লগে লগে সলনি হৈ যায়।

11.4 প্ৰস্বেদন (Transpiration)

উদ্ভিদে বাষ্পাকাৰে পানী এৰি দিয়া প্ৰক্ৰিয়াক প্ৰস্বেদন বোলে। ই প্ৰধানতঃ পাতত থকা পত্ৰৰন্ধ্ৰৰ যোগেদি হয়। পত্ৰৰন্ধ্ৰৰ দ্বাৰা প্ৰস্বেদনৰ যোগেদি জলীয় বাষ্প ওলাই যোৱাৰ উপৰিও, অক্সিজেন আৰু কাৰ্বন-ডাই-অক্সাইডৰ আদান-প্ৰদানো ঘটে। সাধাৰণতে পত্ৰৰন্ধ্ৰ দিনৰ ভাগত মেল খাই থাকে আৰু ৰাতি বন্ধ হৈ যায়। মূলতঃ ৰক্ষীকোষৰ (guardcells) ৰসস্ফীতিৰ তাৰতম্যৰ বাবেই পত্ৰৰন্ধ্ৰৰ ছিদ্ৰৰ ফালে থকা ৰক্ষীকোষৰ বেৰখন ডাঠ আৰু প্ৰসাৰণশীল। ৰক্ষীকোষৰ ৰসস্ফীতি যেতিয়া বাঢ়ে, তেতিয়া ইয়াৰ বাহিৰৰ ফালে থকা পাতল বেৰকেইখন বাহিৰলৈ ফুলি উঠে। ফলত ভিতৰৰ ফালে থকা ডাঠ বেৰখন টান খাই অৰ্ধচন্দ্ৰাকাৰ আকৃতি লয়। ৰক্ষীকোষৰ কোষবেৰত থকা অণুনলীকাৰ সাজোনেও

পত্ৰৰন্ধ্ৰ মেল খোৱাত অৰিহণা যোগায়। চেলুলোজৰ অণুনলীকাবোৰ লম্ভভাৱে নাথাকি অৰিয়ভাৱে সাজ খাই থকা বাবে পত্ৰৰন্ধ্ৰ মেল খোৱাত সহায় হয়। পানী ওলাই গ'লে ৰক্ষীকোষৰ ৰসস্ফীতি কমি গৈ ভিতৰৰ ফালে থকা প্ৰসাৰণশীল বেৰকেইখনে আগৰ ৰূপ লয়। ফলত পত্ৰৰন্ধ্ৰ বন্ধ হৈ যায়।



চিত্ৰ 11.8

সাধাৰণতে বিষম পৃষ্ঠ (দ্বিবীজ পত্ৰী) পাতৰ নিম্ন বহিস্তকত পত্ৰৰন্ধ্ৰৰ সংখ্যা অধিক হয়। আনহাতে সমদ্বিপৃষ্ঠ (এক বীজপত্ৰ) পাতৰ দুয়ো পিঠিত প্ৰায় সমপৰিমাণৰ পত্ৰৰন্ধ্ৰ থাকে। উষ্ণতা (temperature), পোহৰ (light), আৰ্দ্ৰতা (humidity), বতাহৰ বেগ ইত্যাদি কেইবাটাও বাহ্যিক কাৰকে প্ৰস্বেদনত প্ৰভাৱ পেলায়— প্ৰস্বেদনত প্ৰভাৱ পেলোৱা আভ্যন্তৰীণ (উদ্ভিদত থকা) কাৰককেইটা হ'ল। পত্ৰৰন্ধ্ৰৰ সংখ্যা আৰু বিস্তৃতি, শতকৰা মেল খাই থকা পত্ৰৰন্ধ্ৰৰ সংখ্যা, উদ্ভিদজোপাত পানীৰ স্থিতি ইত্যাদি ।

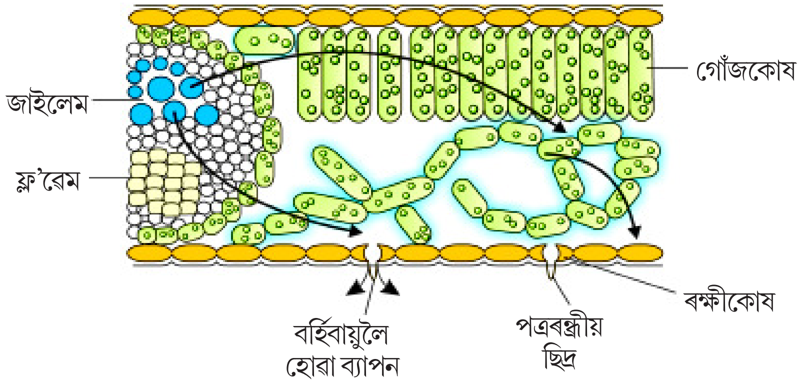
প্ৰস্বেদনৰ দ্বাৰা প্ৰভাৱিত আৰু জাইলেমৰ মাজেদি হোৱা ৰসাৰোহণ তলত উল্লেখ কৰা পানীৰ ভৌতিক লক্ষণকেইটাৰ বাবে হয় ঃ

- **সংশক্তি** (cohesion) ঃ- পানীৰ অণুবিলাকৰ মাজত থকা আসক্তি।
- **আসক্তি** (adhesion) ঃ- পানীৰ অণু আৰু নলিকাবোৰৰ (tracheany elements) চেলুলজৰ অণুৰ মাজত থকা আসক্তি।
- **পৃষ্ঠটান** (surface tension) পানীৰ অণুৰ মাজত থকা পাম্পৰ আসক্তি তৰল অৱস্থাত গেছীয় অৱস্থাতকৈ বেছি হয়।

এই গুণবোৰে পানীক এক উচ্চতম শক্তি (tensile strength) প্ৰদান কৰে, ফলত অতি সূক্ষ্ম নলীৰ মাজেদি পানী ওপৰলৈ উঠিব পাৰে (capillarity), উদ্ভিদত ট্ৰেকাইড আৰু নলীকাৰ (vessel) ব্যাস কম হোৱা বাবে কেপিলেৰিটি সৃষ্টি হয়।

সালোকসংশ্লেষনত পানীৰ প্ৰয়োজন হয়। জাইলেমৰ নলীকাই মূলৰ পৰা পাতলৈ প্ৰয়োজনীয় পানীখিনি যোগান ধৰিব পাৰে। কিন্তু উদ্ভিদে পাতৰ পেৰেনকাইমা কোষলৈ পানীখিনি কি শক্তিৰে ঠেলি দিয়ে? যিহেতু পত্ৰৰন্ধ্ৰইদি পানী বাষ্পাকাৰে ওলাই যায় আৰু কোষত পানীৰ এটা ক্ষীণ স্তম্ভ অবিচ্ছিন্ন ভাবে থাকে ফলত পানীৰ অণুবোৰে জাইলেমৰ মাজেদি পাতত এটা টান অনুভৱ কৰে। তদুপৰি বায়ুমণ্ডলত পত্ৰৰন্ধ্ৰ গহ্বৰ আৰু কোষমধ্যৱৰ্তী স্থানতকৈ জলীয় বাষ্পৰ পৰিমাণ কম থাকে। সেয়ে পানী বাহিৰৰ বতাহলৈ ব্যাপনৰ যোগেদি ওলাই আহে। ইয়ে এটা টানৰ সৃষ্টি কৰে। (চিত্ৰ 11.9)

ইতিমধ্যে কৰা নিৰিখৰ পৰা দেখা গৈছে যে প্ৰস্বেদনৰ ফলত সৃষ্টি হোৱা বলে জাইলেমৰ জোখৰ পানীৰ স্তম্ভ এটা 130 মিটাৰতকৈও বেছি উচ্চতালৈ নিব পাৰে।



চিত্ৰ 11.9 পাতত পানীৰ পৰিবহন। বাষ্পীভৱনে বহিৰ্ভাগত থকা বায়ু আৰু পাতৰ ভিতৰত থকা বায়ুৰ মাজত এক চাপবিভৱক সৃষ্টি কৰে। এই বিভৱ সালোক সংশ্লেষণকাৰী কোষলৈ যায় আৰু পাতত থকা শিৰাৰ জাইলেম কোষত পানী সোমায়।

11.4.1 প্ৰস্বেদন আৰু সালোকসংশ্লেষণ (Transpiration and photosynthesis)

প্ৰস্বেদনৰ কেইবাটাও উদ্দেশ্য আছে; ই

- উদ্ভিদত শোষণ আৰু পৰিবহনৰ বাবে প্ৰস্বেদন টান সৃষ্টি কৰে।
- সালোক সংশ্লেষণৰ বাবে পানীৰ যোগান ধৰে।
- মাটিৰ পৰা উদ্ভিদৰ বিভিন্ন অংশলৈ খনিজ দ্ৰব্যৰ পৰিবহন ঘটায়।
- পাতৰ পৃষ্ঠ চেঁচা কৰি ৰাখে। কেতিয়াবা 10 ডিগ্ৰীৰ পৰা 15 ডিগ্ৰীলৈকে চেঁচা হয়। ই হয় বাষ্পীভৱনৰ বাবে।
- কোষবিলাক ৰসস্ফীত কৰি ৰাখি উদ্ভিদ জোপাৰ আকাৰ আৰু গঠন ঠিক ৰাখে।

এজোপা সালোক সংশ্লেষণকাৰী উদ্ভিদৰ যথেষ্ট পানীৰ প্ৰয়োজন হয়। আনহাতে প্ৰস্বেদনৰ যোগেদি বুজন জোখৰ পানী উদ্ভিদৰ পৰা ওলাই যায়। সেয়ে পানী সালোকসংশ্লেষণৰ বাবে এটা সীমিতকাৰী কাৰক (limiting factor)। বৰ্ষাৰণ্যৰ অধিক আদ্ৰত্যও, পানী প্ৰথমতে মাটিৰ পৰা পাতলৈ, পাতৰ পৰা বায়ুমণ্ডললৈ আৰু বায়ুমণ্ডলৰ পৰা পুনৰ মাটিলৈ চক্ৰাকাৰে ঘূৰি থাকে বাবেই হয়।

C_4 উদ্ভিদবিলাকত co_2 বেছিকৈ পোৱা যায় আৰু পানী কমকৈ ওলাই যায়। C_4 উদ্ভিদবিলাক C_3 উদ্ভিদতকৈ দুগুণ কাৰ্যক্ষম। অৱশ্যে, একে জোখৰ Co_2 স্থিতিকৰণত C_4 উদ্ভিদে C_3 উদ্ভিদতকৈ আধা জোখৰ পানী এৰি দিয়ে।

11.5 খনিজ দ্ৰব্যৰ শোষণ আৰু পৰিবহন (Uptake and transport of mineral Nutrients)

উদ্ভিদে সিহঁতক লগা কাৰ্বন আৰু সৰহ পৰিমানৰ অক্সিজেন বায়ুত থকা Co_2 ৰ পৰাই আহৰণ কৰে। অৱশ্যে বাকী দৰকাৰী পুষ্টিখিনি মাটিত থকা খনিজ দ্ৰব্য আৰু পানীৰ পৰা সংগ্ৰহ কৰে ।

11.5.1 খনিজ আয়নৰ শোষণ (Uptake of Mineral Ions)

পানীৰ দৰে, আন সকলোবোৰ খনিজ দ্রব্য মূলে নিষ্ক্রিয়ভাৱে শোষণ কৰিব নোৱাৰে। ইয়াৰ কাৰণ দুটা- (ক) খনিজ দ্রব্যবোৰ মাটিত সঞ্চাৰিত আয়ন (charged ion) হিচাপে থাকে আৰু সিহঁতে কোষাৱৰণ পাৰ হ'ব নোৱাৰে। (খ) মূলতকৈ মাটিত খনিজ দ্রব্যৰ গাঢ়তা কম হয়। সেয়ে, বেছি ভাগ খনিজ দ্রবই সক্রিয় শোষণৰ জড়িয়তে মূলত সোমাই বহিস্তকীয় কোষৰ কোষপ্রৰস পাবগৈ লাগিব। ইয়াৰ বাবে ATP ৰ ৰূপত শক্তিৰ প্রয়োজন হয়। আয়নৰ সক্রিয় শোষণৰ বাবেই মূলত জলবিভৱ প্রৱনতাৰ সৃষ্টি হয়। ফলস্বৰূপে আসৃতিৰ দ্বাৰা পানীৰ শোষণ হয়। কিছুমান আয়ন বহিস্তকীয় কোষলৈ নিষ্ক্রিয়ভাৱেও সোমায়।

মাটিৰ পৰা আয়নৰ শোষণ সক্রিয় আৰু নিষ্ক্রিয় দুয়োটা প্রথাৰেই হয়। মূলৰোমৰ কোষাৱৰণত থকা কিছুমান বিশেষ প্ৰ'টিনে মাটিৰ পৰা আয়ন বহিস্তকীয় কোষৰ কোষপ্রৰসলৈ পাম্প কৰি দিয়ে। সকলো কোষৰ দৰে অন্তস্তকীয় কোষৰ কোষাৱৰণত বহুতো পৰিবাহী প্ৰ'টিন থাকে। সিহঁতে কোষাৱৰণৰ মাজেদি কিছুমান দ্রবক পাৰ হ'ব দিয়ে কিছুমানক নিদিয়ে। অন্তস্তকীয় কোষত থকা পৰিবাহী প্ৰ'টিনবোৰ নিয়ন্ত্রণ বিন্দু (control points) য'ত জাইলেমত সোমাবলগীয়া দ্রবৰ পৰিমাণ আৰু প্রকাৰ ধাৰ্য হয়। মনকৰিবা যে মূলৰ অন্তস্তকত চুবেৰিন থকা বাবে ই আয়নৰ পৰিবহন সক্রিয়ভাৱে কেৱল এটা দিশতহে কৰিব পাৰে।

11.5.2 খনিজ আয়নৰ পৰিবহন (Translocation of Mineral Ions)

সক্রিয় অথবা নিষ্ক্রিয় নতুবা দুয়োটা প্রথাৰেই আয়ন জাইলেমত সোমোৱাৰ পিচত সিহঁত কাণ্ডৰ যোগেদি উদ্ভিদৰ বিভিন্ন অংশলৈ প্রস্বেদন সোঁতৰ সৈতে গতি কৰে।

খনিজ মৌলৰ প্রধান ভঁড়াল হৈছে উদ্ভিদৰ বৃদ্ধি অঞ্চল, যেনে— অগ্রজ আৰু পাৰ্শ্বীয় ভাজক কলা। কুমলীয়া পাত, বিকশিত ফুল, ফল আৰু বীজ আৰু সঞ্চয় অংগ। খনিজ আয়ন ব্যাপনৰ যোগেদি শিৰাৰ শীৰ্ষ বিন্দুৰেদি ওলাই যায়। পুনৰ এই কোষবোৰে আয়ন শোষণ কৰে।

খনিজ আয়নবিলাক পূৰঠ, ক্ষয়িষ্ণু অংশবিলাকৰ পৰা কোমল অংশবোৰলৈ পুনৰ ঘূৰি যায়। উদাহৰণস্বৰূপে, পূৰঠ মৃতপ্রায় পাতবোৰে সিহঁতৰ খনিজ দ্রব্যৰ সৰহ অংশই কুমলীয়া পাতলৈ স্থানান্তৰিত কৰে। ঠিক তেনেকৈ পৰ্নপাতী উদ্ভিদত পাত সৰাৰ আগতে খনিজ দ্রব্যবোৰ পাতবোৰৰ পৰা আন অংশলৈ স্থানান্তৰিত হয়। ফচফৰাচ, চালফাৰ, নাইট্ৰজেন আৰু পটাছিয়াম আটাইতকৈ বেছি স্থানান্তৰিত হয়। কিন্তু উদ্ভিদৰ গঠনত ভাগ লোৱা কেল্‌চিয়াম কেতিয়াও পুনৰ পৰিবহন নহয়।

জাইলেমৰ নিঃসৰিত ৰস পৰীক্ষা কৰাৰ পিচত দেখা গ'ল যে যদিও নাইট্ৰজেনৰ কিছু অংশ অজৈৱ আয়ন হিচাপে পৰিবাহিত হয়। তাৰ বেছি অংশই জৈৱ নাইট্ৰজেন যেনে— এমাইন এচিড আৰু আন আন যৌগ হিচাবে পৰিবাহিত হয়। সেইদৰে ফচফৰাচ আৰু চালফাৰৰ সামান্য অংশ জৈৱ যৌগ হিচাপে পৰিবাহিত হয়। তদুপৰি জাইলেম

আৰু ফ্লৱেমৰ মাজত সামান্য পৰিমানৰ দ্ৰব্যৰ আদান-প্ৰদান ঘটে। সেয়ে আগতে বিশ্বাস কৰাৰ দৰে খাটাংকৈ ক'ব নোৱাৰি যে জাইলেমে কেৱল অজৈৱ লৱণ আৰু ফ্লৱেমে কেৱল জৈৱ লৱণ পৰিবহন কৰে।

11.6 ফ্লৱেমৰ দ্বাৰা পৰিবহন- উৎসৰ (Source) পৰা প্ৰয়োজনীয় স্থানলৈ (Sink)

উদ্ভিদৰ খাদ্য, প্ৰধানতঃ শৰ্কৰা ইয়াৰ উৎসৰ পৰা প্ৰয়োজনীয় অংশলৈ ফ্লৱেমৰ যোগেদি পৰিবাহিত হয়। সাধাৰণতে উৎস বুলিলে উদ্ভিদে খাদ্য প্ৰস্তুত কৰা অংশকে বুজা যায় অৰ্থাৎ পাত আৰু প্ৰয়োজনীয় অংশ বা স্থান (sink) হৈছে যি অংশৰ খাদ্য প্ৰয়োজন হয় অথবা সঞ্চয় অংগ। বসন্তৰ আগমনত যেতিয়া উদ্ভিদৰ কলিবোৰক খাদ্যৰ প্ৰয়োজন হয়, তেতিয়া মূলত সঞ্চয় কৰি ৰখা খাদ্য অৰ্থাৎ শৰ্কৰা ইহঁতে ব্যৱহাৰ কৰে। সিহঁতক শক্তিৰ প্ৰয়োজন হয় আৰু সালোক সংশ্লেষণত গোটেই যন্ত্ৰটোৱেই বিকাশিত হ'ব লাগে। যিহেতু উৎস আৰু প্ৰয়োজনীয় স্থানৰ সম্বন্ধ সলনি হৈ থাকে সেয়ে ফ্লৱেমৰ মাজেদি হোৱা পৰিবহন ওপৰ আৰু তল দুয়োফালেই হ'ব পাৰে। এই ক্ষেত্ৰত ফ্লৱেম জাইলেমতকৈ পৃথক। কিয়নো জাইলেমত সদায় পৰিবহন এটা দিশত হয়। প্ৰস্বেদনতো পানী কেৱল এটা দিশত ওলাই যায়। কিন্তু ফ্লৱেম ৰসত শৰ্কৰা জাতীয় খাদ্য বস্তু উৎসৰ পৰা ব্যৱহাৰ কৰা অংশ য'তে থাকে, সেই দিশতে গতি কৰে। ফ্লৱেম ৰসত প্ৰধানতঃ পানী আৰু শৰ্কৰা থাকে। কিন্তু আন আন শৰ্কৰা, হৰম'ন আৰু এমাইন এচিডো ফ্লৱেমৰ মাজেদি পৰিবাহিত হয়।

11.6.1 চাপ প্ৰবাহ বা সমূহ প্ৰবাহ মতবাদ (Pressure flow or mass flow hypothesis)

চাপ প্ৰবাহেই শৰ্কৰাৰ উৎসৰ পৰা চিংকলৈ পৰিবাহিত হোৱাৰ গ্ৰহণযোগ্য মতবাদ। (চিত্ৰ 11.10 মন কৰা)। সালোক সংশ্লেষণৰ যোগেদি উৎস বা পাতত তৈয়াৰ হোৱা গ্লুক'জ চুক্ৰজলৈ পৰিৱৰ্তিত হয়। ইয়াৰ পিচত চুক্ৰজ সহকাৰী কোষলৈ সোমাই, তাৰ পৰা ফ্লৱেমৰ চালনি নলীকা পায়গৈ। ই হয় সক্ৰিয় পৰিবহনৰ দ্বাৰা। ইয়াৰ ফলত ফ্লৱেমত অতিসাৰী (hypertonic) অৱস্থাৰ সৃষ্টি হয়। কাষত থকা জাইলেম কোষৰ পৰা আসৃতিৰ যোগেদি ফ্লৱেমলৈ পানী সোমায়। আসৃতি চাপৰ ফলত ফ্লৱেম ৰস নিম্নচাপৰ অংশলৈ গতি কৰে। চিংক অথবা ব্যৱহাৰ কৰা অঞ্চলত আসৃতি চাপ কমিব লাগিব। আকৌ ফ্লৱেম ৰসৰ পৰা শৰ্কৰা ব্যৱহাৰ কৰিব লগা কোষলৈ যাবৰ বাবে সক্ৰিয় পৰিবহন লাগিব। শেষত এই শৰ্কৰা শক্তি শ্বেতসাৰ অথবা চেলুলজলৈ ৰূপান্তৰিত হয়। যেতিয়া শৰ্কৰা ওলাই আহে, আসৃতি চাপ নিম্নগামী হয় আৰু ফ্লৱেমৰ পৰা পানী ওলাই আহে।

মুঠ কথাত ক'বলৈ গ'লে ফ্লৱেমলৈ শৰ্কৰা উৎসৰ পৰা আহি চালনি নলিকালৈ পৰিবাহিত হয়। ফ্লৱেমত শৰ্কৰা সোমোৱাৰ ফলত এটা জলবিভৱৰ সৃষ্টি হয় ফ্লৱেমত

এটা সমূহ প্ৰবাহ ঘটে।

ফ্লৰেম কলাত দীঘলীয়া স্তম্ভকাৰ চালনি নলিকা থাকে যাৰ প্ৰস্থবেৰত বিন্ধা থকা এখন চালনি (sieve plate) থাকে। এই বিন্ধাবিলাকৰ মাজেদি হোৱা সংযোগৰ ফলত কোষপ্ৰৰসৰ এক অবিচ্ছিন্ন সূত্ৰৰ সৃষ্টি হয়। চালনি নলিকাত জলচাপ বৃদ্ধি হ'লে, চাপ প্ৰবাহৰ লগত ফ্লৰেমৰ মাজেদি ৰসৰ প্ৰবাহ ঘটে। ইতিমধ্যে ব্যৱহাৰ হোৱা অংশত অথবা প্ৰয়োজনীয় স্থানত সোমাই অহা শৰ্কৰা ফ্লৰেমৰ পৰা পৰিবাহিত হৈ জটিল কাৰ্বহাইড্ৰেট হিচাবে আতঁৰি যায়। দ্ৰৱ কমি যোৱা বাবে ফ্লৰেমত জলবিভৱ বৃদ্ধি পাই আৰু পানী ওলাই গৈ জাইলেম পায়গৈ।

কোনবিধ কলাৰ মাজেদি খাদ্য বস্তু পৰিবাহিত হয়, তাক ঠাৱৰ কৰিবলৈ বলয় (girdling) নামৰ এবিধ সহজ পৰীক্ষা কৰা হৈছিল। এই পৰীক্ষাত গা গছৰ এটা অংশত আঙুঠিৰ আকাৰত ফ্লৰেম পৰ্যন্ত আঁতৰাই পেলোৱা হয়। কেইসপ্তাহমানৰ পিচত কটা অংশৰ ওপৰ ফালে ডালটো ফুলি উঠে। কিয়নো ফ্লৰেম কলা এৰুৱাই পেলোৱাৰ ফলত খাদ্য বস্তু তললৈ পৰিবাহিত হ'ব পৰা নাই। এই পৰীক্ষাৰ পৰা এইটোৱে নিশ্চিত হ'ল যে খাদ্য বস্তুৰ পৰিবহন ফ্লৰেমৰ জৰিয়তে হয় আৰু ই কেৱল এটা দিশতহে হয়। এই পৰীক্ষাটো তোমালোকেও সহজে কৰিব পাৰিবা।

চিত্ৰ 11.10 পৰিবহন প্ৰক্ৰিয়াৰ ৰেখাচিত্ৰ

সাৰাংশ

উদ্ভিদে বিভিন্ন প্ৰকাৰৰ অজৈৱ মৌল (আয়ন) আৰু লৱণ সিহঁতৰ চৌকাশৰ পৰিবেশৰ পৰা বিশেষকৈ পানী আৰু মাটিৰ পৰা আহৰণ কৰে। পাৰিপাৰ্শ্বিক অৱস্থাৰ পৰা উদ্ভিদলৈ, আকৌ এটা উদ্ভিদৰ পৰা আন এটা উদ্ভিদকোষলৈ এই পোষক দ্ৰব্যসমূহৰ পৰিবহন বিশেষতঃ এখন কোষাবৰণৰ মাজেদি হয়। কোষাবৰণৰ মাজেদি হোৱা পৰিবহনৰ প্ৰক্ৰিয়াকেইটা হ'ল— ব্যাপন, আধাৰিত পৰিবহন অথবা সক্ৰিয় পৰিবহন। মূলে শোষণ কৰা পানী আৰু খনিজ দ্ৰব্য জাইলেমৰ যোগেদি আৰু পাতত তৈয়াৰ হোৱা জৈৱ দ্ৰব্য ফ্লৱেমৰ যোগেদি উদ্ভিদৰ বিভিন্ন অংশলৈ পৰিবাহিত হয়।

জীৱবিলাকত পোষক দ্ৰব্য পৰিবহন হোৱাৰ দুটা প্ৰথা হ'ল— নিষ্ক্ৰিয় পৰিবহন (ব্যাপন, আসৃতি) আৰু সক্ৰিয় পৰিবহন। নিষ্ক্ৰিয় পৰিবহনত পোষক দ্ৰব্য আৱৰণ পাৰ হৈ যায়- ব্যাপনৰ যোগেদি। যিহেতু ই ঘনত্বৰ প্ৰৱনতাৰ সাপেক্ষে হয়। ইয়াত শক্তি ক্ষয় নহয়। ফলত এন্ ট্ৰপি আহৰণ হয়। দ্ৰব্যৰ এনে ব্যাপন সিহঁতৰ জোখ, পানী অথবা জৈৱ দ্ৰবকত দ্ৰবীভূত হোৱাৰ ক্ষমতাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। আসৃতি হৈছে এখন অৰ্ধভেদ্য আৱৰণৰ মাজেদি হোৱা পানীৰ ব্যাপন যি চাপ প্ৰৱণতা আৰু ঘনত্ব প্ৰৱণতাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। সক্ৰিয় পৰিবহনত, অণুবিলাক ঘনত্ব প্ৰৱণতাৰ বিপৰীতে আৱৰণৰ মাজেদি পাম্প কৰি পঠাবৰ বাবে A.T.P ৰ ৰূপত শক্তিৰ ব্যৱহাৰ হয়। জলবিভৱ হৈছে পানীৰ প্ৰবল শক্তি (potential energy) যি পানীৰ পৰিবহনত সহায় কৰে। ইয়াক দ্ৰব বিভৱ (solute potential) আৰু চাপ বিভৱৰ (pressure potential) দ্বাৰা নিৰূপণ কৰা হয়। কোষবোৰৰ লক্ষণ চাৰিওপিনে থকা দ্ৰাবৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। যদিহে কোষৰ চাৰিওপিনে থকা দ্ৰাব অত্যাসাৰী হয় কোষটোৰ প্ৰটপ্লাজম সংকোচন হ'ব। শুকান কাঠ আৰু বীজে পানী শুহি লোৱা কাৰ্যও এক বিশেষ ব্যাপন আৰু ইয়াক অন্তঃচোন (imbibition) বোলা হয়।

উচ্চ শ্ৰেণীৰ উদ্ভিদবিলাকত, জাইলেম আৰু ফ্লৱেমৰ দ্বাৰা গঠিত, পৰিবহনৰ বাবে দায়িত্বশীল সংবহন কলা তন্ত্ৰ থাকে। পানী, খনিজ দ্ৰব্য আৰু খাদ্য বস্তু কেৱল ব্যাপনৰ দ্বাৰা উদ্ভিদ দেহত পৰিবাহিত হ'ব নোৱাৰে। সেয়ে, সিহঁত এঠাইৰ পৰা আন এঠাইলৈ চাপৰ তাৰতম্যৰ ফলত সমূহ প্ৰবাহতন্ত্ৰৰ দ্বাৰা পৰিবাহিত হয়।

মূলৰোমৰ দ্বাৰা শোষিত পানী মূলৰ বিভিন্ন অংশলৈ দুটা পথেৰে যায়- এপপ্লাষ্ট আৰু চিমপ্লাষ্ট। বিভিন্ন আয়ন আৰু পানী মাটিৰ পৰা কাণ্ডৰ কম উচ্চতালৈ মূল চাপৰ দ্বাৰা যায়। পানীৰ পৰিবহনৰ বাবে আটাইতকৈ গ্ৰহণযোগ্য মতবাদ হ'ল- প্ৰস্বেদন টান মতবাদ। প্ৰস্বেদন হৈছে উদ্ভিদৰ দেহৰ ভিতৰৰ পৰা পত্ৰৰন্ধ্ৰৰ মাজেদি পানী বাষ্পাকাৰে ওলাই যোৱাৰ প্ৰক্ৰিয়া। উষ্ণতা, পোহৰ, আদ্ৰতা, বায়ুৰ বেগ আৰু পত্ৰৰন্ধ্ৰৰ সংখ্যাই প্ৰস্বেদনৰ হাৰ নিয়ন্ত্ৰণ কৰে। পাতৰ শীৰ্ষবিন্দুৰ পৰাও অতিৰিক্ত পানী ৰসস্ৰাৱৰ যোগেদি উদ্ভিদ দেহৰ পৰা ওলাই যায়।

উৎসৰ পৰা প্ৰয়োজনীয় অংশলৈ খাদ্যবস্তু ফ্লৱেমৰ মাজেদি পৰিবাহিত হয়। ফ্লৱেমৰ মাজেদি পৰিবহন দুটা দিশত হ'ব পাৰে। অৰ্থাৎ উৎস আৰু প্ৰয়োজনীয় বা অংশলৈ পৰিবন দুয়ো দিশে হ'ব পাৰে। ফ্লৱেমৰ মাজেদি হোৱা পৰিবহন চাপ-প্ৰৱাহ মতবাদৰ দ্বাৰা ব্যাখ্যা কৰা হয়।

অনুশীলনী

1) ব্যাপনৰ ওপৰত প্ৰভাৱ পেলোৱা কাৰক কেইটা কি কি?
2) পৰিন্‌চ্‌ কি? ব্যাপনত সিহঁতৰ ভূমিকা কি?
3) উদ্ভিদত সক্ৰিয় পৰিবহনত প্ৰ’টিন পাম্পে লোৱা ভূমিকাৰ কথা বৰ্ণনা কৰা।
4) বিশুদ্ধ পানীৰ জলবিভৱ কিয় আটাইতকৈ বেছি ব্যাখ্যা কৰা।
5) নিম্নোলেখিত সমূহৰ পাৰ্থক্য উল্লেখ কৰা-
   ক) ব্যাপন আৰু আস্যৃতি
   খ) প্ৰস্বেদন আৰু বাষ্পীভৱন
   গ) আস্যৃতি চাপ আৰু আস্যৃতি বিভৱ
   ঘ) শোষণ আৰু ব্যাপন
   ঙ) পানীৰ এপপ্লাষ্ট আৰু চিমপ্লাষ্ট পৰিবহনৰ পথ।
   চ) ৰসস্ৰাৱ আৰু প্ৰস্বেদন
6) জল বিভৱ চমুকৈ বৰ্ণনা কৰা। ইয়াৰ ওপৰত প্ৰভাৱ পেলোৱা কাৰক কি কি?
7) যদিহে বিশুদ্ধ পানী আৰু এটা দ্ৰাবত বায়ুমণ্ডলীয় চাপতকৈ অধিক চাপ প্ৰদান কৰা হয় তেতিয়া কি হ’ব পাৰে?
8) (ক) উদাহৰণৰ সৈতে চিহ্নিত চিত্ৰৰ দ্বাৰা উদ্ভিদত হোৱা প্ৰটপ্লাজম সংকোচন পৰিঘটনাক বৰ্ণনা কৰা।
   (খ) এটা উদ্ভিদ কোষ উচ্চ জলবিভৱৰ দ্ৰাবত থ’লে কি হ’ব পাৰে ব্যাখ্যা কৰা।
9) উদ্ভিদত পানী আৰু খনিজ দ্ৰব্য শোষণত মাইকৰাইজাই কেনেদৰে সহায় কৰে?
10) উদ্ভিদৰ পানীৰ পৰিবহনত মূল চাপে কি ভূমিকা গ্ৰহন কৰে?
11) উদ্ভিদত জল পৰিবহনৰ প্ৰস্বেদন টান মতবাদ বৰ্ণনা কৰা ।প্ৰস্বেদনত প্ৰভাৱ পেলোৱা কাৰক কেইটা কি কি? ই উদ্ভিদৰ বাবে কেনেদৰে উপকাৰী?
12) কি কি কাৰকৰ বাবে উদ্ভিদত জাইলেম ৰস পৰিবাহিত হয় আলোচনা কৰা।
13) উদ্ভিদত খনিজ দ্ৰব্য শোষণত মূল অন্তস্তকৰ ভূমিকা কি?
14) ব্যাখ্যা কৰা- কিয় জাইলেম পৰিবহন এক দিশী আৰু ফ্লৰেম পৰিবহণ দ্বিদিশী।
15) উদ্ভিদত শৰ্কৰা পৰিবহনৰ চাপ প্ৰবাহ মতবাদ ব্যাখ্যা কৰা।
16) প্ৰস্বেদন ক্ৰিয়া চলি থাকোতে পত্ৰৰন্ধ্ৰ কেনেকৈ মেল খাই আৰু বন্ধ হয়?