উপক্রমণিকা

মহান দেশনায়ক সুভাষচন্দ্র বসুর নামাঙ্কিত এই মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের উন্মুক্ত শিক্ষাঙ্গনে আপনাকে স্বাগত। সম্প্রতি এই প্রতিষ্ঠান দেশের সর্বপ্রথম রাজ্য সরকারি মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয় হিসেবে ন্যাক (NAAC) মূল্যায়নে 'এ'-গ্রেড প্রাপ্ত হয়েছে। বিশ্ববিদ্যালয় মঞ্জুরি কমিশন প্রকাশিত নির্দেশনামায় স্নাতক শিক্ষাক্রমকে পাঁচটি পৃথক প্রকরণে বিন্যস্ত করার কথা বলা হয়েছে। এগুলি হল—'কোর কোর্স', ডিসিপ্লিন স্পেসিফিক ইলেকটিভ', 'জেনেরিক ইলেকটিভ' এবং 'স্কিল'/'এবিলিটি এনহ্যান্সমেন্ট কোর্স'। ক্রেডিট পদ্ধতির ওপর ভিত্তি করে বিন্যস্ত এই পাঠক্রম শিক্ষার্থীর সামনে নির্বাচনাত্মক পাঠক্রমে পাঠ গ্রহণের সুযোগ এনে দেবে। এরই সঙ্গে যুক্ত হয়েছে যান্মাষিক মূল্যায়ন ব্যবস্থা এবং ক্রেডিট ট্রান্সফারের সুবিধা। শিক্ষার্থী-কেন্দ্রিক এই ব্যবস্থা মূলত গ্রেড-ভিত্তিক যা অবিচ্ছিন্ন আভ্যন্তরীণ মূল্যায়নের মধ্য দিয়ে সার্বিক মূল্যায়নের দিকে এগোবে এবং শিক্ষার্থীকে বিষয় নির্বাচনের ক্ষেত্রে যথোপযুক্ত সুবিধা দেবে। শিক্ষাক্রমের প্রসারিত পরিসরে বিবিধ বিষয় চয়নের সক্ষমতা শিক্ষার্থীকে দেশের অন্যান্য উচ্চশিক্ষা প্রতিষ্ঠানের আন্তঃব্যবস্থায় অর্জিত ক্রেডিট স্থানান্তরে সাহায্য করবে। শিক্ষার্থীর অভিযোজন ও পরিগ্রহণ ক্ষমতা অনুযায়ী পাঠক্রমের বিন্যাসই এই নতুন শিক্ষাক্রমের লক্ষ্য।

UGC (Open and Distance Learning Programmes and Online Programmes) Regulations, 2020 অনুযায়ী সকল উচ্চশিক্ষা প্রতিষ্ঠানের স্নাতক পাঠক্রমে এই সি.বি.সি.এস. পাঠক্রম পদ্ধতি কার্যকরী করা বাধ্যতামূলক—উচ্চশিক্ষার পরিসরে এই নতুন শিক্ষাক্রম এক বৈকল্পিক পরিবর্তনের সূচনা করেছে। আগামী ২০২১-২২ শিক্ষাবর্ষ থেকে স্নাতক স্তরে নির্বাচনভিত্তিক এই পাঠক্রম কার্যকরী করা হবে, এই মর্মে নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয় সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেছে। বর্তমান পাঠক্রমগুলি উচ্চশিক্ষা ক্ষেত্রের নির্ণায়ক কৃত্যকের যথাবিহিত প্রস্তাবনা ও নির্দেশাবলী অনুসারে রচিত ও বিন্যস্ত হয়েছে। বিশেষ গুরুত্বারোপ করা হয়েছে সেইসব দিকগুলির প্রতি যা ইউ.জি.সি. কর্তৃক চিহ্নিত ও নির্দেশিত।

মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের ক্ষেত্রে স্ব-শিক্ষা পাঠ-উপকরণ শিক্ষার্থী সহায়ক পরিষেবার একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। সি.বি.সি.এস পাঠক্রমের এই পাঠ-উপকরণ মূলত বাংলা ও ইংরেজিতে লিখিত হয়েছে। শিক্ষার্থীদের সুবিধের কথা মাথায় রেখে আমরা ইংরেজি পাঠ-উপকরণের বাংলা অনুবাদের কাজেও এগিয়েছি। বিশ্ববিদ্যালয়ের আভ্যন্তরীণ শিক্ষকরাই মূলত পাঠ-উপকরণ প্রস্তুতির ক্ষেত্রে অগ্রণী ভূমিকা নিয়েছেন—যদিও পূর্বের পরম্পরা অনুযায়ী অন্যান্য বিদ্যায়তনিক উচ্চশিক্ষা প্রতিষ্ঠানে সংযুক্ত অভিজ্ঞ ও বিশেষজ্ঞ শিক্ষকদের সাহায্য আমরা অকুণ্ঠচিত্তে গ্রহণ করেছি। তাঁদের এই সাহায্য পাঠ-উপকরণের মানোন্নয়নে সহায়ক হবে বলেই আমার বিশ্বাস। এই নির্ভরযোগ্য ও মূল্যবান বিদ্যায়তনিক সাহায্যের জন্য আমি তাঁদের আন্তরিক অভিনন্দন জানাই। এই পাঠ-উপকরণ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের শিক্ষণ পদ্ধতি-প্রকরণে নিঃসন্দেহে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা নেবে। উন্মুক্ত শিক্ষাঙ্গনের পঠন প্রক্রিয়ায় সংযুক্ত সকল শিক্ষকের সদর্থক ও গঠনমূলক মতামত আমাদের আরও সমৃদ্ধ করবে। মুক্তশিক্ষাক্রমে উৎকর্ষের প্রশ্নে আমরা প্রতিশ্রুতিবদ্ধ।

পাঠ-উপকরণ প্রস্তুতির সঙ্গে সংশ্লিষ্ট সকলকে আমি আন্তরিক অভিনন্দন জানাই এবং এই উদ্যোগের সর্বাঙ্গীন সাফল্য কামনা করি।

অধ্যাপক (ড.) শুভ শঙ্কর সরকার

উপাচার্য

Netaji Subhas Open University

Under Graduate Degree Programme

Choice Based Credit System (CBCS)

নির্বাচন ভিত্তিক মূল্যমান ব্যবস্থা

বিষয় : সাম্মানিক উদ্ভিদবিদ্যা

Honours in Botany (HBT)

পাঠক্রম—Practical

(Biomolecules, Plant Metabolism, Plant Physiology, Reproductive Biology of Angiosperms)

Course Code : CC-BT-06

First Edition : June, 2022

বিশ্ববিদ্যালয় মঞ্জুরি কমিশনের দূরশিক্ষা ব্যুরোর বিধি অনুযায়ী মুদ্রিত।
Printed in accordance with the regulations of the Distance Education Bureau of the University Grants Commission.

পরিচিতি

Netaji Subhas Open University

Under Graduate Degree Programme

Choice Based Credit System (CBCS)

নির্বাচন ভিত্তিক মূল্যমান ব্যবস্থা

বিষয় : সাম্মানিক উদ্ভিদবিদ্যা

Honours in Botany (HBT)

পাঠক্রম—Practical

(Biomolecules, Plant Metabolism, Plant Physiology, Resproductive Biology of Angiosperms)

Course Code : CC-BT-06

: বিষয় সমিতি :

: সদস্য বৃন্দ :

প্র. (ড.) কাজল দে
(Chairperson)
Director, School of Sciences
Netaji Subhas Open University

প্র. (ড.) শমিত রায়
Professor of Botany
Netaji Subhas Open University

ড. স্বপন ভট্টাচার্য
Associate Professor of Botany
Netaji Subhas Open University

শ্রী সন্দীপ দাস
Assistant Professor of Botany
Netaji Subhas Open University

প্র. (ড.) অলোক ভট্টাচার্য্য
Retd. Professor of Botany
Burdwan University

প্র. (ড.) সঞ্জয় গুহ রায়
Professor of Botany
West Bengal State University

ড. শ্যামল কুমার চক্রবর্তী
Retd. Associate Professor, WBES
Bidhannagar Govt. College

ড. শুভাশিস পাণ্ডা
Principal
Government General Degree College

ড. সুশোভন বেরা
Associate Professor of Botany
Jogamaya Devi College

: রচনা :

পর্যায় 1 ও 2 : ড. সুচেতা সিনহা
Associate Professor of Botany
Lady Brabourne College

পর্যায় 3 : ড. পরিমল নাগ
Retd. Assoc. Prof. of Botany
Tamralipta Mahavidyalaya

: সম্পাদনা :

পর্যায় 1 ও 2 : প্র. (ড.) অলোক ভট্টাচার্য্য
Retd. Professor of Botany
Burdwan University

পর্যায় 3 : ড. অমল কুমার দত্ত
Retd. Assoc. Prof. of Botany
Serampore College

: বিন্যাস সম্পাদনা :

ড. স্বপন ভট্টাচার্য
Netaji Subhas Open University

প্রজ্ঞাপন

এই পাঠ-সংকলনের সমুদয় স্বত্ত্ব নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের দ্বারা সংরক্ষিত। বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃপক্ষের লিখিত অনুমতি ছাড়া এর কোনো অংশের পুনর্মুদ্রণ বা কোনোভাবে উদ্ধৃতি সম্পূর্ণ নিষিদ্ধ।

কিশোর সেনগুপ্ত
নিবন্ধক

UG : Botany
HBT

নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়

Practical

জৈব অণু ও উদ্ভিদ বিপাক, উদ্ভিদ শারীরবিদ্যা, সপুষ্পক উদ্ভিদের প্রজননবিদ্যা
(Biomolecules, Plant Metabolism, Plant Physiology, Resproductive Biology of Angiosperms)

CC - BT - 06

পর্যায় – I জৈব অনু ও উদ্ভিদ বিপাক

একক - 1	❑ সাইট্রিক ও টারটারিক অ্যাসিডের সনাক্তকরণ (*Identification of Citric and Tartaric acids*)	11 – 15
একক - 2	❑ অক্সালিক ও ম্যালিক অ্যাসিডের সনাক্তকরণ (*Identification of Oxalic and Malic acid*)	16 – 20
একক - 3	❑ উদ্ভিদ নমুনা থেকে টাইট্রেটেবল অ্যাসিডের পরিমাণ নির্ধারণ (*Determination of volume of Titratable acid in plant solution*)	21 – 25
একক - 4	❑ কার্বোহাইড্রেটের সনাক্তকরণের পরীক্ষা (*Identification of Carbohydrates*)	26 – 33
একক - 5	❑ উদ্ভিদের নমুনা থেকে প্রোটিনের সনাক্তকরণের পরীক্ষা (*Identification of Protein from Plant Samples*)	34 – 37
একক - 6	❑ উদ্ভিদের নমুনা থেকে *Ca* ও *Mg* সনাক্তকরণের পরীক্ষা (*Identification of Ca and Mg from Plant Samples*)	38 – 40
একক - 7	❑ উদ্ভিদ নমুনা থেকে *Fe* ও *S* সনাক্তকরণ (*Identification of Fe and S from Plant Samples*)	41 – 43

একক - 8 ❑ জলের নমুনা থেকে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ নির্ণয় (*Determination of dissolved Oxygen in Samples of Water*) 44 – 49

একক - 9 ❑ টাইট্রেশন পদ্ধতিতে ক্যাটালেজ উৎসেচক ও অ্যামাইনো নাইট্রোজেনের পরিমাণ নির্ণয় (*Determination of the enzyme Catalase and amonut of amino nitrogen by titration*) 50 – 56

একক - 10 ❑ উদ্ভিদের বিভিন্ন অংশে তুলনামূলক শ্বসনের হার নির্ণায়ক পরীক্ষা (*Experiment to determine comparative rates of respiration in different parts of plant*) 57 – 60

পর্যায় – II উদ্ভিদ শারীরবিদ্যা

একক - 11 ❑ শতাংশ এবং মোলার দ্রবণ প্রস্তুতকরণ (*Preparation of percent and molar solution*) 63 – 66

একক - 12 ❑ রিও (*Rhoeo*) পাতার সাহায্যে প্লাজমোলাইসিস প্রদর্শন (*Demonstration of Plasmolysis by Rhoeo Leaves*) 67 – 72

একক - 13 ❑ আলুর স্ফীত কন্দের সাহায্যে ওজন পরিমাপ পদ্ধতিতে কোষের অভিস্রবণীয় চাপ নির্ধারণ (*To Determine Osmotic Pressure by weighing method with Potato Tuber*) 73 – 78

একক - 14 ❑ ওজন পদ্ধতিতে বাষ্পমোচনের হার নির্ধারণ পরীক্ষা (*To Determine the Rate of Transpiration by weighing Method*) 79 – 84

একক - 15 ❑ বিভিন্ন ধরনের শুষ্ক বীজ কর্তৃক জলের আত্মভূতি বা ইম্বাইবিশনের পরীক্ষা (*To Demonstrate the Phenomenon of Imbibition with the help of different types of Dry Seeds*) 85 – 88

একক - 16 ❑ *TTC* (*Triphenyl Tetrazolium Chloride*) পরীক্ষা দ্বারা বীজের কার্যক্ষমতা নির্ধারণ (*To Demonstrate the viability of seeds with the help of TTC*) 89 – 91

একক - 17 ❑ সালোকসংশ্লেষ প্রক্রিয়ায় কার্বনডাই-অক্সাইডের প্রভাব নির্ণয়ের পরীক্ষা (*To Demonstrate the effect of Carbon-di-oxide on Photosynthesis*) 92 – 97

একক - 18 ❑ অঙ্কুরিত বীজের সাহায্যে সবাত শ্বসনের হার নির্ণায়ক পরীক্ষা (*To Determine the Rate of Aerobic Respiration with the help of Germinated Seeds*) 98 – 102

একক - 19 ❑ পাতার উপর ও নিম্নতল দ্বারা বাষ্পমোচনের তুলনামূলক হার পরিমাপের পরীক্ষা (*To compare the differential Rates of Transpiration between Dorsal and Ventral surface of Leaf*) 103 – 106

একক - 20 ❑ শুষ্ক ছোলা বীজের জল শোষণের পরীক্ষার মাধ্যমে উষ্ণতা সহগ (Q_{10}) নির্ধারণ (*To Determine the Temperature Coefficient (Q_{10}) by water Absorption Experiment with Dry Gram seeds*) 107 – 112

পর্যায় – III সপুষ্পক উদ্ভিদের প্রজনন বিদ্যা

একক - 21 ❑ পরাগরেণু ঃ অস্থায়ী স্লাইড প্রস্তুতকরণ এবং স্থায়ী স্লাইড থেকে বিভিন্ন প্রকার অলংকরণ ও রেণুছিদ্র পর্যবেক্ষণ (*Pollen Grains : Temporary Slide Preparation and Observation of Various Ornamentation and Apertures from Permanent Slides)* 115 – 125

একক - 22 ❑ স্থায়ী স্লাইডের সাহায্যে Orchidaceae-এর অন্তর্গত উদ্ভিদের পলিনিয়া প্রদর্শন (*Study of Pollinia from Permanent Slides of Plants under Orchidaceae)* 126 – 130

পর্যায়–I

জৈব অনু ও উদ্ভিদ বিপাক

একক - 1 ❑ সাইট্রিক ও টারটারিক অ্যাসিডের সনাক্তকরণ (Identification of Citric and Tartaric acids)

গঠন

1.1 উদ্দেশ্য

1.2 প্রস্তাবনা

1.3 প্রয়োজনীয় উপকরণ

1.4 সাইট্রিক অ্যাসিডের সনাক্তকরণ

1.5 টারটারিক অ্যাসিডের সনাক্তকরণ

1.6 প্রশ্নাবলী

1.7 উত্তরমালা

1.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে আপনি

- উদ্ভিদদেহের দুটি প্রধান অম্লকে সনাক্ত করতে পারবেন।
- কোন নির্দিষ্ট অম্লের রাসায়নিক প্রকৃতি সম্বন্ধে জানতে পারবেন।

1.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

যে জৈব যৌগগুলিতে কার্বক্সিল মূলক (–COOH) থাকে তাদের জৈব অম্ল বা জৈব অ্যাসিড বলা হয়। উদ্ভিদ দেহে শ্বসন ও অন্যান্য বিপাকীয় কার্যের ফলে বিভিন্ন জৈব অম্লের সৃষ্টি হয়। এই জৈব অম্লগুলি কোষরসে সঞ্চিত হতে পারে অথবা র‍্যাফাইড নামক বর্জ্য পদার্থের মধ্যে লবণ রূপে সঞ্চিত থাকে। শ্বসনের কালে ক্রেবস চক্রের মাধ্যমেই উদ্ভিদের প্রধান জৈব অম্লগুলি উৎপন্ন হয়। বিভিন্ন টক ফলে সর্বাধিক পরিমাণে জৈব অম্ল পাওয়া যায় যেমন লেবুতে সাইট্রিক অম্ল, তেঁতুলে টারটারিক অম্ল পাওয়া যায়। বিভিন্ন উদ্ভিদ থেকে এই অম্লগুলিকে বিভিন্ন জৈব রাসায়নিক পরীক্ষার মাধ্যমে সনাক্ত করা যায়।

1.3 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials required)

I. জৈব অ্যাসিড সনাক্তকরণের জন্য নিম্নলিখিত উপকরণগুলি প্রয়োজন

A. কাঁচের উপকরণ ও অন্যান্য যন্ত্রপাতি

বীকার, ফানেল, টেস্টটিউব, কাঁচের রড, কাঁচের বোতল, পরিমাপক চোঙ (Measuring Cylinder), টেস্টটিউব হোল্ডার, টেস্ট টিউব র‍্যাক, বুনসেন বার্নার বা স্পিরিট ল্যাম্প, তারজালি, জলগাহ (Water bath), রাসায়নিক তুলাযন্ত্র, ওজন বাক্স।

B. রাসায়নিক উপাদান

5% সাইট্রিক, টারটারিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ, 10% Na_2CO_3, NH_4OH, (অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড), 5% $CaCl_2$ (ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড), গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিড বা CH_3COOH, 25% HCl (হাইড্রোক্লোরিক অম্ল) 5% লেড অ্যাসিটেট [(CH_3COO_2) Pb, 5% $KMnO_4$ (পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট) 25% H_2SO_4 (সালফিউরিক অম্ল), 5% $AgNO_3$ (সিলভার নাইট্রেট), 25% HNO_3 (নাইট্রিক অম্ল), 5% $CdCl_2$ (ক্যাডিয়াম ক্লোরাইড), 2% $FeSO_4$ (ফেরাস সালফেট), H_2O_2 (হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড), 5% NaOH (সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড), 2% রেসরসিনল, ঘন H_2SO_4, ডেনিজেস (Denige's) দ্রবণ, পাতিত জল।

অন্যান্য উপকরণ

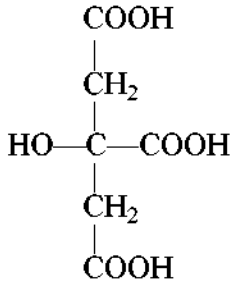
ফিল্টার পেপার, ওজন করার কাগজ, চামচ (spatula), কাঁচে লেখার কলম (Glass marking pen), দেশলাই এবং pH পেপার।

1.4 সাইট্রিক অম্লের সনাক্তকরণ (Identification of Citric acid)

সাইট্রিক অম্ল

উৎস — সমস্ত টক জাতীয় ফলে পর্যাপ্ত পরিমাণে সাইট্রিক অম্ল থাকে। কমলালেবু ও বিভিন্ন জাতীয় লেবুতে সর্বাধিক পরিমাণে সাইট্রিক অম্ল থাকে।

রাসায়নিক সংকেত



দ্রবণীয়তা—জলে সম্পূর্ণভাবে দ্রবণীয়, ইথানলে আংশিক দ্রাব্য ও ইথারে অদ্রাব্য।

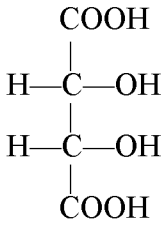
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. $CaCl_2$ এর পরীক্ষা		
(a) একটি টেস্ট টিউবে সাইট্রিক অম্লের প্রশমিত দ্রবণ নিয়ে তার মধ্যে সমপরিমাণে $CaCl_2$ মিশ্রিত করা হল।	কোন অধঃক্ষেপ লক্ষ্য করা যায় না।	বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন ক্যালসিয়াম সাইট্রেট জলে দ্রবণীয় কিন্তু উচ্চ তাপমাত্রায় অদ্রবণীয়।
(b) উক্ত মিশ্রণকে ঝাঁকানো হল।	কোন অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল না।	ক্যালসিয়াম সাইট্রেটের যৌগটি আবার গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অম্লে দ্রবণীয়।
(c) দ্রবণমিশ্রণকে 10 মিনিট জলগাহে উত্তপ্ত করা হল।	গাঢ় সাদা অধঃক্ষেপ দেখা গেল।	
উক্ত অধঃক্ষেপে গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিড ঢালা হল।	অধঃক্ষেপ ধীরে ধীরে দ্রবীভূত হল।	সাইট্রিক অম্ল উপস্থিত।
2. ডেনিজেসের পরীক্ষা		
প্রদত্ত নমুনা দ্রবণটিতে 1ml ডেনিজেস বিকারক ঢেলে ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হল। এরপর উত্তপ্ত মিশ্রণে 5% $KMnO_4$ দ্রবণ ধীরে ধীরে ঢালা হল।	$KMnO_4$ এর বেগুনি বর্ণ অদৃশ্য হয়ে যায় কিন্তু তার সাথে সাথে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।	সাইট্রিক অম্ল উপস্থিত।
3. লেড অ্যাসিটেটের পরীক্ষা		
(a) নমুনা দ্রবণে কয়েক ফোঁটা লেড অ্যাসিটেট প্রয়োগ করা হল।	ঘন সাদা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল।	লেড সাইট্রেট জলে অদ্রবণীয়।
(b) সৃষ্ট অধঃক্ষেপ সম-পরিমাণ গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অম্ল মিশ্রিত করে মিশ্রণটিকে উত্তপ্ত করা হল।	অধঃক্ষেপটি ধীরে ধীরে দ্রবীভূত হয়ে গেল।	লেড সাইট্রেট জলে অদ্রবণীয় হলেও উত্তপ্ত গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অম্লে দ্রবণীয়। নমুনাটিতে সাইট্রিক অম্ল উপস্থিত।
4. ক্যাডমিয়াম ক্লোরাইডের পরীক্ষা		
প্রদত্ত নমুনা দ্রবণটিতে 5% ক্যাডমিয়াম ক্লোরাইড মিশ্রিত করা হল।	সাদা জিলেটিনের ন্যায় অধঃক্ষেপ লক্ষ্য করা গেল।	সাইট্রিক অম্ল উপস্থিত।

1.5 টারটারিক অম্লের সনাক্তকরণ (Identification of Tartaric acid)

টারটারিক অম্ল

উৎস — সাধারণ ফলের মধ্যে তেঁতুলে সর্বাধিক পরিমাণে পাওয়া যায়। এছাড়া, টম্যাটো, আনারস প্রভৃতি ফলেও এই অম্ল থাকে।

রাসায়নিক সংকেত



দ্রবণীয়তা—জলে দ্রবণীয়, ইথাইল অ্যালকোহলে সামান্য দ্রবণীয় কিন্তু ইথারে অদ্রবণীয়।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. $CaCl_2$ এর পরীক্ষা		
(a) প্রশমিত টারটারিক অম্লের দ্রবণে 5% $CaCl_2$ মেশানো হল। এরপর দ্রবণের মিশ্রণকে কিছুক্ষণ জোরে ঝাঁকান হল।	প্রাথমিক অবস্থায় কোন অধঃক্ষেপ দেখা যায় না। কিন্তু মিশ্রণটিকে ঝাঁকাবার ফলে ধীরে ধীরে অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হতে দেখা গেল।	টারটারিক অম্ল বর্তমান। $[CH(OH)COONa] + CaCl \xrightarrow{\text{অণুর দ্রুত সঞ্চালন}} [CH(OH)COO]Ca + 2NaCl$
(b) অধঃক্ষেপটি পৃথক করে তার মধ্যে গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অম্ল বা লঘু HCl ঢালা হল।	অধঃক্ষেপ অ্যাসিটিক অম্ল ও HCl এ দ্রবণীয়।	Ca-টারটারেট যৌগটি অ্যাসিটিক অম্ল ও HCl এ দ্রবণীয়। টারটারিক অম্ল বর্তমান।
2. ডেনিজেসের পরীক্ষা		
প্রশম টারটারিক অম্লের দ্রবণে (5ml), 1ml ডেনিজেস বিকারক মিশ্রিত করা হল। এরপর ধীরে ধীরে উষ্ণ মিশ্রণে $KMnO_4$ (5%) ঢালা হল।	$KMnO_4$ এর বেগুনি বর্ণ মিশ্রণে পড়ার পরে অদৃশ্য হয়ে যেতে দেখা যায়।	টারটারিক অম্ল উপস্থিত।
3. পটাসিয়াম অ্যাসিটেটের পরীক্ষা		
5ml টারটারিক অম্লের প্রশমিত দ্রবণে প্রথমে গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অম্ল মেশানো হল ও পরে 1ml 5% পটাসিয়াম অ্যাসিটেট উক্ত মিশ্রণে ঢালা হল।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়তে দেখা গেল।	অধঃক্ষেপটি পটাসিয়াম হাইড্রোজেন টারটারেটের অর্থাৎ অম্লটি টারটারিক অম্ল।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
4. রেসরসিনলের পরীক্ষা প্রশমিত দ্রবণে কয়েক ফোঁটা রেসরনিল (2%) ঢালা হল ও পরে 3 ml লঘু H_2SO_4 মেশানো হল।	দ্রবণের মিশ্রণটি প্রথমে গোলাপী বর্ণের হয় ও পরে বেগুনি বর্ণে রূপান্তরিত হয়।	টারটারিক অম্ল উপস্থিত।
5. সিলভার নাইট্রেটের পরীক্ষা প্রশমিত টারটারিক অম্লের দ্রবণে প্রথমে NH_4OH পরে পর্যাপ্ত পরিমাণে 5% $AgNO_3$ (সিলভার নাইট্রেট) ঢালা হল। এরপর মিশ্রণটিকে জলগাহে উত্তপ্ত করা হল।	টেস্ট টিউবের গায়ে রুপার চকচকে স্তর সৃষ্টি হয় যাকে 'সিলভার মিরর' (Silver Mirror) বলা হয়।	সিলভার আবরণটি $AgNO_3$ বিজারিত হবার ফলে সৃষ্টি হয়। বিজারকধর্মী টারটারিক অম্ল উপস্থিত।

1.6 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

(প্রশ্নগুলি মূলত Viva-voce বা মৌখিক পরীক্ষার উপযোগী)

(i) সিলভার নাইট্রেট পরীক্ষাটি কোন অম্লকে সনাক্তকরণের জন্য ব্যবহৃত হয়?

(ii) ডেনিজেসের বিক্রিয়ায় $KMnO_4$-এর বর্ণ অদৃশ্য হয় কেন?

(iii) রেসরসিনল পরীক্ষায় কত শতাংশ রেসরসিনল ব্যবহৃত হয়?

(iv) জৈব অ্যাসিডগুলির একটি সাধারণ রাসায়নিক ধর্ম বলুন।

(v) সাইট্রিক অ্যাসিডের সঙ্গে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড মেশালে কি হয়?

1.7 উত্তরমালা (Key to the answers)

(i) টারটারিক অম্ল—এক্ষেত্রে সিলভার মিরর সৃষ্টি হয়।

(ii) $KMnO_4$ বিজারিত হয় বলে এর বর্ণ অদৃশ্য হয়।

(iii) 2%

(iv) কার্বক্সিল (–COOH) গ্রুপ থাকে।

(v) সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।

একক - 2 ❑ অক্সালিক ও ম্যালিক অ্যাসিডের সনাক্তকরণ (Identification of Oxalic and Malic acid)

গঠন

2.1 উদ্দেশ্য

2.2 প্রস্তাবনা

2.3 প্রয়োজনীয় উপকরণ

2.4 অক্সালিক অম্লের সনাক্তকরণ

2.5 ম্যালিক অম্লের সনাক্তকরণ

2.6 প্রশ্নাবলী

2.7 উত্তরমালা

2.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে আপনি

- উদ্ভিদ দেহের দুটি প্রধান অম্লকে সনাক্ত করতে পারবেন।
- অম্ল দুটির রাসায়নিক প্রকৃতি সম্বন্ধে জানতে পারবেন।

2.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

কার্বক্সিল (–COOH) মূলক যে সকল জৈব যৌগে উপস্থিত থাকে তাদের জৈব অম্ল বলে। উদ্ভিদ দেহে নানাপ্রকার বিপাকীয় কার্যের ফলে জৈব অম্লের সৃষ্টি হয়। এই জৈব অম্লগুলি কোষের মধ্যে সঞ্চিত থাকে। আমরুল পাতায় এইরূপ জৈব অম্ল পাওয়া যায়। এই অম্লটির নাম অক্সালিক অম্ল। আপেল জাতীয় ফলে ম্যালিক অম্ল পর্যাপ্ত পরিমাণে থাকে। এই অম্লগুলিকে জৈব রাসায়নিক পরীক্ষার মাধ্যমে সনাক্ত করা যায়।

2.3 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials required)

I. জৈব অ্যাসিড সনাক্তকরণের জন্য নিম্নলিখিত উপকরণগুলি প্রয়োজন

A. কাঁচের উপকরণ ও অন্যান্য যন্ত্রপাতি

বীকার, ফানেল, টেস্টটিউব, কাঁচের রড, কাঁচের বোতল, পরিমাপক চোঙ (Measuring cylinder), টেস্টটিউব হোল্ডার, টেস্ট টিউব র‍্যাক, বুনসেন বার্নার বা স্পিরিট ল্যাম্প, তারজালি, জলগাহ (Water bath), রাসায়নিক তুলাযন্ত্র, ওজন বাক্স।

B. রাসায়নিক উপাদান

5% অক্সালিক ও ম্যালিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ, 10% Na_2CO_3, NH_4OH, (অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড), 5% $CaCl_2$ (ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড), গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিড বা CH_3COOH, 25% HCl (হাইড্রোক্লোরিক অম্ল), 5% লেড অ্যাসিটেট [(CH_3COO_2) Pb, 5% $KMnO_4$ (পটাসিয়াম পারমাঙ্গানেট) 25% HNO_3 (নাইট্রিক অম্ল), 5% $CdCl_2$ (ক্যাডমিয়াম ক্লোরাইড), 2% $FeSO_4$ (ফেরাস সালফেট), H_2O_2 (হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড), 5% NaOH (সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড), 2% রেসরসিনল, ঘন H_2SO_4, 95% C_2H_5OH (ইথানল), 2% ফেরিক ক্লোরাইড ($FeCl_3$), ডেনিজেস (Denige's) দ্রবণ, পাতিত জল।

অন্যান্য উপকরণ

ফিল্টার পেপার, ওজন করার কাগজ, চামচ (spatula), কাঁচে লেখার কলম (Glass marking pen), দেশলাই এবং pH পেপার।

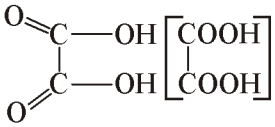
2.4 অক্সালিক অম্লের সনাক্তকরণ (Identification of Oxalic acid)

অম্লের প্রশমীকরণ যে কোন জৈব অম্লে মুক্ত কার্বক্সিল মূলক (–COOH) থাকলে সনাক্তকরণের পরীক্ষাগুলিতে সঠিকভাবে সাড়া দেয় না। এই কারণে যে কোন অম্লকে সনাক্ত করার সময় তাকে নিম্নলিখিত ভাবে প্রশমিত করবেন—

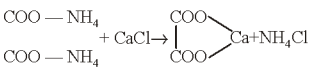
প্রথমে একটি বীকারে 5% অক্সালিক অম্লের দ্রবণ নেওয়া হল। সেই দ্রবণে ধীরে ধীরে 5% NH_4OH এর দ্রবণ ঢালা হল। কিছুক্ষণ পর পর pH পেপারের সাহায্যে মিশ্রণটির pH দেখতে হবে। মিশ্রণটি যখন সামান্য ক্ষারীয় হবে তখন NH_4OH দ্রবণ ঢালা বন্ধ করতে হবে। এরপর বার্নারের উপর মিশ্রণটিকে বসিয়ে ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হল যতক্ষণ পর্যন্ত না অ্যামোনিয়ার গন্ধ অপসারিত হয়। এই দ্রবণটিকে প্রশম দ্রবণ হিসাবে ব্যবহার করা হবে।

অক্সালিক অম্ল

উৎস — কচুজাতীয় গাছে র‍্যাফাইড জাতীয় বর্জ্য পদার্থে Ca-অক্সালেট কেলাস থাকে। আমরুল গাছের পাতা অক্সালিক অম্লের আদর্শ উৎস।

রাসায়নিক সংকেত 

দ্রবণীয়তা—জলে দ্রবণীয়, অ্যালকোহলে অধিক দ্রবণীয়, ইথারে সামান্য দ্রবণীয়।

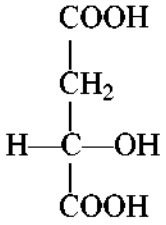
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. $CaCl_2$ এর পরীক্ষা		
(a) 2ml অক্সালিক অম্লের দ্রবণে 5% $CaCl_2$ দ্রবণ মেশানো হল।	সাদা অধঃক্ষেপ লক্ষ্য করা যায়।	অধঃক্ষেপটি ক্যালসিয়াম অক্সালেটের ও এইক্ষেত্রে বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ— 
(b) অধঃক্ষেপটির মধ্যে সমপরিমাণ গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অম্ল মিশ্রিত করে মিশ্রণটিকে উত্তপ্ত করা হল।	তাপ প্রয়োগে অধঃক্ষেপটি দ্রবীভূত হয়।	ক্যালসিয়াম অক্সালেটের অধঃক্ষেপ উত্তপ্ত অ্যাসিটিক অম্লে দ্রবণীয়।
(c) অধঃক্ষেপটির মধ্যে 25% HCl মিশ্রিত করা হল।	অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হতে দেখা গেল।	ক্যালসিয়াম অক্সালেটের অধঃক্ষেপ খনিজ অম্লে দ্রবণীয়।
2. লেড অ্যাসিটেটের পরীক্ষা		
5ml প্রশমিত অক্সালিক অম্লের দ্রবণে কয়েক ফোঁটা 5% লেড অ্যাসিটেট ঢালা হল।	সাদা অধঃক্ষেপ লক্ষ্য করা গেল।	এইক্ষেত্রে লেড অক্সালেট সৃষ্টি হয়েছে যা জলে অদ্রবণীয়। অক্সালিক অম্ল উপস্থিত।
3. পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের পরীক্ষা		
5ml প্রশমিত দ্রবণের মধ্যে 5% $KMnO_4$ সম পরিমাণে মিশ্রিত করা হল। দ্রবণটিকে উত্তপ্ত করার পর তার মধ্যে ধীরে ধীরে 25% H_2SO_4 ঢালা হল।	$KMnO_4$ এর রং অদৃশ্য হতে দেখা গেল।	এই বিক্রিয়ায় অক্সালেট লবণটি জারিত হয় এবং $KMnO_4$ বিজারিত হয়। $2KMnO_4 + 5(NH_4)_2C_2O_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 5(NH_4)_2SO_4 + 2MnSO_4 + 10CO_2 + 8H_2O + K_2SO_4$
4. ক্যাডমিয়াম ক্লোরাইডের পরীক্ষা		
5ml প্রশম দ্রবণে 2ml 5% $AgNO_3$ মেশানো হল।	সাদা থকথকে অধঃক্ষেপ লক্ষ্য করা যায়।	অধঃক্ষেপটি $Ag_2C_2O_4$ কারণ এই যৌগটি জলে অদ্রবণীয়। $(NH_4)_2C_2O_4 + 2AgNO_3 \rightarrow Ag_2C_2O_4 + 2NH_4NO_3$

2.5 ম্যালিক অম্লের সনাক্তকরণ (Identification of Malic acid)

ম্যালিক অম্ল

উৎস — টম্যাটো, আপেল প্রভৃতি ফলে ম্যালিক অম্ল পাওয়া যায়। এছাড়া ক্রাসুলেসী, ক্যাকটেসী প্রভৃতি (Crassulaceae and Cactaceae) গোত্রের উদ্ভিদেও প্রচুর পরিমাণে ম্যালিক অম্লের উপস্থিতি লক্ষ্য করা যায়।

রাসায়নিক সংকেত



দ্রবণীয়তা—ম্যালিক অম্ল জলে দ্রবণীয় হলেও ইথার জাতীয় দ্রাবকে আংশিকরূপে দ্রাব্য।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. $CaCl_2$ এর পরীক্ষা		
(a) নমুনা দ্রবণটিতে সম পরিমাণ 5% $CaCl_2$ মিশ্রিত করা হল।	কোন অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল না।	ক্যালসিয়াম ম্যালেট স্বাভাবিক বা উচ্চ তাপমাত্রায় দ্রবণীয়।
(b) দ্রবণটিকে উত্তমরূপে ঝাঁকানো হল।	কোন অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল না।	কিন্তু অ্যালকোহলের উপস্থিতিতে দ্রবণীয়।
(c) মিশ্রণটিকে উত্তপ্ত করা হল।	কোন অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল না।	
(d) মিশ্রণটিকে স্বাভাবিক তাপমাত্রায় রেখে 95% ইথাইল অ্যালকোহল ঢালা হল।	সাদা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল।	প্রদত্ত নমুনাতে ম্যালিক অম্ল উপস্থিত।
2. লেড-অ্যাসিটেটের পরীক্ষা		
(a) প্রদত্ত প্রশমিত অম্লটির দ্রবণে সামান্য পরিমাণ লেড অ্যাসিটেট ঢালা হল।	সাদা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল।	লেড ম্যালেট জলে অদ্রাব্য।
(b) অধঃক্ষেপযুক্ত দ্রবণটিতে 1ml গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিড প্রয়োগ করে মিশ্রণটিকে উত্তপ্ত করা হল।	অধঃক্ষেপটি দ্রবীভূত হতে দেখা গেল।	লেড ম্যালেট গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অম্লে দ্রাব্য।
3. ফেরিক ক্লোরাইডের পরীক্ষা		
প্রদত্ত প্রশম নমুনা দ্রবণটিতে 2ml $FeCl_3$ মিশ্রিত করা হল।	দ্রবণটির বর্ণ হলুদ হতে দেখা গেল।	প্রদত্ত নমুনা অম্লটি ম্যালিক অম্ল।

2.6 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

(i) জৈব অম্লতে কি মূলক থাকে?

(ii) কোন অম্লটি স্বাভাবিক তাপমাত্রায় $CaCl_2$ এর উপস্থিতিতে অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে।

(iii) লেড অ্যাসিটেটের উপস্থিতিতে ম্যালিক অম্ল কোন যৌগ তৈরী হয়?

(iv) কিভাবে জৈব অম্লকে প্রশমিত করা যায়?

(v) প্রশমিত অম্লের দ্রবণে লেড অ্যাসিটেট ঢেলে তারপর গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিড ঢাললে কি হবে?

2.7 উত্তরমালা (Key to the answers)

(i) কার্বক্সিল (–COOH) মূলক।

(ii) অক্সালিক অম্ল।

(iii) লেড ম্যালেট।

(iv) 5% NH_4OH দ্বারা।

(v) প্রথমে সাদা অধঃক্ষেপ পড়বে এবং তারপর অ্যাসিটিক অ্যাসিডে সেই অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হবে।

একক - 3 ❑ উদ্ভিদ নমুনা থেকে টাইট্রেটেবল অ্যাসিডের পরিমাণ নির্ধারণ (Determination of volume of Titratable Acid in plant Samples)

গঠন

3.1 উদ্দেশ্য

3.2 প্রস্তাবনা

3.3 কার্যনীতি

3.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ

3.5 পরীক্ষা পদ্ধতি

3.6 ফল ও গণনা

3.7 প্রশ্নাবলী

3.8 উত্তরমালা

3.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে আপনি টাইট্রেশনের মাধ্যমে উদ্ভিদ নমুনায় (যেমন লেবু জাতীয় টক ফল) কি পরিমাণে জৈব অম্ল আছে তা নির্ণয় করতে পারবেন।

3.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

উদ্ভিদ দেহে শ্বসন ও অন্যান্য বিপাকীয় কার্যের ফলে জৈব অম্লের সৃষ্টি হয়। এই সকল জৈব অম্ল উদ্ভিদের বিভিন্ন অংশে জমা থাকে। উদাহরণ স্বরূপ বলা যায় যে লেবু, তেঁতুল ইত্যাদি টক ফলে প্রচুর পরিমাণে জৈব অম্ল জমা থাকে। কোন উদ্ভিদ অঙ্গ বা তার কোষরসে কি পরিমাণ জৈব অম্ল আছে তা টাইট্রেশন পদ্ধতির মাধ্যমে নির্ণয় করা যায়।

3.3 টাইট্রেটেবল অম্লের পরিমাণ নির্ধারণ (Determination of the volume of titratable acid)

কার্যনীতি (Principle) : কোন জৈব যৌগে কার্বক্সিল মূলক (–COOH) থাকলে যৌগটি আম্লিক হয়। এই অম্লে তীব্রতা pH এর মাধ্যমে নির্ণয় করা যায়। pH হল হাইড্রোজেন আয়নের (H^+) ঘনত্বের ঋণাত্মক লগারিদম। প্রশম দ্রবণের pH 7.0 হয় এবং দ্রবণটি যত আম্লিক হয় তার pH এর মানও তত কমতে থাকে। অ্যাসিড ও ক্ষার দ্রবণ পরস্পরের সংস্পর্শে আসলে তাদের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া হয় এবং লবণ ও জল উৎপন্ন হয়। এই পদ্ধতিকে প্রশমন ক্রিয়া বলে। মনে রাখবেন যে সম তুল্যাঙ্কের (Equivalent weight) অ্যাসিড ও ক্ষারের মিশ্রণ ঘটলেই প্রশমন ক্রিয়াটি সম্পূর্ণ হয়। যে প্রক্রিয়ায় অজ্ঞাতমাত্রা অ্যাসিড দ্রবণের নির্দিষ্ট আয়তন নিয়ে তাকে প্রমাণ ক্ষার দ্রবণ (Standard basic solution) দ্বারা প্রশমিত করে অম্লের মাত্রা বা তীব্রতা নির্ণয় করা হয়, সেই পদ্ধতিকে অম্লমিতি বলে।

লেবু জাতীয় টক ফলে পর্যাপ্ত পরিমাণে সাইট্রিক অম্ল থাকায় লেবুর নির্যাসটি আম্লিক হয়। নির্দিষ্ট পরিমাণ লেবুর রসকে জ্ঞাত তীব্রতার NaOH দ্বারা প্রশমিত করে লেবুর রসের অম্লত্ব নির্ধারণ করা যায়। এই ক্ষেত্রে ফেনপ্থ্যালিন (Phenolphthalein) যৌগকে প্রশমতা নির্দেশক (Neutralisation indicator) হিসাবে ব্যবহার করা হয়। দ্রবণের অম্লত্বকে নর্মালিটি (N) বা মিলিতুল্যাঙ্কে (Mili equivalent) নির্ণয় করা হয়।

3.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials required)

(A) সজীব উপকরণ—লেবু।

(B) কাঁচের উপকরণ ও অন্যান্য যন্ত্রপাতি—বীকার (100 ml এর 3টি), ছোট ফানেল, পরিমাপক চোঙ, রিএজেন্ট বোতল, কাচের রড, ব্যুরেট (100 ml), পিপেট (100 ml), পিপেট স্ট্যান্ড, ইলেকট্রিক তুলাযন্ত্র, ক্ল্যাম্প ও স্ট্যান্ড, খল ও নুড়ি।

(C) রাসায়নিক উপকরণ—সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড, অ্যালকোহল, ফেনপ্থ্যালিন।

(D) অন্যান্য উপকরণ—ফিল্টার কাগজ, ওজন মাপার কাগজ, স্প্যাচুলা, গ্লাস মার্কিং পেন, পাতিত জল।

3.5 পরীক্ষা পদ্ধতি (Exprimental method)

(A) লেবুর আম্লিক দ্রবণ প্রস্তুতকরণ—সতেজ লেবুর নির্দিষ্ট পরিমাণ (10 g) রসালো অংশ কেটে নেওয়া হল। এরপর লেবুর রসালো তন্তুকে খল-নুড়ির সাহায্যে ভালোভাবে পিষে নিয়ে তরল অংশকে ফিলটার কাগজের সাহায্যে ছেঁকে পরিস্রুত তরলটি সংগ্রহ করা হল। এই তরলকে পাতিত জলে মিশ্রিত করে 100 ml আম্লিক দ্রবণ তৈরী করা হল।

(B) $\frac{N}{10}$ NaOH দ্রবণ প্রস্তুতকরণ—1 লিটার দ্রবণে যদি কোন পদার্থের এক তুল্যাঙ্কভার মিশ্রিত থাকে তাহলে সেই দ্রবণকে নরম্যাল দ্রবণ বলা হয়।

আমরা জানি যে কোন ক্ষারের তুল্যাঙ্কভার = $\frac{\text{ক্ষারের আণবিক গুরুত্ব}}{\text{ক্ষারের অম্লগ্রাহিতা}}$

যেহেতু কোন ক্ষারের অণুর OH এর সংখ্যাই সেই ক্ষারের অম্লগ্রাহিতা তাই

তুল্যাঙ্কভার = $\frac{\text{ক্ষারের আণবিক গুরুত্ব}}{\text{OH এর সংখ্যা}}$

NaOH এর তুল্যাঙ্কভার = $\frac{40}{1}$ (NaOH এর আণবিক গুরুত্ব = 40)

অর্থাৎ 40 g NaOH 1 লিটার দ্রবণে থাকলে 1 (N) দ্রবণ তৈরী হবে। এই কারণে, 4 g NaOH জলে দ্রবীভূত করে 1 লিটার $\frac{N}{10}$ NaOH দ্রবণ তৈরী করা হয়।

(C) টাইট্রেশন পদ্ধতি—100 ml এর ব্যুরেটকে প্রথম পাতিত জল দিয়ে ধৌত করা হল। এরপর সামান্য $\frac{N}{10}$ NaOH দিয়ে ব্যুরেটটিকে ধোয়া হল। ব্যুরেটের স্টপার বন্ধ করে ফানেলের সাহায্যে ব্যুরেটে শূন্য চিহ্ন (0) পর্যন্ত $\frac{N}{10}$ NaOH পূর্ণ করা হল ও ব্যুরেটটিকে স্ট্যান্ড ও ক্ল্যাম্পের সাহায্যে লম্বভাবে আটকানো হল।

তিনটি ধোওয়া ও শুষ্ক কনিকাল ফ্লাস্ক নেওয়া হল ও প্রতিটি ফ্লাস্কে 10 ml করে লেবুর আম্লিক নির্যাস নেওয়া হল। প্রতিটি ফ্লাস্কে দু'তিন ফোঁটা ফেনপ্থ্যালিন দ্রবণ দেওয়া হল। এইক্ষেত্রে 1% ফেনপ্থ্যালিন (1 g ফেনলপ্থ্যালিনকে 80% অ্যালকোহলে দ্রবীভূত করে 100 ml করা হয়) নির্দেশক হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

ফ্লাস্কের আম্লিক দ্রবণে এই নির্দেশক বর্ণহীন থাকে। এইবার ব্যুরেটের স্টপার বা স্টপকক্‌টি খুলে NaOH দ্রবণটি ধীরে ধীরে ফ্লাস্কে ঢালতে হবে এবং অন্য হাতে ফ্লাস্কটি ধীরে ধীরে নাড়তে হবে যাতে NaOH দ্রবণটি, ফ্লাস্কটির আম্লিক দ্রবণে সমসত্বভাবে মিশে যায়। ফ্লাস্কের আম্লিক দ্রবণটি প্রশম হবার সাথে সাথে নির্দেশকটির প্রভাবে দ্রবণটি গোলাপী বর্ণ ধারণ করবে। এই সময়ে ব্যুরেটের স্টপারটি বন্ধ করে চোখ ও ব্যুরেটের দ্রবণের তলকে সমান্তরাল রেখায় রেখে ব্যুরেটের পাঠ নেওয়া হল এবং ব্যুরেট থেকে কত আয়তন $\frac{N}{10}$ NaOH ব্যবহৃত হল তা খাতায় নথিভুক্ত করা হল।

একইভাবে অন্য দু'টি কনিকাল ফ্লাস্কের আম্লিক দ্রবণের একই পদ্ধতিতে প্রশমন ঘটান হল এবং প্রতি ক্ষেত্রেই প্রাথমিক ও চূড়ান্ত পাঠ নেওয়া হল।

3.6 ফল ও গণনা (Result and Calculation)

পরীক্ষার ফল (ফলাফল কাল্পনিক বা অনুমানভিত্তিক)

টাইট্রেশন সংখ্যা	আম্লিক দ্রবণের আয়তন	বুরেট পাঠ		ব্যবহৃত $\frac{N}{10}$ NaOH এর আয়তন	$\frac{N}{10}$ NaOH এর গড় আয়তন
		প্রারম্ভিক	শেষ		
1	10 ml	0.0 ml	5.1 ml	5.1 ml	
2	10 ml	5.1 ml	10.1 ml	5.0 ml	5.0 ml
3	10 ml	10.1 ml	15.0 ml	4.9 ml	

গণনা

10 ml লেবুর নির্যাস ≡ 5 ml $\frac{N}{10}$ NaOH

$V_1S_1 = V_2S_2$ বসিয়ে পাওয়া যায় যে, [V_1 = লেবুর নির্যাসের পরিমাণ, S_1 = লেবুর নির্যাসের অম্লত্ব — যা নির্ণেয়, V_2 = ব্যবহৃত $\frac{N}{10}$ NaOH এর আয়তন ও S_2 = NaOH এর ক্ষারত্ব $\left(\frac{N}{10}\right)$]

অর্থাৎ, $10 \times S_1 \equiv 5 \times \frac{N}{10}$

অথবা, $10 \times S_1 \equiv 5 \times 0.1(N)$

সুতরাং, $S_1 \equiv \frac{5 \times 0.1}{10}$ N

অর্থাৎ, অজ্ঞাত লেবুর রসের অম্লত্ব = 0.05N

লেবুর রসের অম্লত্বকে নিম্নলিখিত গণনার মাধ্যমে মিলিইকিউভ্যালেন্সও প্রকাশ করা যায়

10 ml লেবুর নির্যাস ≡ 5 ml $\frac{N}{10}$ NaOH

বা, 0.5 ml 1(N) NaOH

10 g লেবু থেকে 100 ml নির্যাস তৈরী করা হয়েছিল

∴ 1 g লেবু থেকে 10 ml নির্যাস হয়েছিল।

∴ 1 g লেবুর রসকে প্রশমিত করতে 0.5 ml 1(N) NaOH ব্যবহৃত হয়

∴ 1 g লেবুর অম্লত্ব = 0.5×10^3 মিলিইকিউভ্যালেন্স

= 500 মিলিইকিউভ্যালেন্স

3.6 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

(i) 100 ml $\frac{N}{10}$ NaOH করতে হলে কত গ্রাম NaOH ব্যবহার করতে হবে?

(ii) ফেনপথ্যালিন নির্দেশকটি কোন মাধ্যমে বর্ণহীন ও কোন মাধ্যমে গোলাপী বর্ণ ধারণ করে?

(iii) ক্ষারের অম্লগ্রাহিতা বলতে কি বোঝায় এবং কিভাবে তা প্রকাশ করা যায়?

(iv) অম্লত্বকে কোন এককে প্রকাশ করা হয়?

(v) $V_1S_1 = V_2S_2$ বলতে কী বোঝায়?

3.7 উত্তরমালা (Key to the answers)

(i) 0.4 g = 400 mg.

(ii) আম্লিক মাধ্যমে বর্ণহীন ও ক্ষারীয় মাধ্যমে গোলাপী বর্ণ ধারণ করে।

(iii) ক্ষারের OH মূলকের সংখ্যাই তার তুল্যাঙ্কভার। একে প্রকাশ করা যায় নিম্নলিখিত সমীকরণ দ্বারা

$$\text{তুল্যাঙ্ক ভার} = \frac{\text{ক্ষারের আণবিক গুরুত্ব}}{\text{OH মূলকের এর সংখ্যা}}$$

(iv) মিলিইকুইভ্যালেন্স

(v) V_1 = অম্ল দ্রবণের পরিমাণ

S_1 = অম্লের অম্লত্ব

V_2 = ব্যবহৃত $\frac{N}{10}$ NaOH এর পরিমাণ

S_2 = NaOH এর ক্ষারত্ব $\left(\frac{N}{10}\right)$

একক - 4 ❑ কার্বহাইড্রেটের সনাক্তকরণের পরীক্ষা (Identification of Carbohydrates)

গঠন

4.1 উদ্দেশ্য

4.2 প্রস্তাবনা

4.3 প্রয়োজনীয় উপকরণ

4.4 গ্লুকোজ সনাক্তকরণের পরীক্ষা

4.5 ফ্রুক্টোজ সনাক্তকরণের পরীক্ষা

4.6 সুক্রোজ সনাক্তকরণের পরীক্ষা

4.7 স্টার্চ সনাক্তকরণের পরীক্ষা

4.8 প্রশ্নাবলী

4.9 উত্তরমালা

4.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে আপনি—

- বিভিন্ন কার্বহাইড্রেটের রাসায়নিক প্রকৃতি সম্বন্ধে সাধারণ ধারণা লাভ করবেন।
- গ্লুকোজ, ফ্রুক্টোজ—এই দুটি মনোস্যাকারাইড, সুক্রোজ নামক ডাইস্যাকারাইড ও পলি স্যাকারাইড স্টার্চকে কিভাবে রাসায়নিক ভাবে সনাক্ত করা যায় তা জানতে পারবেন।

4.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

সালোকসংশ্লেষের ফলে উদ্ভিদদেহে বিভিন্ন ধরনের কার্বোহাইড্রেট উৎপন্ন হয়। রাসায়নিকভাবে কার্বোহাইড্রেট হল পলিহাইড্রক্সি অ্যালডিহাইড বা পলিহাইড্রক্সিকিটোন। জীবকোষে কার্বোহাইড্রেটই শ্বসনের মুখ্য উপাদানরূপে অংশ গ্রহণ করে। প্রতিটি কার্বোহাইড্রেট এক বা একাধিক 'স্যাকারাইড একক দিয়ে গঠিত। গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ মনোস্যাকারাইড, সুক্রোজ ডাইস্যাকারাইড এবং অসংখ্য গ্লুকোজ অণু বা মনোস্যাকারাইড একক দিয়ে গঠিত বলে স্টার্চকে পরিস্যাকারাইড বলে। একই উদ্ভিদের বিভিন্ন অঙ্গে

বিভিন্ন শর্করার প্রাধান্য লক্ষ্য করা যায়, যেমন পাতায় গ্লুকোজ, মিষ্টি ফলে ফ্রুক্টোজ ও সুক্রোজ এবং সঞ্চয়ী অঙ্গে স্টার্চের পরিমাণ সর্বাধিক থাকে। বিভিন্ন রাসায়নিক পরীক্ষার মাধ্যমে কোন উদ্ভিদ অংশে কি ধরনের শর্করা উপস্থিত তা সনাক্ত করা যায়।

4.3 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials Required)

বিভিন্ন কার্বোহাইড্রেটের সনাক্তকরণের জন্য নিম্নলিখিত উপকরণগুলি প্রয়োজন

(A) কাঁচের উপকরণ ও অন্যান্য যন্ত্রপাতি—বীকার, ফানেল, টিস্টটিউব, কাচের দণ্ড, রিয়েজেন্ট বোতল, পরিমাপক চোঙ, টেস্টটিউব হোল্ডার, টেস্টটিউব র‍্যাক, বার্নার, তারজালি, জলগাহ, তুলাযন্ত্র, ওজন বাক্স।

(B) রাসায়নিক উপাদান—D-গ্লুকোজ (1% জলীয় দ্রবণ), D-ফ্রুক্টোজ (1% জলীয় দ্রবণ), সুক্রোজ (1% জলীয় দ্রবণ), দ্রবণীয় স্টার্চ (1% জলীয় দ্রবণ), ফেলিং দ্রবণ (I ও II), α-ন্যাপথল (1 g α-ন্যাপথল 70% 100 ml ইথাইল অ্যালকোহলে মিশ্রিত করে বানানো হয়), ঘন H_2SO_4 10% NaOH, সেলিওয়ানফ বিকারক, 5% সিলভার নাইট্রেট ($AgNO_3$) দ্রবণ, বেনেডিক্ট বিকারক, বারফয়েড বিকারক, আয়োডিন দ্রবণ (1%), ঘন HCl, পাতিত জল।

(C) অন্যান্য উপকরণ—ওজন মাপার কাগজ, স্প্যাচুলা, গ্লাস মার্কিং পেন, দেশলাই।

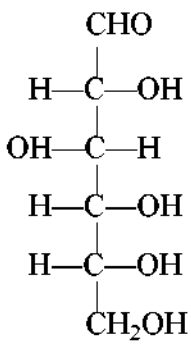
4.4 গ্লুকোজ সনাক্তকরণের পরীক্ষা (Identification of Glucose)

গ্লুকোজ

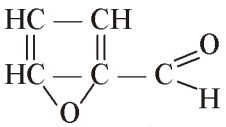
সালোকসংশ্লেষের ফলে উৎপন্ন প্রধান মনোস্যাকারাইড। স্টার্চ অণু অ্যামাইলেজ দ্বারা বিশ্লিষ্ট হয়েও উদ্ভিদকোষে গ্লুকোজ উৎপন্ন হয়। আঙ্গুর, আপেল, আম প্রভৃতির রসে পর্যাপ্ত পরিমাণে গ্লুকোজ থাকে।

রাসায়নিক প্রকৃতি—6C যুক্ত মনোস্যাকারাইড, তাই একে হেক্সোজ শর্করা বলা হয়। প্রথম কার্বনে মুক্ত অ্যালডিহাইড থাকায় বিজারণধর্মী। প্রকৃতিতে D-ফর্ম ডেক্সট্রোরোটেটারি অবস্থায় থাকে, D-গ্লুকোজকে ডেক্সট্রোজ বলা হয়।

গ্লুকোজের রাসায়নিক সংকেত—



(স্থূল সংকেত $C_6H_{12}O_6$)

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. মলিসের পরীক্ষা প্রদত্ত নমুনা দ্রবণে কয়েক ফোঁটা α-ন্যাপথল দেওয়া হল ও মিশ্রণের মধ্যে ধীরে ধীরে ঘন H_2SO_4 ঢালা হল।	জলীয় দ্রবণে ও H_2SO_4 এর সংযোগস্থলে লালচে বেগুনি বর্ণের বলয় লক্ষ্য করা গেল।	যে কোন কার্বোহাইড্রেট ঘন H_2SO_4 এর প্রভাবে মনোস্যাকারাইডে রূপান্তরিত হয়। পরে H_2SO_4 যুক্ত α–ন্যাপথলের উপস্থিতিতে ফুরফুরাল যৌগ গঠিত হয় যা লালচে বেগুলি বলয়ের সৃষ্টি করে। (i) কার্বোহাইড্রেট + H_2SO_4 → মনোস্যাকারাইড (ii) মনোস্যাকারাইড + H_2SO_4 ↓  ফুরফুরাল যৌগ ↓ + α ন্যাপথল লালচে বেগুনি বলয়
2. ফেলিং-এর পরীক্ষা 2 ml প্রদত্ত নমুনা দ্রবণে 1 ml ফেলিং I ও 1 ml ফেলিং II দ্রবণ মেশানো হল। দ্রবণটিকে কয়েক মিনিট উত্তপ্ত করা হল।	ইটের রং-এর ন্যায় অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল।	প্রদত্ত নমুনাটি কার্বোহাইড্রেট ফেলিং দ্রবণে উপস্থিত $CuSO_4$ (কিউপ্রিক) বিজারিত হয়ে Cu_2O (কিউপ্রাস) যৌগ গঠন করে। বিজারণধর্মী শর্করা উপস্থিত।
3. বেনেডিক্টের পরীক্ষা প্রদত্ত নমুনা দ্রবণে সম-পরিমাণ বেনেডিক্ট বিকারক মিশ্রিত করে মিশ্রণটিকে উত্তপ্ত করা হল।	দ্রবণটি প্রথমে হরিদ্রাভ সবুজ বর্ণ ধারণ করে ও পরে লালচে অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে।	বেনেডিক্ট দ্রবণের $CuSO_4$ অনুরূপভাবে Cu_2O গঠন করে। বিজারণধর্মী শর্করা উপস্থিত।
4. বারফয়েডের পরীক্ষা 1 ml নমুনা দ্রবণে 2 ml বারফয়েড বিকারক মিশ্রিত করে মিশ্রণকে উত্তপ্ত করা হল।	লাল অধঃক্ষেপের সূক্ষ্ম কণা পরীক্ষা নলের গায়ে লেগে থাকতে দেখা গেল।	Cu অ্যাসিটেট বিজারণ ধর্মী যৌগের প্রভাবে Cu_2O তে রূপান্তরিত হয়। এই ধরনের বিক্রিয়া প্রধানত মনোস্যাকারাইড দ্বারা সম্পন্ন হয়। বিজারণধর্মী কার্বোহাইড্রেট হল মনো-স্যাকারাইড। গ্লুকেজের ঘনীভবনের ফলেই এই বর্ণের সৃষ্টি হয়। প্রদত্ত নমুনাটি গ্লুকোজ।
5. মুরের পরীক্ষা 2 ml নমুনা দ্রবণে সমপরিমাণ 10% NaOH মিশ্রিত করে মিশ্রণটিকে উত্তপ্ত করা হল।	দ্রবণটি প্রথমে হলুদ ও পরে লালচে বাদামী বর্ণ ধারণ করে।	

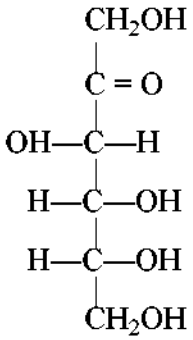
4.5 ফ্রুক্টোজ সনাক্তকরণের পরীক্ষা (Identification of Fructose)

ফ্রুক্টোজ

উৎস—কেলভিন চক্রের মাধ্যমে উদ্ভিদকোষে ফ্রুক্টোজ উৎপন্ন হয়। এছাড়া সুক্রোজ নামক দ্বি-শর্করাটি সুক্রেজ উৎসেচকের দ্বারা বিশ্লিষ্ট হয়েও ফ্রুক্টোজ উৎপন্ন করে। আম, কলা, প্রভৃতি ফলে পর্যাপ্ত পরিমাণে ফ্রুক্টোজ থাকে।

রাসায়নিক প্রকৃতি—6C যুক্ত মনোস্যাকারাইড, তাই একে হেক্সোজ শর্করা বলা হয়। এই শর্করা দ্বিতীয় কার্বনে মুক্ত কিটোন (C = O) বর্গ থাকায় এটি বিজারণধর্মী হয়। প্রকৃতিতে ফ্রুক্টোজ (D)-ফর্ম বা ডেক্সট্রোরোটেটারি অবস্থায় থাকে।

ফ্রুক্টোজের রাসায়নিক সংকেত—



(স্থূল সংকেত $C_6H_{12}O_6$)

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. মলিসের পরীক্ষা প্রদত্ত নমুনা দ্রবণে কয়েক ফোঁটা α-ন্যাপথল দেওয়া হল ও মিশ্রণের মধ্যে ধীরে ধীরে ঘন H_2SO_4 ঢালা হল।	জলীয় দ্রবণ ও H_2SO_4 এর সংযোগস্থলে লালচে বেগুনি বর্ণের বলয় লক্ষ্য করা গেল।	কার্বোহাইড্রেট উপস্থিত।
2. ফেলিং-এর পরীক্ষা 2 ml প্রদত্ত নমুনা দ্রবণে 1 ml ফেলিং I ও 1 ml ফেলিং II মেশানো হল। দ্রবণটিকে কিছুক্ষণ উত্তপ্ত করা হল।	ইটের রং-এর ন্যায় অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল।	বিজারণধর্মী শর্করা উপস্থিত।
3. বেনেডিক্টের পরীক্ষা প্রদত্ত নমুনা দ্রবণে সম-পরিমাণ বেনেডিক্ট বিকারক মিশ্রিত করে মিশ্রণটিকে উত্তপ্ত করা হল।	দ্রবণটি প্রথমে হরিদ্রাভ সবুজ বর্ণ ও পরে লালচে অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে।	বিজারণধর্মী শর্করা উপস্থিত।

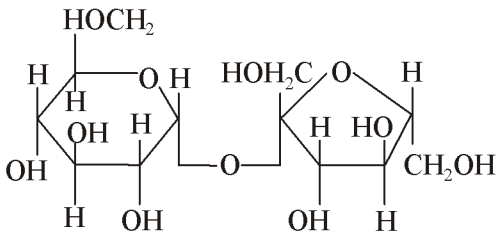
পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
4. স্যালিওয়ানফের পরীক্ষা		
(a) 2 ml নমুনা দ্রবণে সমপরিমাণ স্যালিওয়ানফ বিকারক ঢালা হল। মিশ্রণকে কয়েক মিনিট উত্তপ্ত করার পর ঠাণ্ডা করা হল।	লাল রং-এর অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল।	সালিওয়ানফ দ্রবণে HCl এর প্রভাবে কিটো শর্করা দ্রুত নিরুদিত হয়ে ফুরফুরাল যৌগ গঠন করে। ফুরফুরাল যৌগ স্যালিওয়ানফের রেসরসিনলের সঙ্গে ঘনীভূত হয়ে D-ডাই হাইড্রোবেনজিন নামক কমপ্লেক্স গঠন করে।
(b) স্বাভাবিক তাপমাত্রায় অধঃক্ষেপযুক্ত মিশ্রণে 2–3 ml নিরুদিত অ্যালকোহল (Absolute alcohol) ঢালা হল।	লাল অধঃক্ষেপ অপসৃত হতে দেখা গেল।	অ্যালকোহলের প্রভাবে কমপ্লেক্সটি দ্রবীভূত হয়। নমুনাটিতে ফ্রুক্টোজ নামক কিটোশর্করা উপস্থিত।

4.6 সুক্রোজ সনাক্তকরণের পরীক্ষা (Identification of Sucrose)

সুক্রোজ

উৎস—সালোকসংশ্লেষের ফলে উৎপন্ন গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ—এই দু'টি মনোস্যাকারাইড পরস্পর যুক্ত হয়ে সুক্রোজ নামক ডাই-স্যাকারাইড সৃষ্টি করে। ফ্লোয়েমের মাধ্যমে শর্করা সুক্রোজরূপে পরিবাহিত হয়। আখের রস, চিনি, গুড় প্রভৃতিতে পর্যাপ্ত পরিমাণে সুক্রোজ থাকে।

রাসায়নিক প্রকৃতি—সুক্রোজ সর্বাধিক মিষ্ট ডাইস্যাকারাইড যা সুক্রেজ দ্বারা বিশ্লিষ্ট করলে গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ বিভাজিত হয়। গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ $\alpha \rightarrow 2$ গ্লাইকোসাইডিক বন্ধনী দ্বারা যুক্ত থাকে। এই শর্করা কোন মুক্ত অ্যালডিহাইড বা কিটোন বা বর্গ না থাকায় বিজারণ ধর্ম প্রকাশ করে না।



সুক্রোজের স্থূল সংকেত $C_{12}H_{22}O_{11}$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. মলিসের পরীক্ষা প্রদত্ত নমুনা দ্রবণে কয়েক ফোঁটা α-ন্যাপথল ঢালার পর মিশ্রণে ঘন H_2SO_4 ঢালা হল।	জলীয় দ্রবণ ও H_2SO_4 এর সংযোগস্থলে লালচে বেগুনি বর্ণের বলয় লক্ষ্য করা গেল।	কার্বোহাইড্রেট উপস্থিত।
2. ফেলিং পরীক্ষা 2 ml প্রদত্ত নমুনা দ্রবণে 1 ml ফেলিং I ও 1 ml ফেলিং II মেশানো হল। দ্রবণটিকে কয়েক মিনিট উত্তপ্ত করা হল।	কোন অধঃক্ষেপ লক্ষ্য করা গেল না।	বিজারণধর্মী শর্করা অনুপস্থিত।
3. বেনেডিক্টের পরীক্ষা প্রদত্ত নমুনা দ্রবণে সম-পরিমাণ বেনেডিক্ট বিকারক মিশ্রিত করে মিশ্রণটিকে উত্তপ্ত করা হল।	কোন অধঃক্ষেপ লক্ষ্য করা গেল না।	বিজারণধর্মী শর্করা অনুপস্থিতি নিশ্চিত হল।
শর্করার আর্দ্র বিশ্লেষণ 5 ml নমুনা দ্রবণে 1 ml 10% HCl মিশ্রিত করে মিশ্রণটিকে জলগাহে 5 মিনিট উত্তপ্ত করা হল। এরপর ধীরে ধীরে Na_2CO_3 প্রয়োগ করে দ্রবণটিকে প্রশম করা হল। pH কাগজের সাহায্যে দ্রবণটির pH = 7 আছে কিনা তা দেখা হল। এইবার মিশ্রণটিকে নিয়ে নিম্নলিখিত পরীক্ষাগুলি করা হল—		
4. আবার ফেলিং-এর পরীক্ষা করা হল।	এইবার ইটের রংয়ের ন্যায় অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল।	দ্বিশর্করাটি আর্দ্রবিশ্লিষ্ট হয়ে মুক্ত অ্যালডোজ ও কিটো শর্করা গঠন করেছে।
5. মুরের পরীক্ষা 2ml পরীক্ষণীয় দ্রবণে 2ml 5% NaOH মিশিয়ে 2–5 মিনিট ফোটানো হল।	দ্রবণটি প্রথমে হলুদ ও পরে লালচে বাদামী বর্ণ ধারণ করে।	মিশ্রণে গ্লুকোজ উপস্থিত।
6. স্যালিওয়ানাফের পরীক্ষা 2ml পরীক্ষণীয় দ্রবণে 2ml সেলিওয়ান্‌ফস দ্রবণ মিশিয়ে 2 মিনিট ফোটানো হল।	লাল রং এর অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল।	মিশ্রণে ফ্রুক্টোজ উপস্থিত। যেহেতু আর্দ্রবিশ্লিষ্ট যৌগে গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ উভয়ই উপস্থিত তাই প্রদত্ত নমুনাটি সুক্রোজ।

4.7 স্টার্চ সনাক্তকরণের পরীক্ষা (Identification of Starch)

স্টার্চ

উৎস—সালোকসংশ্লেষের ফলে উৎপন্ন গ্লুকোজ অণুগুলির পরিমারেইজেশনের ফলে স্টার্চ অণু গণিত হয়। স্টার্চ প্রধানত কার্বোহাইড্রেটের সঞ্চয় ভাণ্ডাররূপে উদ্ভিদকোষে বিদ্যমান। চাল, গম প্রভৃতি দানাশস্যের এবং আলু, মিষ্টি আলু প্রভৃতি মৃদগত পরিবর্তিত কাণ্ড ও মূলে পর্যাপ্ত পরিমাণে স্টার্চ সঞ্চিত থাকে।

রাসায়নিক প্রকৃতি—স্টার্চ প্রকৃতপক্ষে অসংখ্য গ্লুকোজ অণুর সমন্বয়ে গঠিত একটি পলিস্যাকারাইড। অন্যান্য শর্করার মতন এটি স্বাদে মিষ্ট নয় এবং জল ও অ্যালকোহল বা ইথারজাতীয় জৈব দ্রাবকে অদ্রবণীয়। প্রতিটি স্টার্চ অণু অ্যামাইলোজ ও অ্যামাইলোপেকটিন এই দুটি শৃঙ্খলের সমন্বয়ে গঠিত। স্টার্চের স্থূল সংকেত $(C_6H_{10}O_5)_n$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. মলিসের পরীক্ষা প্রদত্ত নমুনা দ্রবণে কয়েক ফোঁটা α-ন্যাপথল ঢালার পর মিশ্রণে ঘন H_2SO_4 ধীরে ধীরে ঢালা হল।	লালচে বেগুনি বর্ণের বলয় লক্ষ্য করা গেল।	কার্বোহাইড্রেট উপস্থিত।
2. ফেলিং-এর পরীক্ষা	অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল না।	বিজারণধর্মী শর্করা অনুপস্থিত।
3. আয়োডিনের পরীক্ষা প্রদত্ত নমুনা দ্রবণে কয়েক ফোঁটা লঘু আয়োডিন দ্রবণ মেশানো হল।	দ্রবণটি গাঢ় নীল বর্ণ ধারণ করে।	এইক্ষেত্রে স্টার্চ-আয়োডিন কমপ্লেক্স গঠিত হয়। স্টার্চ উপস্থিত।
স্টার্চের হাইড্রোলিসিস সুক্রোজের ন্যায়। HCl এর সাহায্যে স্টার্চকে হাইড্রোলিসিস করা হল এবং Na_2CO_3 প্রয়োগ করে দ্রবণকে প্রশমিত করা হল। প্রশমিত দ্রবণ নিয়ে নিম্নলিখিত পরীক্ষাগুলি করা হল—		
4. ফেলিং-এর পরীক্ষা	লালচে বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ দেখা গেল।	বিজারণধর্মী শর্করা উপস্থিত। দ্রবণে গ্লুকোজ উপস্থিত।
5. মুরের পরীক্ষা	দ্রবণটি প্রথমে হলুদ ও পরে লালচে বাদামী বর্ণ ধারণ করে।	গ্লুকোজের উপস্থিতি নিশ্চিত হল।
6. স্যালিওয়ানাফের পরীক্ষা	কোন অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল না।	আর্দ্রবিশ্লিষ্ট মিশ্রণটিতে গ্লুকোজ আছে কিন্তু ফ্রুক্টোজ নেই—অর্থাৎ প্রদত্ত নমুনাটি স্টার্চ।

4.8 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

1. ডেক্সট্রোজ কি?
2. সমস্ত কার্বোহাইড্রেট কোন্ পরীক্ষার সাড়া দেয়?
3. ফেলিং-এর পরীক্ষা কি ধরনের শর্করার অস্তিত্ব প্রমাণ করে?
4. সুক্রোজে গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ উভয়ই উপস্থিত থাকলেও সুক্রোজ কেন বিজারণ ধর্মী শর্করা নয়?
5. কোন্ পরীক্ষার মাধ্যমে ফ্রুক্টোজের উপস্থিতি নিশ্চিত করা যায়?

4.9 উত্তরমালা (Key to the answers)

1. D-ফর্মের বা ডেক্সট্রোরোটেটরি গ্লুকোজকে ডেক্সট্রোজ বলে।
2. মলিসের পরীক্ষা।
3. বিজারণধর্মী শর্করার অস্তিত্ব।
4. সুক্রোজে গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজের ন্যায় মুক্ত অ্যালডিহাইড ও কিটোন বর্গ থাকে না, কারণ এই বর্গ দু'টি গ্লাইকোসাইডিক বন্ধনী গঠনে নিয়োজিত হয়।
5. স্যালিওয়ানফের পরীক্ষার মাধ্যমে।

একক - 5 ❑ উদ্ভিদের নমুনা থেকে প্রোটিনের সনাক্তকরণের পরীক্ষা (Identification of Protein from Plant Samples)

গঠন

5.1 উদ্দেশ্য

5.2 প্রস্তাবনা

5.3 প্রয়োজনীয় উপকরণ

5.4 প্রোটিন সনাক্তকরণের পরীক্ষা

5.5 প্রশ্নাবলী

5.6 উত্তরমালা

5.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে আপনি

- উদ্ভিদ নমুনা হইতে কিভাবে প্রোটিন যৌগের উপস্থিতি সনাক্তকরণ করা যায় তা জানতে পারবেন।

5.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

সজীব কোষের প্রোটোপ্লাজমের মুখ্য উপাদান প্রোটিন। অসংখ্য অ্যামাইনো অম্ল পেপটাইড বন্ধনীর মাধ্যমে যুক্ত হয়ে প্রোটিন অণু গঠন করে। উদ্ভিদ জগতে বিভিন্ন ধরনের ডালশস্য প্রোটিনের মুখ্য ভাণ্ডার। পেপটাইড বন্ধনী অথবা প্রধান অ্যামাইনো অম্লের উপস্থিতির ভিত্তিতে প্রোটিনকে সনাক্ত করা হয়।

5.3 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials required)

(A) কাঁচের উপকরণ ও অন্যান্য যন্ত্রপাতি—বীকার, ফানেল, টেস্টটিউব, রিয়েজেন্ট বোতল, আয়তনমাপক চোঙ, টেস্ট টিউব হোল্ডার, বার্নার, ক্ল্যাম্প ও স্ট্যান্ড, তারজালি, জলগাহ, রাসায়নিক তুলাযন্ত্র, টেস্ট টিউব র‍্যাক, কাচের দণ্ড, খল ও নুড়ি।

(B) রাসায়নিক উপাদান—গ্ল্যাসিয়াল অ্যাসিটিক অম্ল, ঘন HCl, ঘন H_2SO_4, 40% NH_4OH অ্যালকোহল, 4% NaOH, 1% $CuSO_4$, 50% HNO_3, মিলনের বিকারক, 10% লেড অ্যাসিটেট $[Pb(CH_3COO)_2]$, বোভাইন সিরাম অ্যালবুমিন।

(C) অন্যান্য উপকরণ—ফিল্টার কাগজ, স্প্যাচুলা, গ্লাস মার্কিং পেন, দেশলাই, অঙ্কুরিত ছোলা।

প্রোটিন

উৎস—গম জাতীয় তৃণশস্য ও ছোলা, সোয়াবিন প্রভৃতি ডালশস্যে প্রচুর প্রোটিন থাকে। অঙ্কুরিত বীজে প্রোটিনের পরিমাণ অনেক বেড়ে যায়। সজীব কোষের প্রোটোপ্লাজমের মুখ্য উপাদান হল প্রোটিন।

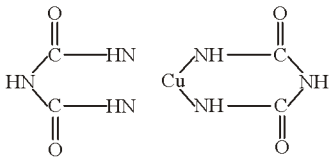
রাসায়নিক প্রকৃতি—অ্যামাইনো অম্লগুলি পরস্পর পেপটাইড বন্ধনীর সাহায্যে যুক্ত হয়ে প্রোটিন গঠন করে। প্রোটিন অণুতে কার্বন (C), হাইড্রোজেন (H), অক্সিজেন (O), নাইট্রোজেন (N), সালফার (S), এবং অধিকাংশ ক্ষেত্রে ফসফরাসও (P) পাওয়া যায়। জলে প্রোটিন কোলয়েড দ্রবণ তৈরী করে।

প্রোটিনের নমুনা তৈরীর পদ্ধতি ঃ

10 g অঙ্কুরিত ছোলাকে খল-নুড়িতে ভালোভাবে পিষে ফিলটার কাগজ দিয়ে পরিস্রুত করে তাতে পাতিত জল মিশ্রিত করে 100 ml প্রোটিন দ্রবণ তৈরী করতে হবে।

5.4 প্রোটিন সনাক্তকরণের পরীক্ষা

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. তঞ্চনের পরীক্ষা 2 ml নমুনা দ্রবণ নিয়ে তাতে সম পরিমাণ অ্যাসিটিক অম্ল মিশ্রিত করে মিশ্রণটিকে উত্তপ্ত করা হল।	মিশ্রণটি তঞ্চিত হতে দেখা গেল।	আম্লিক মাধ্যমে প্রোটিন অণুর গঠনের বিকৃতি (Denaturation) ঘটে এবং অণুগুলি পরস্পরের সঙ্গে যুক্ত হয়ে দ্রবণে তঞ্চিত হয়। নমুনাটিতে প্রোটিন উপস্থিত।
2. বাইইউরেট পরীক্ষা 2 ml নমুনা দ্রবণে 4% NaOH	লালচে বেগুনি রং সৃষ্টি হল।	ক্ষারীয় মাধ্যমে $CuSO_4$ পেপটাইড

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
(1 ml) দেওয়া হল এবং কয়েক ফোঁটা $CuSO_4$ 1% ঢালা হল।		বন্ধনী অঞ্চলে যুক্ত হয়ে লালচে বেগুনি রং এর কমপ্লেক্স গঠন করে। এই কমপ্লেক্স (বাইইউরেট) টির গঠন নিম্নরূপ 
3. জ্যান্থোপ্রোটিক পরীক্ষা		নমুনাটিতে প্রোটিন উপস্থিত।
(a) 2 ml নমুনা দ্রবণে সমপরিমাণ 5% HNO_3 ঢালা হল এবং মিশ্রণকে জলগাহে উত্তপ্ত করা হল।	প্রথমে সাদা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল যা তাপ প্রয়োগে হলুদ বর্ণ ধারণ করল।	অ্যারোমেটিক অ্যামাইনো অম্লগুলি নাইট্রিক অম্লের প্রভাবে নাইট্রোডেরিভেটিভ গঠন করে যা তাপের প্রভাবে হলুদ বর্ণ ধারণ করে।
(b) উক্ত দ্রবণের মিশ্রণকে শীতল করে তাতে অতিরিক্ত পরিমাণে 40% NH_4OH ঢালা হল	হলুদ বর্ণ কমলা বর্ণে রূপান্তরিত হল।	প্রোটিনের অ্যারোমেটিক নাইট্রোডেরিভেটিভগুলি যে লবণ সৃষ্টি করে তার কমলা বর্ণের নমুনা দ্রবণে টাইরোসিন, ট্রিপ্টোফ্যান ও ফিনাইলঅ্যালানিন নামক অ্যারোমেটিক অ্যামাইনো অম্ল আছে—অর্থাৎ প্রোটিন উপস্থিত।
4. মিলনের পরীক্ষা		
3 ml প্রোটিন দ্রবণে 2 ml মিলন বিকারক মিশ্রিত করে মিশ্রণকে জলগাহে 5 মিনিট উত্তপ্ত করা হল।	বাদামী লাল অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল।	ফেনলিক অ্যামাইনো অম্ল টাইরোসিন, মিলন বিকারকে উপস্থিত নাইট্রিক অম্লের প্রভাবে মারকারি বা পারদের (Hg) সঙ্গে যুক্ত হয়ে বাদামী লাল কমপ্লেক্স গঠন করে। নমুনা দ্রবণে প্রোটিন উপস্থিত।

5.5 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

(i) প্রোটিনের অ্যারোমেটিক অ্যামাইনো অম্লগুলি কোন পরীক্ষায় সাড়া দেয়?

(ii) বাইইউরেট পরীক্ষায় $CuSO_4$ প্রোটিনের কোন অংশের সাথে বিক্রিয়া করে?

(iii) ফেনলিক অ্যামাইনো অম্ল টাইরেসিনকে কোন পরীক্ষার দ্বারা সনাক্ত করবেন?

(iv) প্রোটিন অণুর গঠনের একক কি?

(v) দুই অ্যামাইনো অ্যাসিডের মধ্যে সংযোগকারী বন্ধনী কিরূপ?

5.6 উত্তরমালা (Key to the answers)

(i) জ্যান্থোপ্রেটিক পরীক্ষা।

(ii) পেপটাইড বন্ধনীর সাথে বিক্রিয়া করে।

(iii) মিলনের পরীক্ষা।

(iv) অ্যামাইনো অ্যাসিড।

(v) পেপটাইড বন্ধনী।

একক - 6 ❑ উদ্ভিদের নমুনা থেকে Ca ও Mg সনাক্তকরণের পরীক্ষা (Identification of Ca and Mg from Plant Samples)

গঠন

6.1 উদ্দেশ্য

6.2 প্রস্তাবনা

6.3 প্রয়োজনীয় উপকরণ

6.4 উদ্ভিদ নমুনা হইতে Ca ও Mg সনাক্তকরণ

6.5 প্রশ্নাবলী

6.6 উত্তরমালা

6.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে আপনি---

Ca ও Mg এই দুটি অতিমাত্রিক মৌলকে উদ্ভিদ দেহ থেকে সনাক্ত করতে পারবেন।

6.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

উদ্ভিদ দেহে পুষ্টি সাধনে কতগুলি খনিজ মৌল অত্যাবশ্যক ভূমিকা গ্রহণ করে। ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম খনিজ মৌলগুলি উদ্ভিদ পুষ্টির জন্য অধিক মাত্রায় প্রয়োজন বলে এদের অতিমাত্রিক মৌল (macro element) বলে। উদ্ভিদ অঙ্গকে অস্মীভূত করলেও এই মৌলগুলি অবিকৃত অবস্থায় থাকে এবং কয়েকটি সাধারণ অজৈব রাসায়নিক পরীক্ষার মাধ্যমে মৌলগুলিকে তখন সহজেই সনাক্ত করা যায়।

5.3 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials required)

(A) উদ্ভিদ নমুনা---তামাক পাতা

(B) কাচের উপকরণ ও অন্যান্য যন্ত্রপাতি—বীকার, ফানেল, টেস্ট টিউব, কাচের রড, রিএজেন্ট

বোতল, পরিমাপক চোঙ, টেস্ট টিউব হোল্ডার, টেস্ট টিউব, র‍্যাক, বার্নার, তারজালি, ক্ল্যাম্প ও স্ট্যান্ড, রাসায়নিক তুলাযন্ত্র ও ওজন বাক্স।

(C) রাসায়নিক উপকরণ—50% HCl, 50% HNO_3, 50% NH_4OH, অ্যামোনিয়াম অক্সালেট, ডাইসোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট (Na_2HPO_4)।

(D) অন্যান্য উপকরণ—ফিলটার কাগজ।

6.4 উদ্ভিদ নমুনা থেকে Ca ও Mg সনাক্তকরণ (Identification of Ca and Mg from plant sample)

1. HCl এর নির্যাস তৈরী—5 gm তামাক পাতাকে আগুনে পুড়িয়ে ছাই তৈরী করা হল। এই ছাইকে 20 ml, 50% HCl মিশিয়ে 5 থেকে 10 মিনিট উত্তপ্ত করা হল। HCl-এর নির্যাসকে ফানেলে স্থাপিত ফিলটার কাগজের সাহায্যে পরিস্রুত করে, পরিস্রুত নির্যাসে পাতিত জল ঢেলে 50 ml করা হল।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
(A) ক্যালসিয়াম সনাক্তকরণ 10 ml এর নির্যাসকে পরীক্ষা নলে নিয়ে তাতে 50% NH_4OH প্রয়োগ করা হল। মিশ্রণটির মধ্যে কয়েক ফোঁটা ঘন অ্যামোনিয়াম অক্সালেটের দ্রবণ মেশানো হল।	সাদা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল।	ছাই-এ উপস্থিত ক্যালসিয়াম, অ্যামোনিয়াম অক্সালেটের সাথে বিক্রিয়া করে সাদা ক্যালসিয়াম অক্সালেটের অধঃক্ষেপ $\begin{matrix} Coo \\ \vert \\ Coo \end{matrix} Ca$ সৃষ্টি করে। পাতর মধ্যে ক্যালসিয়াম উপস্থিত।
(B) ম্যাগনেসিয়াম সনাক্তকরণ ক্যালসিয়ামের পরীক্ষার পর ফিলটার কাগজের মাধ্যমে Ca অক্সালেটের অধঃক্ষেপ পরিস্রুত করে দ্রবণটিকে ফুটিয়ে 2-3 ml করা হল। ঘনীভূত দ্রবণকে ডাই সোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট Na_2HPO_4 এর সম্পৃক্ত দ্রবণ (2 ml) মেশানো হল। এরপর কাচের দণ্ড দিয়ে পরীক্ষা নলের গায়ে ঘষা হল।	সাদা কেলাসের অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল।	কেলাসটি -অ্যামোনিয়া ম্যাগনেসিয়াম ফসফেটের $[(NH_4)_3\ MgPO_4]$ যা জলে অদ্রবণীয়। পাতায় ম্যাগনেসিয়াম উপস্থিত।

6.5 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

(i) খনিজ মৌলগুলিকে সনাক্ত করার জন্য শুকনো পাতাকে পুড়িয়ে ছাই করা হয় কেন?

(ii) অ্যামোনিয়াম অক্সালেট, ক্যালসিয়াম মৌলের সাথে বিক্রিয়া করে কোন যৌগ গঠন করে?

(iii) উদ্ভিদ পাতার ছাই থেকে কেন মৌলের সনাক্তকরণ সম্ভব?

6.6 উত্তরমালা (Key to the answers)

(i) উদ্ভিদ অঙ্গকে অস্মীভূত করলে খনিজ মৌলগুলি অবিকৃত অবস্থায় থাকে এবং বিভিন্ন রাসায়নিক যৌগে আবদ্ধ মৌলগুলিও মুক্ত হয়। কয়েকটি সাধারণ অজৈব রাসায়নিক পরীক্ষার মাধ্যমে মৌলগুলিকে তখন সহজেই সনাক্ত করা যায়।

(ii) ক্যালসিয়াম অক্সালেট।

(iii) কারণ ছাইয়ের মধ্যেও অতিমাত্রিক মৌলগুলি অবিকৃত থাকে।

একক - 7 ❑ উদ্ভিদ নমুনা থেকে Fe ও S সনাক্তকরণ (Identification of Fe and S from Plant Samples)

গঠন

7.1 উদ্দেশ্য

7.2 প্রস্তাবনা

7.3 প্রয়োজনীয় উপকরণ

7.4 উদ্ভিদ নমুনা হইতে Fe ও S সনাক্তকরণ

7.5 প্রশ্নাবলী

7.6 উত্তরমালা

7.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে আপনি—

Fe ও S এই দুটি অতিমাত্রিক মৌলকে উদ্ভিদ দেহ থেকে সনাক্ত করতে পারবে না।

7.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

উদ্ভিদদেহের পুষ্টি সাধনে কতগুলি খনিজ মৌল অত্যাবশ্যক ভূমিকা গ্রহণ করে। ফসফরাস, পটাসিয়াম, সালফার, ম্যাগনেসিয়াম, লৌহ খনিজ মৌলগুলি উদ্ভিদপুষ্টির জন্য অধিক মাত্রায় প্রয়োজন বলে এদের অতিমাত্রিক মৌল (macroelement) বলে। উদ্ভিদ অঙ্গকে অস্মীভূত করলেও এই মৌলগুলি অবিকৃত অবস্থায় থাকে এবং বিভিন্ন রাসায়নিক যৌগে আবদ্ধ মৌলগুলিও মুক্ত হয়। কয়েকটি সাধারণ অজৈব রাসায়নিক পরীক্ষার মাধ্যমে মৌলগুলিকে তখন সহজেই সনাক্ত করা যায়।

7.3 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials required)

(A) উদ্ভিদ নমুনা—তামাক পাতা

(B) কাচের উপকরণ ও অন্যান্য যন্ত্রপাতি—বীকার, ফানেল, টেস্ট টিউব, কাচের রড, রিএজেন্ট বোতল, পরিমাপক চোঙ, টেস্ট টিউব হোল্ডার, টেস্ট টিউব র‍্যাক, বার্নার, তারজালি, ক্ল্যাম্প ও স্ট্যান্ড, রাসায়নিক তুলাযন্ত্র ও ওজন বাক্স।

(C) রাসায়নিক উপকরণ—50% HCl, 50% NH_4OH, 2% পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইড $K_4[Fe(CN)_6]$ দ্রবণ, 5% বেরিয়াম ক্লোরাইড ($Bacl_2$) দ্রবণ, 5% পটাশিয়াম থায়োসায়ানাইড (KCNS) দ্রবণ।

(D) অন্যান্য উপকরণ—ফিলটার কাগজ।

7.4 উদ্ভিদ নমুনা থেকে Fe ও S সনাক্তকরণ (Identification of Fe and S from Plant Samples)

1. HCl এর নির্যাস তৈরী—5 g তামাক পাতাকে আগুনে পুড়িয়ে ছাই তৈরী করা হল। এই ছাইকে 20 ml, 50% HCl মিশিয়ে 5 থেকে 10 মিনিট উত্তপ্ত করা হল। HCl-এর নির্যাসকে ফানেলে স্থাপিত ফিলটার কাগজের সাহায্যে পরিস্রুত করে, পরিস্রুত নির্যাসে পাতিত জল ঢেলে 50 ml করা হল।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
(A) লৌহের সনাক্তকরণ		
1. 5 ml HCl নির্যাসকে 2% পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড মেশানো হল।	গাঢ় নীল (প্রুসিয়ান ব্লু) বর্ণের সৃষ্টি হল।	ফেরোসায়ানাইড ফেরিসায়ানাইড রূপান্তরিত হয়েছে। পাতায় লৌহ উপস্থিত।
2. 5 ml HCl নির্যাসে কয়েক ফোঁটা পটাসিয়াম থায়োসায়ানেট মেশানো হল।	মিশ্রণটি রক্তের ন্যায় লাল বর্ণ ধারণ করল।	লৌহের উপস্থিতিতে পটাসিয়াম থায়োসায়ানেট, ফেরাস থায়োসায়ানেটে $[Fe(CNS)_6]$ রূপান্তরিত হয়েছে। পাতায় লৌহ উপস্থিত।
(B) সালফারের সনাক্তকরণ		
5 ml HCl নির্যাসে কয়েক ফোঁটা 5% $BaCl_2$ মেশানো হল।	সাদা কেলাসের অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হল।	অধঃক্ষেপটি বেরিয়াম সালফেটের ($BaSO_4$)। পাতায় সালফার উপস্থিত।

7.5 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

(i) বেরিয়াম ক্লোরাইডের সাহায্যে কোন মৌলকে সনাক্ত করা যায়?

(ii) লৌহের সনাক্তকরণ পরীক্ষায় দ্রবণে পটাশিয়াম থায়োসায়ানেট মেশানো হলে দ্রবণের বর্ণ কি হয় এবং কোন যৌগ উৎপন্ন হয়?

(iii) কিরূপে তামাকপাতার নির্যাস তৈরি করা হয়?

7.6 উত্তরমালা (Key to the answers)

(i) সালফার।

(ii) দ্রবণটি লালবর্ণ ধারণ করে। ফেরাস থায়োসায়ানেট $[Fe(CNS)_6]$ উৎপন্ন হয়।

(iii) 7.4 অংশ দেখুন।

একক - 8 ❑ জলের নমুনা থেকে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ নির্ণয় (Determination of dissolved Oxygen in Samples of Water)

গঠন

8.1 উদ্দেশ্য

8.2 প্রস্তাবনা

8.3 কার্যনীতি

8.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ

8.5 পরীক্ষা পদ্ধতি

8.6 ফল ও গণনা

8.7 প্রশ্নাবলী

8.8 উত্তরমালা

8.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে আপনি

- জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ নির্ণয় করিতে পারবেন।
- বিভিন্ন স্থান হইতে সংগৃহীত জলের নমুনার দ্রবীভূত অক্সিজেন পরিমাপ করিয়া জলের দূষণ সম্বন্ধে ধারণা করিতে পারবেন।

8.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ নির্ধারণ করে যে কোন স্থান হইতে সংগৃহীত জলের নমুনা কতটা শুদ্ধ অথবা দূষিত সেই সম্বন্ধে সম্যক জ্ঞান লাভ করা যায়। জলজ প্রাণীরা জলে দ্রবীভূত অক্সিজেন

গ্রহণ করে জীবনধারণ করে। কোন স্থান হইতে সংগৃহীত জলের নমুনায় অক্সিজেনের পরিমাণ কম থাকলে সেই স্থানের জল দূষিত বলে গণ্য করা হয়। পরীক্ষাগারে টাইট্রেশন পদ্ধতিতে সংগৃহীত জলের নমুনায় দ্রবীভূত অক্সিজেনের মাত্রা নির্ণয় করা যায়। এই পদ্ধতিটিকে 'Winkler পদ্ধতি' বলা হয়।

8.3 কার্যনীতি (Theory)

জলজ প্রাণী ও উদ্ভিদেরা জলে দ্রবীভূত অক্সিজেন (O_2) গ্রহণ করে সবাত ক্রিয়া সম্পন্ন করে। পরিস্রুত বা দূষণবিহীন জলে অক্সিজেনের মাত্রা সর্বাধিক থাকে কিন্তু জল জীবাণু দ্বারা দূষিত হলে জলজ বায়ুজীবী অনুজীবেরা প্রচুর পরিমাণ জলে দ্রবীভূত অক্সিজেন গ্রহণ করায় জলে অক্সিজেনের পরিমাণ কমে যায়। অপরদিকে, জলজ উদ্ভিদেরা সালোকসংশ্লেষ প্রক্রিয়ায় জলে অক্সিজেন সরবরাহ করে। জলের তাপমাত্রা, লবণাক্ততা, খনিজ লবণের উপস্থিতি এবং অপরদিকে অনুজীব, সালোকসংশ্লেষকারী উদ্ভিদ ও জলজ প্রাণীর সংখ্যা জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের মাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে। সাধারণভাবে জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনকে mg/লিটার বা ppm (parts per million) ঘনত্বে প্রকাশ করা হয়।

উইঙ্কলার (Winkler) পদ্ধতিতে জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের মাত্রা নির্ণয় করা যায়। ম্যাঙ্গানাস আয়ন (Mn^{2+}) জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের দ্বারা জারিত হয়ে ম্যাঙ্গানিজ (Mn^{3+}) গঠন করে। ক্ষারীয় মাধ্যমে এই জারিত আয়নগুলি, ম্যাঙ্গানিজের হাইড্রক্সাইডরূপে ($MnO(OH)_2$ এবং $Mn(OH_2)$ রূপে অধঃক্ষিপ্ত হয়। লঘু H_2SO_4 এর উপস্থিতিতে আয়োডাইড আয়ন ম্যাঙ্গানিজের হাইড্রক্সাইডকে ম্যাঙ্গানাস সালফেটে রূপান্তরিত করে এবং আয়োডাইড আয়ন জারিত হয়ে মুক্ত আয়োডিন (I_2) উৎপন্ন করে। জলে অক্সিজেনের পরিমাণ যত বেশী হয় ম্যাঙ্গানিজ হাইড্রক্সাইডের ও পরবর্তী পর্যায়ে ম্যাঙ্গানাস সালফেটের পরিমাণ তত বেশী হয়। এই কারণে ম্যাঙ্গানাস সালফেটের ($MnSO_4$) পরিমাণ বেশী হলে অধিক পরিমাণে মুক্ত আয়োযিন (I_2) নির্গত হয়। থায়োসালফেটের সাহায্যে আয়োডিনের পরিমাণ নির্ধারণ করা হয়। এক্ষেত্রে স্টার্চকে টাইট্রেশনের নির্দেশক হিসাবে ব্যবহার করা হয়। স্টার্চ অণু, আয়োডিনের সাথে বিক্রিয়া করে গাঢ় নীল বর্ণ ধারণ করে। ব্যুরেটের থায়োসালফেট আয়োডিনের সাথে বিক্রিয়া করার ফলে স্টার্চ-আয়োডিন কমপ্লেক্স থেকে আয়োডিনের অণুগুলি অপসারিত হতে থাকে এবং দ্রবণটি নীলাভ বর্ণ হারিয়ে ফেলা অবধি যে পরিমাণ থায়োসালফেট ব্যবহৃত হয় তাকেই ট্রাইট্রেশনের পরিমাপক আয়তন বলা হয়। তাই বলা যায়, ব্যুরেটের থায়োসালফেট অধিক ব্যবহৃত হওয়ার অর্থ হল অধিক আয়োডিন উপস্থিত ছিল এই আয়োডিনের পরিমাণ আবার জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের সমানুপাতিক।

(i) Mn^{2+} (ম্যাঙ্গানাস আয়ন) $\xrightarrow{\text{জলে দ্রবীভূত } O^{2+}}$ Mn^{3+} (ম্যাঙ্গানীজ আয়ন)

(ii) $Mn^{3+} \xrightarrow[\text{ক্ষারীয় মাধ্যম}]{\text{অ্যালকালি বা}} \underset{\text{(ম্যাঙ্গানিজের হাইড্রক্সাইড)}}{MnO(OH)_2+Mn(OH)_2}$

(iii) ম্যাঙ্গানিজ হাইড্রক্সাইড $\xrightarrow[H_2SO_4]{\text{আয়োডাইড লবণ}}$ ম্যাঙ্গানিজ সালফেট $+ I_2$

(iv) থায়োসালফেট ট্রাইট্রেশনের মাধ্যমে আয়োডিনের পরিমাণ নির্ণয়।

8.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials Required)

(A) কাঁচের উপকরণ ও অন্যান্য যন্ত্রপাতি

বীকার, পিপেট (2 ml), কাচের ছিদ্রযুক্ত রিয়েজেন্ট বোতল (300 ml), কনিক্যাল ফ্লাস্ক (250 ml), পরিমাপক চোঙ, বুরেট, ব্যুরেট স্ট্যান্ড, পিপেট স্ট্যান্ড, রাসায়নিক তুলাযন্ত্র, ওজন বাক্স।

(B) রাসায়নিক উপাদান

1. $MnSO_4$ (36 g $MnSO_4$, 100 ml পাতিত জলে দ্রবীভূত করতে হবে)
2. ক্ষারীয় আয়োডিন দ্রবণ

   দ্রবণ (a) 100 g NaOH 100 ml পাতিত জলে দ্রবীভূত করতে হবে

   দ্রবণ (b) 27 g NaI 100 ml পাতিত জলে দ্রবীভূত করতে হবে

   দ্রবণ (c) a এবং b দ্রবণ সম পরিমাণ মিশিয়ে c দ্রবণ তৈরী করতে হবে।
3. ঘন H_2SO_4
4. স্টার্চ ইন্ডিকেটর - 1g স্টার্চ 100 ml জলে দ্রবীভূত করে তাকে সামান্য উত্তপ্ত করে স্টার্চের দ্রবণ বানাতে হবে।
5. সোডিয়াম থায়োসালফেট (0.025N) দ্রবণ। 6.025 g $Na_2S_2O_3$, $5H_2O$ 100 ml পাতিত জলে দ্রবীভূত করলে সোডিয়াম থায়োসালফেটের 0.025N দ্রবণ তৈরী হয়।
6. পুকুর বা অন্য জলাশয়ের জল যার দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ নির্ণয় করতে হবে।

8.5 পরীক্ষা পদ্ধতি (Experiment)

1. দুটি 300 ml রিয়েজেন্ট বোতলকে জলাশয়ের নীচে ডুবিয়ে জলে ভর্তি করতে হবে। লক্ষ্য রাখতে হবে যেন বোতলে বাতাস প্রবেশ না করে এবং সাথে সাথে বোতল দু'টির ছিপি বন্ধ করতে হবে। বোতল দু'টিকে A ও B রূপে চিহ্নিত করা দরকার।
2. প্রতিটি রিয়েজেন্ট বোতলে 2 ml $MnSO_4$ দ্রবণ এবং 2 ml ক্ষারীয় আয়োডিন দ্রবণ (D)

পিপেটের সাহায্যে মিশ্রিত করতে হবে। পিপেটের মুখ জলের মধ্যে ডুবিয়ে দ্রবণ দু'টি ঢালা প্রয়োজন।

3. বোতলটির মুখ বন্ধ করে ভালোভাবে ঝাঁকিয়ে দ্রবণ দু'টিকে মিশ্রিত করতে হবে। এই সময়ে বাদামী হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ [$Mn(OH)_2$ এবং $MnO(OH)_2$] তৈরী হবে। বোতলটিকে খানিকক্ষণ স্থির অবস্থায় অধঃক্ষেপণ প্রক্রিয়াকে সম্পূর্ণ হতে দিতে হবে।

4. পুনরায় বোতলকে ঝাঁকিয়ে বোতলের মুখ খুলে বোতলের দ্রবণে পিপেটের সাহায্যে একই পদ্ধতিতে 2 ml ঘন H_2SO_4 মেশাতে হবে।

5. বোতলের ছিপি বন্ধ করে ভালোভাবে ঝাঁকাবার পর দেখা যাবে যে জল বাদামী বর্ণের (মুক্ত I_2) হয়েছে এবং আগের অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়ে গেছে।

6. এরপর চারটি 250 ml এর কনিকাল ফ্লাস্ক নিতে হবে। A বোতল থেকে 50 ml করে দ্রবণ দু'টি কনিকাল ফ্লাস্কে ঢালতে হবে এবং কনিকাল ফ্লাস্ক দুটিকে A_1 ও A_2 রূপে চিহ্নিত করতে হবে। একইভাবে অপর ফ্লাস্ক দু'টি কনিকাল ফ্লাস্কে B বোতল থেকে 50 ml করে দ্রবণ ঢালতে হবে এবং ফ্লাস্ক দু'টিকে B_1 ও B_2 রূপে চিহ্নিত করতে হবে।

7. প্রতিটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে 1 ml করে স্টার্চ দ্রবণ (ট্রাইট্রেশনের নির্দেশক) ঢালা হবে। এর ফলে ফ্লাস্কের তরল গাঢ় নীল বর্ণ ধারণ করবে।

8. এরপর ব্যুরেটে 0.025(N) থায়োসালফেট দ্রবণ ঢালা হবে। লক্ষ্য করতে হবে যেন ব্যুরেটের '0' দাগটিকে দ্রবণের নিম্নতল স্পর্শ করে। এরপর থায়োসালফেট দিয়ে কণিক্যাল ফ্লাস্কে উৎপন্ন আয়োডিনের ট্রাইট্রেশন করতে হবে। ফ্লাস্কের দ্রবণের নীল বর্ণ অদৃশ্য হওয়াকেই ট্রাইট্রেশনের প্রান্তবিন্দু (end point) রূপে চিহ্নিত করা হয়। ব্যুরেটের প্রাথমিক ও চূড়ান্ত পাঠ লিপিবদ্ধ করতে হবে।

A নমুনা থেকে গৃহীত পরীক্ষার ফল (ফল কাল্পনিক)

ব্যুরেটের পাঠ

নমুনা	ক্রমিক সংখ্যা	দ্রবণের পরিমাণ (ml)	প্রাথমিক পাঠ (ml)	চূড়ান্ত পাঠ (ml)	ব্যবহৃত $Na_2S_2O_3$র পরিমাণ (ml)	গড় পরিমাণ
A.	1(A_1)	50	0.0	4.6	4.6	4.5
	2(A_2)	50 $Na_2S_2O_3$	4.6	9.0	4.4	

8.6 গণনা ও ফলাফল (Calculations and Result)

একটি জটিল গাণিতিক সমীকরণের মাধ্যমে জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।

$$\text{প্রতি লিটার জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ} = \frac{K \times 200 \times \text{ব্যবহৃত সোডিয়াম থায়োসালফেটে এর আয়তন} \times 0.698}{\text{টাইট্রেশনের জন্য গৃহীত তরলের আয়তন}}$$

$$K = \frac{\text{বোতলের আয়তন}}{\text{বোতলের আয়তন} - \text{বোতলের বিকারকের পরিমাণ}}$$

এক্ষেত্রে বিকারকের পরিমাণ = 4 ml (2 ml $MnSO_4$ + 2 ml ক্ষারীয় আয়োডিন)

$$\therefore K = \frac{300}{300-4} = \frac{300}{294} = 1.014$$

পরীক্ষাটিতে টাইট্রেশনের সময় গড়ে 4.5 ml $Na_2S_2O_3$ ব্যবহৃত হয়েছিল।

এইক্ষেত্রে প্রতি লিটার জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ $= \frac{1.014 \times 200 \times 4.5 \times 0.698}{50}$

$= 12.74$ mg/ লিটার

B_1 ও B_2 কনিকাল ফ্লাস্ক থেকে অনুরূপভাবে টাইট্রেশন পদ্ধতিতে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ নির্ণয় করে পূর্ববর্তী পরীক্ষার (নমুনা A) মাধ্যমে নির্ণীত অক্সিজেনের পরিমাণের সাথে যোগ করে তার গড় নির্ণয় করলে আরও নির্ভুল ফল পাওয়া যাবে।

8.7 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

(i) আয়োডিন মাত্রা নির্ধারণ করার জন্য স্টার্চকে সূচক হিসাবে ব্যবহার করা হয় কেন?

(ii) জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের মাত্রা নির্ণয়ের সময়ে কি সতর্কতা অবলম্বন করা আবশ্যক?

(iii) অক্সিজেন পরিমাণ নির্ণয়ের সময়ে ব্যুরেটে কোন দ্রবণ ভরতে হবে?

(iv) উইঙ্কলার পদ্ধতিতে ম্যাঙ্গানিজ ব্যবহৃত হয় কেন?

(v) মুক্ত আয়োডিন মাপার জন্য কি ব্যবহৃত হয়?

8.8 উত্তরমালা (Key to the answers)

(i) স্টার্চ অণু, আয়োডিনের সাথে বিক্রিয়া করে গাঢ় নীল বর্ণ ধারণ করে। ব্যুরেটের থায়াসালফেট আয়োডিনের সাথে বিক্রিয়া করার ফলে স্টার্চ আয়োডিন কমপ্লেক্স থেকে আয়োডিনের অণুগুলি

অপসারিত হতে থাকে এবং দ্রবণটি নীলাভ বর্ণ হারিয়ে ফেলা অবধি যে পরিমাণ থায়োসালফেট ব্যবহৃত হয় তাকেই টাইট্রেশনের পরিমাপক আয়তন বলা হয়। স্টার্চ এইক্ষেত্রে সূচক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

(ii) যে রিয়েজেন্ট বোতলে জল ভরা হবে তাতে যেন বাতাস প্রবেশ না করে।

(iii) 0.025(N) সোডিয়াম থায়োসালফেট।

(iv) জলের প্রভাবে Mn^{2+} আয়ন Mn^{3+} আয়নে জারিত হয়ে যায় এবং ক্ষারীয় মাধ্যমে ম্যাঙ্গানিজ হাইড্রক্সাইডরূপে অধঃক্ষিপ্ত হয়।

(v) থায়োসালফেট দ্রবণ।

একক - 9 ❑ টাইট্রেশন পদ্ধধদিতে ক্যাটালেজ উৎসেচক ও অ্যামাইনো নাইট্রোজেনের পরিমাণ নির্ণয় (Determination of the enzyme Catalase and amonut of amino nitrogen by titration)

গঠন

9.1 উদ্দেশ্য

9.2 প্রস্তাবনা

9.3 ক্যাটালেজের বিক্রিয়ার হার নির্ণয়

- **9.3.1** কার্যনীতি
- **9.3.2** প্রয়োজনীয় উপকরণ
- **9.3.3** পরীক্ষা পদ্ধতি
- **9.3.4** ফল ও গণনা

9.4 ফরম্যাল টাইট্রেশন পদ্ধতিতে অ্যামাইনো নাইট্রোজেনের পরিমাণ নির্ণয়

- **9.4.1** কার্যনীতি
- **9.4.2** প্রয়োজনীয় উপকরণ
- **9.4.3** পরীক্ষা পদ্ধতি
- **9.4.4** ফল ও গণনা

9.5 প্রশ্নাবলী

9.6 উত্তরমালা

9.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করলে আপনি

- ক্যাটালেজের কার্য সম্পর্কে ধারণা লাভ করবেন।

- উদ্ভিদ অঙ্গ থেকে ক্যাটালেজের ক্রিয়াশীলতা নির্ণয় করতে পারবেন।
- অজ্ঞাত পরিমাণ অ্যামাইনো অম্লে উপস্থিত নাইট্রোজেনের পরিমাণ নির্ণয় করতে পারবেন।

9.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

কোষ বিভিন্ন বিপাক ক্রিয়ার ফলে হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড (H_2O_2) নামক বিষাক্ত রাসায়নিক পদার্থ উৎপন্ন হয়। ক্যাটালেজ উৎসেচকটি H_2O_2 কে বিশ্লিষ্ট করে H_2O ও O_2 উৎপন্ন করে। তাই ক্যাটালেজকে 'আবর্জনা অপসারণকারী উৎসেচক' (Scavenging enzyme) বলে। H_2O_2 কে সাবস্ট্রেটরূপে ব্যবহার করে তাতে উদ্ভিদ অঙ্গের নির্যাসকে (extract) ক্যাটালেজের উৎস হিসাবে প্রয়োগ করলে কিছুটা H_2O_2 বিশ্লিষ্ট হয়ে যায় এবং অবশিষ্ট H_2O_2 কে $KMnO_4$ এর সাহায্যে টাইট্রেশনের মাধ্যমে পরিমাপ করে ক্যাটালেজের ক্রিয়াশীলতা নির্ধারণ করা যায়।

অ্যামাইনো অম্লগুলি জুইটারায়ন (Zwitterion) গঠন করে বলে তাতে ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন উভয়ই সক্রিয় থাকে। এই কারণে তাদের পরিমাণ অম্লমিতির মাধ্যমে নির্ণয় করা যায় না। অ্যামাইনো অম্লের সাথে ফরম্যালডিহাইডযুক্ত করলে অ্যামাইনো বর্গটি ফরম্যালডিহাইডের সঙ্গে আবদ্ধ হয় কিন্তু কার্বক্সিল বর্গটি মুক্ত থাকায় তারা আম্লিক ধর্ম প্রদর্শন করে। এই অবস্থায় জ্ঞাত ঘনত্বের ক্ষারের সাথে ট্রাইট্রেশন করে অ্যামাইনো অম্লের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। এই পদ্ধতিকে ফরমাল ট্রাইট্রেশন বলে। অ্যামাইনো অম্লটির আণবিক ওজন জানা থাকলে সহজেই অ্যামাইনো নাইট্রোজেনের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। এই পদ্ধতির মাধ্যমে আমরা উদ্ভিদ অঙ্গের অ্যামাইনো অম্লের সঞ্চয় ভাণ্ডার সম্পর্কেও ধারণা লাভ করি।

9.3 ক্যাটালেজের বিক্রিয়ার হার নির্ণয় (Determination of Catalase activity)

9.3.1 কার্যনীতি

সবাত শ্বসনকারী কলায় বিপাকীয় ক্রিয়ার ফলে হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড (H_2O_2) উৎপন্ন হয়। ক্যাটালেজ উৎসেচক এই বিষাক্ত হাইড্রোজেন পারঅক্সাইডে বিশ্লিষ্ট করে H_2O ও O_2 উৎপন্ন করে।

$$2H_2O_2 \xrightarrow{\text{ক্যাটালেজ}} 2H_2O + O_2$$

এইক্ষেত্রে কোন উদ্ভিদ নির্যাসকে ক্যাটালেজের উৎস হিসাবে এবং H_2O_2 কে সাবস্ট্রেটরূপে ব্যবহার করা হয়। নির্দিষ্ট সময়কাল পরে H_2SO_4 প্রয়োগ করে বিক্রিয়া বন্ধ করা হয় এবং অবশিষ্ট H_2O_2 এর পরিমাণকে $KMnO_4$ দ্বারা টাইট্রেশনের মাধ্যমে নির্ণয় করা হয়।

9.3.2 প্রয়োজনীয় উপকরণ

(A) কাঁচের উপকরণ ও যন্ত্রপাতি

কনিক্যাল ফ্লাস্ক, পিপেট, ব্যুরেট (50 ml) আয়তনমাপক চোঙ, পিপেট স্ট্যান্ড, ব্যুরেট স্ট্যান্ড ও ক্ল্যাম্প, ইনকিউবেটর, থার্মোমিটার, খল নুড়ি, ফানেল।

(B) রাসায়নিক উপাদান

1. লঘু H_2O_2 – 0.5 ml ঘন H_2O_2 কে 199.5 ml জলে দ্রবীভূত করে লঘু H_2O_2 বিকারক বানানো হয়।
2. $KMnO_4$ (0.02N) — 632 mg $KMnO_4$ 1 লিটার জলে দ্রবীভূত করে 0.02N $KMnO_4$ বানানো হয়।
3. ফসফেট বাফার — 0.05M যার pH 6.8 হবে। 0.05 M, NaH_2PO_4 এবং একই মোলারিটির Na_2HPO_4 মিশ্রিত করে বাফারের pH কে 6.8 আনতে হবে।
4. 10% H_2SO_4
5. পাতিত জল।

(C) অন্যান্য উপকরণ

ক্যাটালেজের উৎস হিসাবে সতেজ আলু বা বাঁধাকপি, ফিলটার, কাগজ, গ্লাস মার্কিং পেন।

9.3.3 পরীক্ষা পদ্ধতি

1. প্রথমে উদ্ভিদ অংশকে ওজন করে (5 g) ছোট ছোট করে কাটা হল। এইবার খল নুড়ি দিয়ে আলু বা বাঁধাকপির পাতাকে পিষ্ট করে নির্যাস তৈরী করা হল। নির্যাসটি ভালোভাবে তৈরী করার জন্য খল নুড়ি অল্প পরিমাণ ফসফেট বাফার (শীতল) দেওয়া উচিত।
2. নির্যাসকে ফিলটার কাগজের মাধ্যমে পরিস্রুত করে ফসফেট বাফার প্রয়োগ করে নির্যাসের আয়তনকে 25 ml করা হল।
3. উৎসেচকের ক্রিয়া নির্ধারণ করার জন্য দুই ধরনের সেট তৈরী করা হয়।
   ব্ল্যাঙ্ক সেট—যার মধ্যে উৎসেচক অনুপস্থিত থাকে।
   উৎসেচক সেট বা রিয়্যাকশন সেট—যার মধ্যে উৎসেচক থাকে।

(A) প্রতিটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে 1 ml পাতিত জল (H_2O), 8 ml ফসফেট বাফার ও 1 ml H_2O_2 (লঘু) মিশ্রিত করে দু'টি **ব্ল্যাঙ্ক সেট** বানানো হল।

(B) প্রতিটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে 1 ml নির্যাস, 8 ml ফসফেট বাফার ও 1 ml H_2O_2 (লঘু) মিশ্রিত করে **রিয়্যাকশন সেট** বানানো হল।

ব্ল্যাঙ্ক ও রিয়্যাকশন সেট—প্রতিটিরই দু'টি করে সেট বানাবার পর চারটি ফ্লাস্ককে ইনকিউবেটরে 30 মিনিট রাখা হল। এরপর প্রতিটি সেটে 5 ml 10% H_2SO_4 প্রয়োগ করা হল যাতে উৎসেচকের ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায়। অর্থাৎ উৎসেচকের সক্রিয়তার কাল 30 মিনিট।

4. এরপরে ব্যুরেটে 0.02N $KMnO_4$ ঢেলে প্রতিটি ফ্লাস্কের রিয়্যাকশন মিশ্রণকে টাইট্রেট করা হয়। যখনই ফ্লাস্কের তরল হালকা গোলাপী বর্ণ ধারণ করবে এবং বর্ণ অন্তত 30 Sec স্থায়ী হবে তখন ব্যুরেটের চূড়ান্ত পাঠ নিতে হবে।

9.3.4 ফল ও গণনা

ক্যাটালেজ বিক্রিয়ার বুরেট পাঠ (মান কাল্পনিক)

সেট	প্রাথমিক পাঠ (ml)	চূড়ান্ত পাঠ (ml)	গড় পাঠ (ml)
ব্ল্যাঙ্ক সেট			
1	0.0	5.1	$\frac{5.1+4.9}{2}=5.0$
2	5.1	10.0	
রিয়্যাকশন সেট			
1	0.0	2.6	$\frac{2.6+2.4}{2}=2.5$
2	2.6	5.0	
			= 2.5

গণনা : আমরা জানি যে 1 ml 0.02(N) $KMnO_4$ = 0.34 mg H_2O_2

এইক্ষেত্রে ব্ল্যাঙ্কের পাঠ-রিয়্যাকশন সেটের পাঠ = 5.0 – 2.5 = 2.5 ml

∴ ব্যবহৃত H_2O_2 এর পরিমাণ = 2.5 × 0.34 mg H_2O_2

1 ml উৎসেচক 30 মিনিটে 2.5 × 0.34 mg H_2O_2 কে বিশ্লিষ্ট করে

∴ ক্যাটালেজের বিক্রিয়ার হার $\frac{2.5\times0.34}{30}$ mg H_2O_2/ml/ মিনিট

আবার 5 g সতেজ পাতা থেকে 25 ml উৎসেচক তৈরী হয়েছিল

∴ 1 g সতেজ পাতায় উৎসেচক ক্রিয়ার হার = $\frac{2.5\times0.34\times5}{30}$ = 0.14 mg H_2O_2/ মিনিট

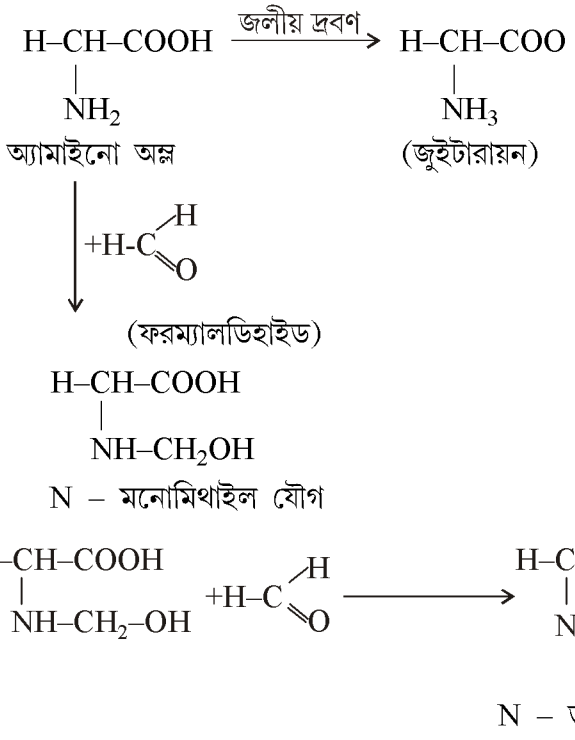
অর্থাৎ এই পরীক্ষায় ক্যাটালেজের বিক্রিয়ার হার = 0.14 mg H_2O_2/গ্রাম/মিনিট

9.4 ফরম্যাল টাইটেশন পদ্ধতিতে অ্যামাইনো নাইট্রোজেনের পরিমাণ নির্ণয় (Determination of amino nitrogen by formal tritration method)

9.4.1 কার্যনীতি

অ্যামাইনো অম্ল অ্যামাইনো গ্রুপ (–NH_2) ও কার্বক্সিল (–COOH) গ্রুপের সমন্বয়ে গঠিত। জলে দ্রবীভূত অবস্থায় অ্যামাইনো অম্ল জুইটারায়ন অবস্থায় থাকে অর্থাৎ এর ক্ষারীয় ও আম্লিক গ্রুপ দু'টিই সক্রিয় থাকে। এই অবস্থায় অ্যামাইনো অম্লের পরিমাণ টাইট্রেশনের মাধ্যমে পরিমাপ করা যায় না। অ্যামাইনো অম্লে ফরম্যালডিহাইড (HCHO) যুক্ত করলে অ্যামাইনো অম্ল N-মনোমিথাইললি বা N-ডিইমাথাইলল যৌগে রূপান্তরিত হয়। এর ফলে NH_2 অঞ্চল বা অ্যাডাক্ট (Aduct) গঠন করে অর্থাৎ

এই অঞ্চলিতে ধনাত্মক আধান থাকে না কিন্তু কার্বক্সিল গ্রুপটি মুক্ত অবস্থায় থাকে। এই অবস্থায় অ্যামাইনো অম্ল প্রকৃতিতে আম্লিক হওয়ায়, $\frac{N}{10}$ NaOH এর সাহায্যে ট্রাইট্রেশন করে অ্যামাইনো অম্লের পরিমাণ মাপা যায়। অ্যামাইনো অম্লটির সংকেত আনবিক ওজন জানা থাকলে সরল পদ্ধতিতে অ্যামাইনো নাইট্রোজেনের পরিমাণও নির্ণয় করা যায়।



N – ডাইমিথাইল যৌগ

9.4.2 প্রয়োজনীয় উপকরণ

(A) কাচের উপকরণ ও যন্ত্রপাতি—কনিকাল ফ্লাস্ক (100 ml), কাচের দণ্ড, রিয়েজেন্ট বোতল, পরিমাপক চোঙ, বুরেট (100 ml), পিপেট স্ট্যান্ড, বুরেট স্ট্যান্ড ও ক্ল্যাম্প, রাসায়নিক তুলাযুন্ত্র ও ওজন বাক্স।

(B) রাসায়নিক উপকরণ—35% প্রশম ফরম্যালডিহাইড, 0.1 N (NaOH), 0.1% ফেনপথ্যালিন (80% অ্যালকোহলে মিশ্রিত), 5% (W/V) গ্লাইসিন, অজ্ঞাত গ্লাইসিন দ্রবণ, পাতিত জল।

অন্যান্য উপকরণ—ওজন মাপার কাগজ, স্প্যাচুলা, গ্লাস মার্কিং পেন।

9.4.3 পরীক্ষা পদ্ধতি

এই পরীক্ষার জন্য দু'টি জ্ঞাত গ্লাইসিন দ্রবণ (0.5%) ও দু'টি অজ্ঞাত গ্লাইসিন দ্রবণের সেট বানানো হয়।

জ্ঞাত গ্লাইসিন দ্রবণের সেট — 100 ml কনিক্যাল ফ্লাস্কে 10 ml 0.5% গ্লাইসিন, 5 ml 35% প্রশম ফরম্যালডিহাইড ও কয়েক ফোঁটা ফেনপথ্যালিন দেওয়া হল।

এরপর ব্যুরেট $\frac{N}{10}$ অর্থাৎ 0.1 (N) NaOH ঢেলে বুরেটের '0' দাগ অবধি পরিপূর্ণ করা হল। 0.1 (N) NaOH এর সাহায্যে প্রতিটি কনিকাল ফ্লাস্কের দ্রবণকে ট্রাইট্রেট করা হয়। প্রতি ক্ষেত্রেই প্রাথমিক ও চূড়ান্ত পাঠ লিপিবদ্ধ করা হল। ফ্লাস্কের দ্রবণে স্থায়ী হালকা গোলাপী বর্ণ সৃষ্টি হলে টাইট্রেশন বা প্রশমন ক্রিয়া সম্পূর্ণ হয়েছে বলে ধরা হবে।

9.4.4 ফলাফল ও গণনা

ফরমাল ট্রাইট্রেশনের ব্যুরেট পাঠ (মানগুলি কাল্পনিক)

গ্লাইসিনের ঘুনত্ব	সেট	প্রাথমিক ব্যুরেট পাঠ (ml)	চূড়ান্ত ব্যুরেট পাঠ (ml)	ব্যবহৃত $\frac{N}{10}$ NaOH	গড় মান (ml)
0.5%	1	0.0	7.1	7.1	7.05
	2	0.0	7.0	7.0	
অজ্ঞাত	1	0.0	4.2	4.2	4.25
	2	0.0	4.3	4.3	

গণনা

10 ml 0.5% গ্লাইসিন = 50 mg গ্লাইসিন

7.05 ml $\frac{N}{10}$ NaOH 50 mg গ্লাইসিনকে প্রশমিত করে।

1 ml $\frac{N}{10}$ NaOH $\frac{50}{7.05}$ mg গ্লাইসিনকে প্রশমিত করে।

4.25 ml $\frac{N}{10}$ NaOH $\frac{50 \times 4.25}{7.05}$ mg গ্লাইসিনকে প্রশমিত করে।

∴ অজ্ঞাত 10 ml দ্রবণে গ্লাইসিনের পরিমাণ = 30.14 mg, বা 3.01 mg/ml

আমরা জানি যে গ্লাইসিনের (CH_2NH_2COOH) আণবিক ওজন = 75 g

75 g গ্লাইসিনে 14 g নাইট্রোজেন থাকে (যেহেতু গ্লাইসিন অণুতে একটি নাইট্রোজেন পরমাণু থাকে এবং নাইট্রোজেনের পারমাণবিক ওজন = 14.

75 g গ্লাইসিন = 14 g নাইট্রোজেন

1 g গ্লাইসিন = $\frac{14}{75}$ g নাইট্রোজেন

3.01 mg গ্লাইসিন (অজ্ঞাত দ্রবণে) = $\frac{14 \times 3.01}{75}$ = 0.56 mg নাইট্রোজেন অর্থাৎ, অজ্ঞাত গ্লাইসিন দ্রবণে নাইট্রোজেনের পরিমাণ 0.56 mg/ml.

9.5 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

1. ক্যাটালেজকে স্ক্যাভেঞ্জিং উৎসেচক বলে কেন?
2. ক্যাটালেজ কিভাবে H_2O_2 কে বিশ্লিষ্ট করে?
3. ক্যাটালেজের ক্রিয়া নির্ণয়ের সময়ে অবশিষ্ট H_2O_2 কে কিসের সাহায্যে ট্রাইট্রেশন করা হয়?
4. নির্দিষ্ট সময় পর ক্যাটালেজের বিক্রিয়া মিশ্রণে কেন H_2SO_4 (10%) প্রয়োগ করেন?
5. A ও B দু'টি বিক্রিয়া মিশ্রণকে 0.02(N) $KMnO_4$ দ্বারা টাইট্রেশন করার ফলে A এর ক্ষেত্রে বুরেট রিডিং 5.6 এবং B এর ক্ষেত্রে 1.1 হল। এ থেকে আপনি কি ধারণা করবেন?
6. অ্যামাইনো নাইট্রোজেন নির্ণয়ের সময় ফরম্যালডিহাইড ব্যবহার করা হয় কেন?
7. $\frac{N}{10}$ NaOH কে কেন অ্যামাইনো অম্ল নির্ধারণ করার জন্য ব্যবহৃত করা হয়?

9.6 উত্তরমালা (Key to the answers)

1. 9.2 দ্রষ্টব্য
2. $2H_2O_2 \xrightarrow{\text{ক্যাটালেজ}} 2H_2O + O_2$
3. 0.02(N) $KMnO_4$ এর সাহায্যে টাইট্রেশন করা হয়।
4. তীব্র অম্লের উপস্থিতিতে সমস্ত উৎসেচকের ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায়।
5. B মিশ্রণটিকে ক্যাটালেজের পরিমাণ বেশী তাই ঐ মিশ্রণে অবশিষ্ট H_2O_2 এর পরিমাণ কম। এই কারণে B মিশ্রণকে ট্রাইট্রেশন করার জন্য কম পরিমাণ $KMnO_4$ ব্যয় হয়েছে।
6. 9.2 (দ্বিতীয় অনুচ্ছেদ) দ্রষ্টব্য
7. ফরমাইলেটেড অবস্থায় অ্যামাইনো অম্লকে প্রশমিত করে অ্যামাইনো অম্লের পরিমাণ নির্ণয় করার জন্য।

একক - 10 ❑ উদ্ভিদের বিভিন্ন অংশে তুলনামূলক শ্বসনের হার নির্ণায়ক পরীক্ষা (Experiment to determine comparative rates of respiration in different parts of plant)

গঠন

10.1 উদ্দেশ্য

10.2 প্রস্তাবনা

10.3 কার্যনীতি

10.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ

10.5 পরীক্ষা পদ্ধতি

10.6 ফল ও গণনা

10.7 সিদ্ধান্ত

10.8 প্রশ্নাবলী

10.9 উত্তরমালা

10.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে আপনি

- শ্বসনের ফলে উদ্ভিদ যে অক্সিজেন শোষণ করে তা পরিমাপ করে শ্বসনের হার নির্ধারণ করতে পারবেন।
- উদ্ভিদের বিভিন্ন অংশে শ্বসনের হার বিভিন্ন হয় সেই সম্বন্ধে জানতে পারবেন।

10.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

যে শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়ায় গ্লুকোজ অণু অক্সিজেনের উপস্থিতিতে সম্পূর্ণ জারিত হয়ে CO_2, H_2O এবং উচ্চ তাপশক্তি নির্গত করে তাকে সবাত শ্বসন বলা হয়।

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 674K \text{ cal}$$

শ্বসন পদ্ধতির ফলে শোষিত O_2 কে পরিমাপ করে শ্বসনের হার নির্ধারণ করা হয়। উদ্ভিদের দেহের বিভিন্ন অংশে শ্বসনের হার বিভিন্ন প্রকার।

10.3 কার্যনীতি (Theory)

অক্সিজেনের উপস্থিতিতে গ্লুকোজ জাতীয় খাদ্যবস্তুর সম্পূর্ণ জারণের মাধ্যমে সবাত শ্বসন সম্পন্ন হয় ও এই শ্বসন প্রক্রিয়ায় গৃহীত অক্সিজেনের সমপরিমাণ কার্বন ডাই অক্সাইড নির্গত হয়।

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 674K \text{ cal}$$

10.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials required)

1. দুটি গোলতল ফ্লাস্ক
2. দুটি ক্ল্যাম্পসহ স্ট্যান্ড
3. দুটি ছিদ্রযুক্ত রাবারের কর্ক
4. দুটি দুই মুখ খোলা সরু কাঁচনল
5. কষ্টিক পটাশের (KOH) পেলেট বা দানা
6. তুলো
7. পেট্রিডিস
8. রঙীন দ্রবণ (ইওসিন মিশ্রিত জল)
9. স্কেল
10. ভেসলিন
11. তুলাযন্ত্র
12. ফুলের পাপড়ি ও উদ্ভিদের মূল

10.5 পরীক্ষা পদ্ধতি (Experiment)

1. একটি গোলতল ফ্লাস্কে বৃতিবিহীন ফুলের পাপড়ি ও আর একটি গোলতল ফ্লাস্কে গাছের মূল রাখুন।
2. একটু তুলোর মধ্যে KOH পেলেটগুলো রেখে তুলোকে ফ্লাস্কের মুখে ঢুকিয়ে দিন।
3. ফ্লাস্ক দুটির ছিপির ভিতর কাঁচের দুটি নল ঢুকিয়ে ছিপি দিয়ে ফ্লাস্কের মুখ বন্ধ করুন।
4. ছিপির সাথে ফ্লাস্কের সংযোগস্থল এবং কাঁচের নলের সাথে ছিপির সংযোগস্থল ভেসলিন দিয়ে বায়ু নিরুদ্ধ করুন।
5. দুটি পেট্রিডিসে রঙীন দ্রবণ রেখে ফ্লাস্ক দুটিকে উল্টো করে এমনভাবে ক্ল্যাম্পের সাহায্যে লাগান যেন কাঁচের নলে উন্মুক্ত প্রান্ত পেট্রিডিসের তরলে ডুবে থাকে কিন্তু পেট্রিডিসের তলায় লেগে না থাকে।
6. সমগ্র পরীক্ষা ব্যবস্থাটি এক ঘণ্টা রেখে দিন।

পর্যবেক্ষণ : এক ঘণ্টার পরে দুটি কাঁচের নল বেয়ে পেট্রিডিস থেকে রঙীন দ্রবণ ওপরে উঠে এসেছে দেখা যাবে।

10.6 ফল ও গণনা (Result and Calculation)

প্রথমে কাঁচনলে উত্থিত রঙীন দ্রবণের উচ্চতা একটি স্কেলের সাহায্যে মেপে নিন। এবার পরীক্ষা ব্যবস্থা দুটি খুলে কাঁচ নলের ভিতরের ব্যাস নির্ধারণ করুন।

এক্ষেত্রে কাঁচনলের মধ্যে উত্থিত তরলের আয়তন = সবাত শ্বসনের ফলে শোষিত অক্সিজেনের

আয়তন = $\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2$. h. cc [d = diameter, h = রঙীন দ্রবণের উচ্চতা]

প্রথম সেটটিতে—

ধরা হল যে ফুলের পাপড়ির ওজন = x g.

যেহেতু পরীক্ষা ব্যবস্থাটি এক ঘণ্টা রাখা হয়েছিল, তাই সবাত শ্বসনের হার

$= \frac{\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2.h.}{x}$ cc শোষিত অক্সিজেন/গ্রাম পাপড়ি/ঘণ্টা

দ্বিতীয় সেটটিতে—

ধরা হল যে উদ্ভিদ এর মূল এর ওজন = y g

∴ সবাত শ্বসনের হার

$$= \frac{\pi\left(\frac{d'}{2}\right)^2 .h}{y} \text{ cc শোষিত অক্সিজেন/গ্রাম মূল/ঘণ্টা।}$$

10.7 সিদ্ধান্ত (Inference)

ফুলের পাপড়ি ও উদ্ভিদের মূল সবাত শ্বসনের সময় বায়ুরুদ্ধ ফ্লাস্কের অক্সিজেন শোষণ করেছে ও সম আয়তন কার্বন ডাই অক্সাইড নির্গত করেছে। ফ্লাস্কে উপস্থিত KOH সেই কার্বন ডাই অক্সাইড শোষণ করে। শ্বসনে অক্সিজেন শোষিত হওয়ার ফলে ফ্লাস্কে শূন্যতার সৃষ্টি হয়েছিল এবং যা পূরণ করার জন্য পেট্রিডিস থেকে রঙীন দ্রবণ নল বেয়ে ওপরে উঠে আসে। দুটি ফ্লাস্কের কাঁচের নলে রঙীন দ্রবণের উচ্চতা ভিন্ন। যে ফ্লাস্কে ফুলের পাপড়ি নেওয়া হয়েছিল তাতে রঙীন দ্রবণের উচ্চতা বেশি হওয়ায় ইহা প্রমাণিত হয় যে ফুলের পাপড়িতে উদ্ভিদের মূল অপেক্ষা শ্বসনের হার বেশী।

10.8 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

(i) শ্বসনের পরীক্ষায় ফ্লাস্কটিকে বায়ুনিরুদ্ধ না করলে কী হবে?

(ii) শ্বসনের পরীক্ষা ব্যবস্থাটিকে সবুজ পাতা ব্যবহার করলে কী ফলাফল লক্ষ্য করা যাবে?

10.9 উত্তরমালা (Key to the answers)

(i) KOH পেলেটগুলি CO_2 শোষণ করলেও ফ্লাস্কটিতে শূন্যস্থানের সৃষ্টি হবে না। কারণ ফ্লাস্কটি বায়ুনিরুদ্ধ না হলে বাইরে থেকে বাতাস ঢুকে ঐ শূন্যস্থান পূরণ করবে। ফলে কাঁচনল দিয়ে তরল ওপরে উঠবে না।

(ii) সবুজ পাতা সালোকসংশ্লেষ করে ফ্লাস্কে অক্সিজেন সরবরাহ করবে ফলে প্রকৃত শূন্যস্থানের সৃষ্টি হবে না।

পর্যায়–II

উদ্ভিদ শারীর বিদ্যা

একক - 11 ❑ শতাংশ এবং মোলার দ্রবণ প্রস্তুতকরণ (Preparation of percent and molar solution)

গঠন

11.1 উদ্দেশ্য

11.2 প্রস্তাবনা

11.3 দ্রবণ প্রস্তুতকরণের প্রয়োজনীয় উপকরণ

11.4 দ্রবণ প্রস্তুতকরণ পদ্ধতি

11.4.1 শতাংশ দ্রবণ

11.4.2 মোলার দ্রবণ

11.5 প্রশ্নাবলী

11.6 উত্তরমালা

11.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি অধ্যয়ন করার পর আপনি

- আদর্শ দ্রবণ কাকে বলে তা বলতে পারবেন।
- শতাংশ দ্রবণ (% দ্রবণ), মোলার দ্রবণ কিভাবে প্রস্তুত করতে হয়, তা জানতে পারবেন।

11.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

উদ্ভিদ শারীরবিদ্যা সংক্রান্ত বিভিন্ন বিষয়গুলি ভালভাবে বোঝবার জন্য সরাসরি উদ্ভিদ কলা এবং উদ্ভিদের কোন একটি অংশকে বিশেষভাবে নিরীক্ষণ করবার প্রয়োজন হয়। এই ধরনের নিরীক্ষণ করার জন্য পরীক্ষাগারে আদর্শ দ্রবণ প্রস্তুত করতে হয়। এই এককটিতে এইজন্য আদর্শ দ্রবণ (Standard solution) কাকে বলে এবং পরীক্ষাগারে নিজের হাতে কিভাবে আদর্শ দ্রবণ প্রস্তুত করতে হয়, তা আপনারা বিশদভাবে জানতে পারবেন।

11.3 দ্রবণ প্রস্তুতকরণের প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials Required)

1. কাঁচের বিকার (glass beaker)—250 ml, 500 ml, 1000 ml.
2. মাপক চোঙ (measuring cylinders)—100 ml, 500 ml.
3. ঘনায়তনিক ফ্লাস্ক (volumetric flask)—1 lit
4. ফানেল (funnel)
5. পিপেট (pipettes)—5 ml, 10 ml, 20 ml.
6. কাঁচের দণ্ড (glass rod)
7. ওজন যন্ত্র (weighing machine)
8. ওজন বাক্স (weight box)
9. রাসায়নিক দ্রব্য (chemicals)
10. পাতিত জল (distilled water)

11.4 দ্রবণ প্রস্তুতকরণ পদ্ধতি (Preparation of solutions)

দুই বা ততোধিক পদার্থের অণুগুলি একটি তরল মাধ্যমে পরস্পরের থেকে পৃথক অবস্থায় ছড়িয়ে থাকলে তাকে দ্রবণ (solution) বলে। দ্রবণের মধ্যে যে অণুগুলি ছড়িয়ে থাকে তাকে দ্রাব (solute) এবং যার মধ্যে ছড়িয়ে থাকে তাকে দ্রাবক (solvent) বলে। যেমন জলের মধ্যে চিনি মেশালে তৈরি হয় চিনির দ্রবণ (solution)। এই দ্রবণে চিনি দ্রাব (solute) এবং জল দ্রাবক (solvent)। এরকমভাবে প্রস্তুত কোন একটি দ্রবণে কতটা পরিমাণ দ্রাব মিশ্রিত রয়েছে তার পরিমাণ জানা থাকলে সেই দ্রবণকে আদর্শ দ্রবণ (Standard solution) বলা হয়। রসায়নাগারে শারীরবৃত্তীয় (physiological) ও জৈব রাসায়নিক (biochemical) ব্যবহারের জন্য সাধারণতঃ চার প্রকার আদর্শ দ্রবণ ব্যবহার করা হয়। এগুলি হল—শতাংশ দ্রবণ (percentage solution), প্রমাণ দ্রবণ (normal solution), মোলার দ্রবণ (molar solution) এবং মোলাল দ্রবণ (molal solution)।

11.4.1 শতাংশ দ্রবণ (Percentage বা % Solution)

কোন কঠিন (solid) পদার্থের ভার (weight) নির্ণয় করে, তাকে দ্রাবকে (solvent) দ্রবীভূত (dissolve) করলে 100 ভাগ দ্রবণের (solution) কত ভাগ ভার দ্রাব (solute) আছে, তাকে ভার শতাংশ (percentage weight by volume বা % w/w) বলা হয়। আবার কোন তরল (liquid) দ্রাবের আয়তন (volume) নির্ণয় করে, তাকে দ্রাবকে দ্রবীভূত করলে 100 ভাগ আয়তন দ্রবণে যতভাগ আয়তন দ্রাব আছে, তাকে আয়তন শতাংশ (percentage volume by volume বা % V/V) বলা হয়।

উদাহরণস্বরূপ আপনাকে 10% গ্লুকোজ (glucose) দ্রবণ বানাতে হলে প্রথমে ওজনযন্ত্রের সাহায্যে 10 গ্রাম গ্লুকোজ ওজন করে নিতে হবে। এরপর একটি 250 ml বিকারে 90 ml পাতিত জল নিয়ে ঐ 10 গ্রাম গ্লুকোজ তাতে ঢেলে একটি কাঁচদণ্ডের সাহায্যে সেটি মিশ্রিত করে দিলে 10% গ্লুকোজের ভার দ্রবণ (10% solution of glucose, w/w) প্রস্তুত হবে।

অনুরূপ আপনাকে 10% অ্যালকোহল (alcohol) দ্রবণ বানাকে হলে প্রথমে একটি পিপেটের সাহায্যে 10 ml অ্যালকোহল মেপে নিতে হবে। এরপর একটি 250 ml বিকারে 90 ml জল মাপক চোঙের সাহায্যে মেপে নিয়ে তাতে ঐ 10 ml অ্যালকোহল মিশিয়ে সেটি একটি কাঁচদণ্ডের সাহায্যে ভালভাবে মিশ্রিত করে দিলে 10% অ্যালকোহলের আয়তন দ্রবণ (10% solution of alcchiol, V/V) প্রস্তুত হবে।

11.4.2 মোলার দ্রবণ (Molar Solution)

কোন পদার্থের এক গ্রাম আণবিক ভার বস্তুকে ওজন করে জলে দ্রবীভূত করে তাকে 1 লিটার পরিমাণ করলে ঐ দ্রবণকে মোলার (M) অক্ষর দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

যেমন 1 মোলার গ্লুকোজ (glucose) দ্রবণ বানাতে হলে আপনাকে 1 গ্রাম আণবিক ওজনের গ্লুকোজ ওজন যন্ত্রের সাহায্যে ওজন করে তাকে জলে দ্রবীভূত করে 1 লিটার দ্রবণ বানাতে হবে। অতএব আপনাকে প্রথমে জানতে হবে গ্লুকোজের গ্রাম আণবিক ভার কত? আমরা জানি যে গ্লুকোজের আণবিক ভার $C_6H_{12}O_6 = (12 \times 6) + (1 \times 12) + (16 \times 6) = 180$ অর্থাৎ গ্লুকোজের গ্রাম আণবিক ভার হল 180 গ্রাম। কাজেই 1 মোলার গ্লুকোজ দ্রবণ করতে হলে 180 গ্রাম গ্লুকোজ ওজন করে একটি 1 লিটার ঘনায়তানিক ফ্লাস্কে (volumetric flask) সেটিকে পাতিত জলে দ্রবীভূত করে তাতে আরও পাতিত জল মিশিয়ে দ্রবণের আয়তন 1 লিটার করতে হবে। এভাবে তৈরী হবে 1M গ্লুকোজ দ্রবণ।

11.5 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

(i) শতাংশ দ্রবণ বলতে কী বোঝেন?

(ii) এক মোলার গ্লুকোজ দ্রবণ কীভাবে তৈরী করবেন?

(iii) গ্লুকোজের অর্ধ লিটার মোলার (1M) দ্রবণে কতটা পরিমাণ গ্লুকোজ দরকার?

(iv) সুক্রোজের 1M দ্রবণে কতটা সুক্রোজ থাকবে?

(v) দুই লিটার 0.85% NaCl দ্রবণ বানাতে গেলে কতটা NaCl নিতে হবে?

11.6 উত্তরমালা (Key to the answers)

(i) 11.4.1 অংশের প্রথম অনুচ্ছেদ দেখুন।

(ii) 11.4.2 অংশ দেখুন।

(iii) 90 g.

(iv) $C_{12}H_{22}O_{11}$ এর আণবিক ওজন হল 342.3 g, সুতরাং 1M Sucrose এর প্রতি লিটার দ্রবণে 342.3 g সুক্রোজ থাকবে।

(v) 0.85 g লাগে প্রতি 100 ml দ্রবণে, 8.5 g লাগে প্রতি লিটারে, সুতরাং 2 লিটারে লাগবে $8.5 \times 2 = 17$ g NaCl.

একক - 12 ❑ রিও (*Rhoeo*) পাতার সাহায্যে প্লাজমো-লাইসিস প্রদর্শন (Demonstration of Plasmolysis by *Rhoeo* leaves)

গঠন

12.1 উদ্দেশ্য

12.2 প্রস্তাবনা

12.3 কার্যনীতি

12.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ

12.5 পরীক্ষা পদ্ধতি

12.6 পর্যবেক্ষণ

12.7 ফলাফল

12.8 সিদ্ধান্ত

12.9 সাবধানতা

12.10 প্রশ্নাবলী

12.11 উত্তরমালা

12.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি অধ্যয়ন করার পর আপনি

- প্লাজমোলাইসিস কি তা বুঝিয়ে দিতে পারবেন।
- কোষরসের ঘনত্ব কিভাবে নির্ধারণ করা যায় তার বিবরণ দিতে পারবেন।
- মাইক্রোস্কোপের সাহায্যে রিও পাতার (*Rhoeo*) কোষে প্রোটোপ্লাজমের সংকোচন দেখে প্রারম্ভিক প্লাজমোলাইসিস নির্ণয় করতে পারবেন।

12.2 প্রস্তাবনা

আমরা জানি যে ব্যবহারিক জ্ঞান ছাড়া উদ্ভিদবিদ্যার পঠন-পাঠন সম্পন্ন হয় না। বিশেষতঃ উদ্ভিদ শারীরবিদ্যা (Plant Physiology) ও জৈব-রসায়নবিদ্যা (biochemistry) সংক্রান্ত বিভিন্ন বিষয়গুলি ভালভাবে বোঝবার জন্য সরাসরি উদ্ভিদ কলা অথবা উদ্ভিদের কোন একটি অংশকে বিশেষভাবে নিরীক্ষণ করবার প্রয়োজন হয়। এরজন্য অনেক সময় উদ্ভিদ অঙ্গটিকে নির্দিষ্ট ঘনত্বের শর্করা অথবা অম্ল বা ক্ষারীয় দ্রবণের মধ্যে নিমজ্জিত রাখতে হয়। যেমন কোষরসের ঘনত্ব নির্ণয়ের জন্য রিও পাতার অংশবিশেষ বিভিন্ন ঘনত্বের শর্করা দ্রবণে ডুবিয়ে রাখা হয়। কাজেই এই ধরনের পরীক্ষা নিরীক্ষার জন্য পরীক্ষাগারে (laboratory) আদর্শ দ্রবণ প্রস্তুত করতে হয়। এই এককটিতে নির্দিষ্ট পরীক্ষার (experiment) মাধ্যমে প্লাজমোলাইসিস কী এবং প্লাজমোলাইসিস থেকে কিভাবে কোষরসের ঘনত্ব (osmotic concentration) নির্ধারণ করা যায়, তা শিখতে পারবেন।

12.3 কার্যনীতি (Theory)

কোন উদ্ভিদ কোষকে সমমাত্রিক দ্রবণে (isotonic solution) নিমজ্জিত করলে কোষের কোনরকম অভিস্রবণীয় চাপের পরিবর্তন হয় না। কিন্তু ওই কোষটিকে অতিমাত্রিক দ্রবণে (hypertonic solution) নিমজ্জিত করলে বাইরের দ্রবণের গাঢ়ত্ব কোষরসের গাঢ়ত্ব অপেক্ষা বেশী হওয়ায় বহিঃ অভিস্রবণ (exosmosis) পদ্ধতিতে কোষ মধ্যস্থ জল বাইরের দ্রবণে বেরিয়ে আসে। এর ফলে কোষর রসস্ফীতির চাপ কমে যায়, কোষ গহ্বর (vacuole) সঙ্কুচিত হয় এবং প্রোটোপ্লাজম কোষপ্রাচীর থেকে সরে এসে কেন্দ্রে ঘনীভূত হয়। কোষের এই বিশেষ অবস্থাকে প্লাজমোলাইসিস (Plasmolysis) বলে। যে অবস্থায় কোষে প্রথম প্লাজমোলাইসিস শুরু হয় তাকে প্রারম্ভিক প্লাজমোলাইসিস (incipient plasmolysis) বলা হয়। এই পরীক্ষাটির মাধ্যমে *Rhoeo* পাতার সাহায্যে বিভিন্ন ঘনত্বের দ্রবণে উদ্ভিদ কোষের প্লাজমোলাইটিক অবস্থার ধারাবাহিক পরিবর্তন মাইক্রোস্কোপের সাহায্যে দেখা যায়।

12.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials Required)

1. রিও (*Rhoeo discolor*) পাতা
2. 1 মোল গ্লুকোজ দ্রবণ (1 M glucose solution)
3. পাতিত জল (distilled water)
4. 6 জোড়া পেট্রিডিস (petridish)
5. পিপেট (5 ml ও 10 ml)

6. মাপক চোঙ (measuring cylinder)
7. কাঁচের দণ্ড (glass rod)
8. স্লাইড (slides)
9. কভারস্লিপ (cover slips)
10. একটি যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্র (compound microscope)
11. তুলি (brush)
12. গ্রাফ কাগজ (graph paper)

12.5 পরীক্ষা পদ্ধতি (Experiment)

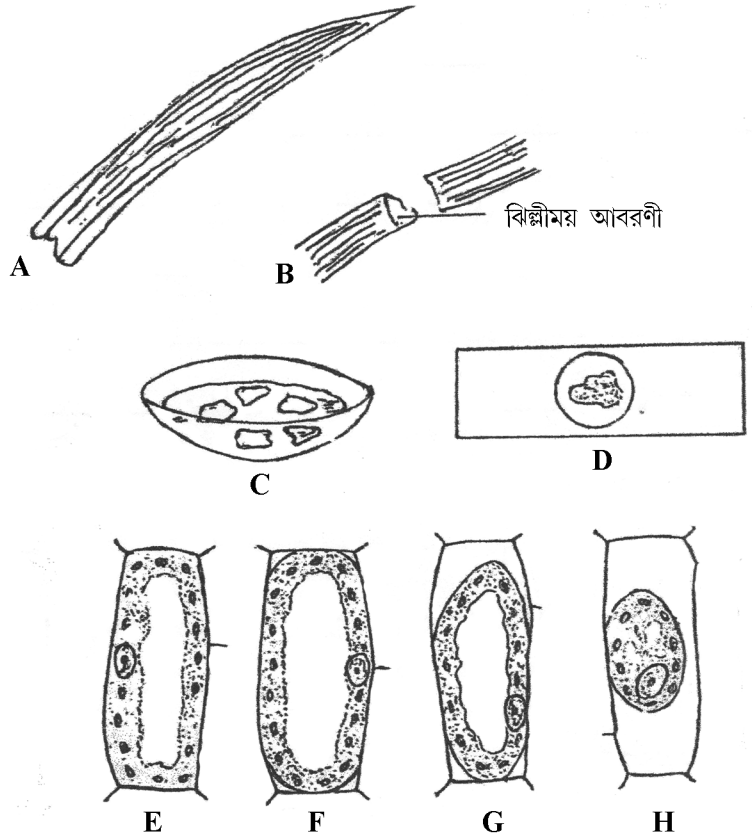
1 মোলার ঘন গ্লুকোজ দ্রবণ থেকে পেট্রিডিসগুলিতে পিপেটের সাহায্যে যথাক্রমে 1, 2, 3, 4 ও 5 মিলিলিটার গ্লুকোজ দ্রবণ রাখুন। এরপর ঐ প্রেট্রিডিসগুলিতে যথাক্রমে 9, 8, 7, 6 ও 5 মিলিলিটার পাতিত জল মেশান। এর ফলে যথাক্রমে 0.1M, 0.2M, 0.3M, 0.4M ও 0.5M গ্লুকোজ দ্রবণ তৈরী হল। অপর একটি পেট্রিডিসে রিও পাতার নিচের ত্বক (লাল রঙের) আলগাভাবে তুলে নিয়ে (peel) তার পাতলা ঝিল্লীময় আবরণটি পাতিত জলে রাখুন। এই অবস্থায় পাতার পিল করা অংশগুলি ওপরের গ্লুকোজ দ্রবণের পাঁচটি পোট্রিডসে ও একটি শুধুমাত্র জলে ডুবিয়ে আধঘণ্টা ঢেকে রাখুন।

আধঘণ্টা পরে প্রতিটি দ্রবণ থেকে পিল করা পাতার অংশগুলি তুলে ছটা স্লাইডে নিজ নিজ দ্রবণে মাউন্ট করে কভারস্লিপ দিতে ঢেকে দিন।

12.6 পর্যবেক্ষণ (Observation)

যৌগিক অণুবীক্ষণের সাহায্যে পাতার পিলগুলি পর্যবেক্ষণ করলে দেখবেন যে শুধু জলে রাখা পাতার আবরণ কলার (epidermis) প্রোটোপ্লাস্টে কোন পরিবর্তন হয়নি অর্থাৎ অণুবীক্ষণের তলায় যেকটি কোষ দেখা যাচ্ছে তা একই রকমের। নিম্নগাঢ়ত্বের (0.1M, 0.2M) গ্লুকোজ দ্রবণে রাখা আবরণী কোষগুলিতে প্রারম্ভিক প্লাজমোলাইসিস লক্ষ্য করুন। অপরদিকে উচ্চ গাঢ়ত্বের (0.3M, 0.4M) গ্লুকোজ দ্রবণে রাখা পাতার আবরণের কোষগুলিতে প্রোটোপ্লাজমের সম্পূর্ণ সংকোচন অর্থাৎ প্লাজমোলাইসিস দেখতে পাবেন। (চিত্র 12.1 দেখুন)।

এখন, পাতিত জল এবং বিভিন্ন গ্লুকোজ দ্রবণের ঘনত্ব (M) অনুসারে রাখা প্রতিটি স্লাইডের তিনটি জায়গা থেকে মোট স্বাভাবিক কোষসংখ্যা গণনা করুন এবং প্রতি মাইক্রোস্কোপিক ফিল্ডে (microscopic field) প্লাজমোলাইসিস সমন্বিত কোষ আছে কিনা এবং থাকলে প্রতি মাইক্রোস্কোপিক ফিল্ডে তার সংখ্যা কত, তা গণনা করুন।



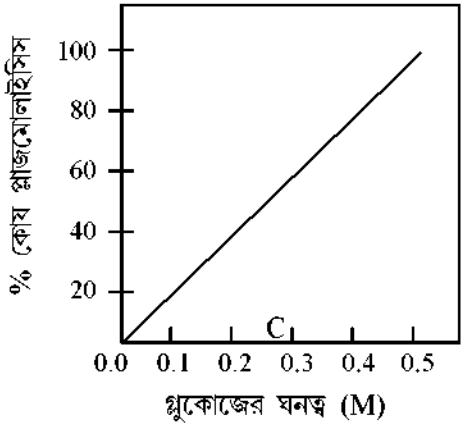
চিত্র : 12.1 রিও পাতার সাহায্যে প্লাজমোলাইসস দেখানো হচ্ছে।

[A—একটি *Rhoeo* পাতা, B—নিম্নত্বক পিল করবার পাতার পাতার ঝিল্লীময় আবরণী, C—দ্রবণে নিমজ্জিত পাতার ঝিল্লীময় আবরণী, D—স্লাইডে মাউন্ট করা পাতার আবরণী, E—H—বিভিন্ন ঘনত্বের গ্লুকোজ দ্রবণে (0.0M–0.5M) রাখা পাতার আবরণীতে প্লাজমোলাইসিসের ক্রমিক পর্যায়। E—স্বাভাবিক কোষ, F—প্রারম্ভিক প্লাজমোলাইসিস, প্রোটোপ্লাজম কোষপ্রাচীরের কোণা থেকে সামান্য সরে গিয়েছে, G—আংশিক প্লাজমোলাইসিস, প্রোটোপ্লাজম আরও সংকুচিত হয়েছে, H—সম্পূর্ণ প্লাজমোলাইসিস অর্থাৎ প্রোটোপ্লাজম সম্পূর্ণ কুঞ্চিত হয়েছে।]

12.7 ফলাফল (Results)

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	গ্লুকোজ দ্রবণের ঘনত্ব (M)	কোষসংখ্যা (প্রতি মাইকো-স্কোপিক ফিল্ড)	গড় কোষ সংখ্যা (প্রতি মাইক্রোস্কো-পিক ফিল্ড)	প্লাজমোলাইসিস সমন্বিত কোষ সংখ্যা (প্রতি) মাইক্রোস্কো-পিক ফিল্ড)	প্লাজমোলাই-সিস সমন্বিত কোষের গড় (প্রতি মাইক্রো-স্কোপিক ফিল্ড)	প্লাজমোলাই-সিসের শতকরা পরিমাণ (%)
1.	0.0 (পাতিত জল)					
2.	0.1					
3.	0.2					
4.	0.3					
5.	0.4					
6.	0.5					

পরীক্ষায় প্রাপ্ত প্লাজমোলাইসিস সমন্বিত কোষের শতকরা পরিমাণ একটি গ্রাফপেপারের y অক্ষ বরাবর এবং গ্লুকোজ দ্রবণের ঘনত্ব (M) X অক্ষ বরাবর বসিয়ে যে লেখচিত্রটি পাবেন, তার থেকে আপনাকে বার করতে হবে যে গ্লুকোজ দ্রবণের ঠিক কত ঘনত্বে (M) 50% কোষে প্লাজমোলাইসিস হয়েছে। গ্লুকোজ দ্রবণের উক্ত ঘনত্বকে 'C' দ্বারা চিহ্নিত করুন। উদ্ভিদ শারীরবিদ্যা বিশারদদের (Plant physiologist) মতে 50% কোষে প্লাজমোলাইসিস পরিলক্ষিত হলে তা প্রারম্ভিক প্লাজমোলাইসিস (incipient plasmolysis) সূচিত করে। এই বিশেষ গ্লুকোজ দ্রবণের ঘনত্ব (C) তাই প্রকৃতপক্ষে কোষরসের গড় ঘনত্ব (mean concentration of vacuolar sap) নির্দেশ করে। (চিত্র 12.2 দেখুন)।



চিত্র : 12.2 গ্রাফ-কাগজের সাহায্যে প্রারম্ভিক প্লাজমোলাইসিস এবং কোষ রসের ঘনত্ব (C) নির্ণয় করা দেখান হচ্ছে। C = 0.26

লেখচিত্র থেকে প্রাপ্ত এই 'C' থেকে কোষের অভিস্রবণীয় চাপ (osmotic pressure) খুব সহজেই OP = CRT এই সূত্র (formula) থেকে বার করতে পারবেন। [এখানে OP = অসমেটিক প্রেসার (osmotic pressure) বা অভিস্রবণীয় চাপ, C = কোষরসের গড় ঘনত্ব (M), R = গ্যাস ধ্রুবক (gas constant ≅ 0.082) এবং T = পরম তাপমাত্রা (absolute temperature) অর্থাৎ 273+ পরীক্ষাগারের তাপমাত্রা] কাজেই 'C' এর মান কত মোলার লেখচিত্র থেকে জেনে গেলে সহজেই আপনি কোষের অভিস্রবণীয় চাপ বার করতে পারবেন।

12.8 সিদ্ধান্ত (Inference)

রিও পাতার কোষরসের চেয়ে গ্লুকোজ দ্রবণের ঘনত্ব বেশী হলে পাতার কোষের জল বহিঃ অভিস্রবণ (exosmosis) পদ্ধতিতে দ্রবণে বেরিয়ে এসেছে। এর ফলে কোষের প্রোটোপ্লাজম, কোষ প্রাচীর থেকে প্রথমে কোন কোন জায়গায় ছেড়ে এসেছে এবং বাইরের দ্রবণের গাঢ়ত্ব আরও বাড়ার সঙ্গে সঙ্গে প্রোটোপ্লাজম কোষপ্রাচীর থেকে সম্পূর্ণ সরে এসে কেন্দ্রে ঘনীভূত হয়েছে।

12.9 সাবধানতা (Precautions)

1. 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 ও 0.5 ..... মোলার গ্লুকোজ দ্রবণ বানাবার সময় সতর্ক থাকতে হবে, যাতে গ্লুকোজ ও পাতিত জলের অনুপাত ঠিক থাকে।
2. রিও পাতার পিল করা পত্রত্বক সবসময় যেন নির্দিষ্ট দ্রবণে নিমজ্জিত থাকে, ভেসে না ওঠে।
3. স্লাইডে তুলে দেখবার সময় পত্রত্বক যেন নিজ নিজ দ্রবণেই মাউন্ট করা হয়।

12.10 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

1. প্লাজমোলাইসিস কাকে বলে?
2. একটি উদ্ভিদকোষকে স্বল্পমাত্রিক ও অতিমাত্রিক দ্রবণে নিমজ্জিত করলে কোষটির কী পরিবর্তন হবে?
3. উদ্ভিদকোষে অভিস্রবণীয় চাপ কোন সূত্রের (formula) সাহায্যে বার করবেন?

12.11 উত্তরমালা (Key to the answers)

1. 12.3 অংশ দেখুন।
2. কোন উদ্ভিদ কোষকে স্বল্পমাত্রিক (hypotonic) দ্রবণে নিমজ্জিত করলে জল শোষণ করে কোষ স্ফীত হয়। ঐ কোষকে অতিমাত্রিক (hypertonic) দ্রবণে নিমজ্জিত করলে কোষ মধ্যস্থ জল বাইরের দ্রবণে বেরিয়ে আসে। তাই কোষ কুঞ্চিত হয়।
3. OP = CRT সূত্রের সাহায্যে।

একক - 13 ❑ আলুর স্ফীত কন্দের সাহায্যে ওজন পরিমাপ পদ্ধতিতে কোষের অভিস্রবণীয় চাপ নির্ধারণ (To Determine Osmotic Pressure by weighing method with Potato Tuber)

গঠন

13.1 উদ্দেশ্য

13.2 প্রস্তাবনা

13.3 কার্যনীতি

13.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ্য

13.5 পরীক্ষা পদ্ধতি

13.6 পর্যবেক্ষণ

13.7 ফলাফল

13.8 সিদ্ধান্ত

13.9 সাবধানতা

13.10 প্রশ্নাবলী

13.11 উত্তরমালা

13.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটিতে বর্ণিত পরীক্ষা অনুশীলন করার পর আপনি---

- কোষের অভিস্রবণীয় চাপ বার করতে পারবেন।
- সমমাত্রিক (isotonic) ও অতিমাত্রিক (hypertonic) দ্রবণ সম্বন্ধে ধারণা করতে পারবেন।

13.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

কোষের অভিস্রবণীয় চাপ নির্ধারণ করার জন্য আলুর স্ফীতকন্দের অংশবিশেষ বিভিন্ন ঘনত্বের শর্করা দ্রবণের মধ্যে নিমজ্জিত রাখতে হয়। শর্করা দ্রবণের ঘনত্ব কোষরসের ঘনত্বের থেকে কম হলে কোষের মধ্যে জল প্রবেশ করে ওজন বৃদ্ধি ঘটায়। আবার শর্করা দ্রবণের ঘনত্ব কোষরসের ঘনত্বের থেকে বেশী হলে কোষ থেকে জল বেরিয়ে আসে এবং ওজন হ্রাস পায়। পরীক্ষাগারে তুলাযন্ত্রের সাহায্যে আলুর স্ফীত কন্দের অংশগুলির ওজন পরিমাপ করে কোষের অভিস্রবণীয় চাপ নির্ণয় করা যায়।

13.3 কার্যনীতি (Theory)

কোন উদ্ভিদকোষকে সমমাত্রিক (isotonic) দ্রবণে নিমজ্জিত (submerged) করলে কোষটির কোনরকম পরিবর্তন হয়না। আবার ঐ কোষটিকে স্বল্পমাত্রিক (hypotonic) দ্রবণে নিমজ্জিত করলে জল শোষণ করে কোষ স্ফীত হয়। কোষ মধ্যে অভিস্রবণীয় চাপ (Osmotic pressure) বেশী থাকায় দ্রাবক (জল) অন্তঃ অভিস্রবণ (endosmosis) পদ্ধতিতে কোষের অভ্যন্তরে প্রবেশ করে। ঐ কোষকে পুনরায় অতিমাত্রিক (hypertonic) দ্রবণে নিমজ্জিত করলে বাইরের দ্রবণের গাঢ়ত্ব কোষরসের গাঢ়ত্ব অপেক্ষা বেশী হওয়ায় বহিঃ অভিস্রবণ (ex-osmosis) পদ্ধতিতে কোষমধ্যস্থ জল বাইরের দ্রবণে বেরিয়ে আসে। কোষের এই বিশেষ অবস্থাকে প্লাজমোলাইসিস বলে। এই পরীক্ষার মাধ্যমে বিভিন্ন ঘনত্বের দ্রবণে উদ্ভিদ কোষের (আলুর কাটা অংশে) প্লাজমোলাইসিস অবস্থা লক্ষ্য করা হয় এবং কোষরসের ঘনত্ব পরিমাপ করে অভিস্রবণ চাপ নির্ণয় করা হয়।

13.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials Required)

1. আলুর স্ফীতকন্দ (*Solannm tuberosum*)
2. এক মোলার গ্লুকোজ দ্রবণ (1 M glucose solution)
3. পাতিত জল (distilled water)
4. 50 ml বিকার (beaker) 6টি + ঢাকার জন্য পেট্রিডিস-6টি
5. কর্ক বোরার (cork borer) প্রায় 1 সেমি ব্যাসযুক্ত
6. পিপেট (pipette) (5 ও 10 ml এর)
7. কাঁচের দণ্ড (glass rod)
8. মাপক চোঙ (measuring cylinder)

9. তুলাযন্ত্র (pan balance)
10. ওজনবাক্স (weight box)
11. স্ক্যালপেল (scalpel)
12. ব্লেড (blade)
13. ব্লটিং কাগজ (blotting paper)
14. গ্রাফ কাগজ (graph paper)

13.5 পরীক্ষা পদ্ধতি (Experiment)

1 মোলার ঘন গ্লুকোজ দ্রবণ থেকে পিপেটের সাহায্যে যথাক্রমে 2, 4, 6, 8 ও 10 ml গ্লুকোজ তুলে 5টি বিকারে রাখুন। এবারে ঐ বিকারগুলিতে যথাক্রমে 18, 16, 14, 12 ও 10 ml পাতিত জল মেশান। এর ফলে 20 ml করে যথাক্রমে 0.1M, 0.2M, 0.3M, 0.4M ও 0.5M গ্লুকোজ দ্রবণ তৈরী হল। একটি বিকারে শুধুমাত্র 20 ml পাতিত জল নিন, যেখানে গ্লুকোজের ঘনত্ব শূন্য (0.0M)। বিকারগুলি এরপর পাশাপাশি গ্লুকোজের ঘনত্ব অনুসারে সাজিয়ে রাখুন।

স্ক্যাল্‌পেল্‌ (scalpel) দিয়ে একটি বড় আলুর খোসা ছাড়িয়ে নিন ও কর্ক বোরারের (cork-borer) সাহায্যে প্রায় 1 সেমি ব্যাসযুক্ত বেলনাকৃতি (cylindrical) অংশটি বার করে আনুন। একটি ব্লেড দিয়ে ছোট ছোট করে আলু অংশটি কাটুন এবং পাতিত জলে আলুর টুকরোগুলো ভাল করে ধুয়ে নিন। এরপর ব্লটিং কাগজ দিয়ে আলুর বাইরের দিকে লেগে থাকা অতিরিক্ত জল শুষে নিয়ে 5 গ্রাম করে ওজন করুন। প্রতিটি বিকারে 5 গ্রাম করে ওজন করা আলুর টুকরা নিমজ্জিত করুন এবং বিকারগুলিকে ঢাকা দিয়ে 1 ঘণ্টা ঐভাবে রেখে দিন।

একঘণ্টা পরে প্রতিটি বিকার থেকে আলুর টুকরাগুলি বার করে ব্লটিং কাগজ দিয়ে আলুর গায়ে লেগে থাকা জল শোষণ করুন। প্রতিটি আলুর প্রান্তিক ওজন (final weight) নথিভুক্ত (record) করুন।

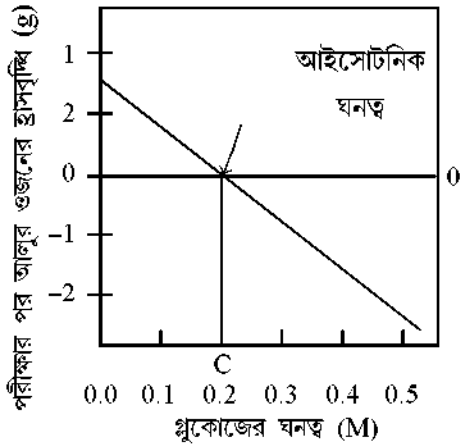
13.6 পর্যবেক্ষণ (Observation)

এক ঘণ্টা পরে ওজন নিয়ে দেখবেন যে পাতিত জলে এবং কম ঘনত্বের গ্লুকোজ দ্রবণে নিমজ্জিত আলুর টুকরার ওজন বৃদ্ধি পেলেও বেশী ঘনত্বের গ্লুকোজ দ্রবণে রাখা আলুর টুকরার ওজন প্রারম্ভিক ওজন থেকে অনেক হ্রাস পেয়েছে।

13.7 ফলাফল (Results)

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	গ্লুকোজ দ্রবণের ঘনত্ব (M)	আলুর টুকরার ওজন		ওজনের (গ্রাম) তারতম্য '+' বা '–'
		প্রারম্ভিক (গ্রাম)	প্রান্তিক (গ্রাম)	
1.	0.0 (জল)			
2.	0.1			
3.	0.2			
4.	0.3			
5.	0.4			
6.	0.5			

পরীক্ষায় প্রাপ্ত ওজনের তারতম্য একটি গ্রাফ কাগজের Y-অক্ষ বরাবর এবং গ্লুকোজের ঘনত্ব (M) কে X-অক্ষ বরাবর বসিয়ে যে লেখচিত্রটি পাবেন, তার থেকে আপনি বুঝতে পারবেন যে গ্লুকোজ দ্রবণের ঠিক কোন ঘনত্বে আলুর টুকরার ওজনের কোনরকম তারতম্য ঘটেনি। এই বিশেষ গ্লুকোজ দ্রবণের ঘনত্বকে (লেখচিত্র থেকে প্রাপ্ত) কোষরসের ঘনত্ব বলে নির্ণয় হয় এবং এটিকে 'C' দ্বারা চিহ্নিত করুন। (চিত্র 13.1 দেখুন)।



চিত্র : 13.1 লেখচিত্রের সাহায্যে আলুর স্ফীতকন্দে কোষরসের ঘনত্ব (C) নির্ণয় করা দেখান হচ্ছে।

কোষরসের এই ঘনত্ব (Concentration of cell sap) বা C থেকে কোষের অভিস্রবণীয় চাপ (osmotic pressure) খুব সহজে আপনি OP = CRT সূত্রে (formula) সাহায্যে বার করতে পারবেন। [এই সূত্রানুসারে OP = কোষের অভিস্রবণীয় চাপ, C = প্রাপ্ত কোষরসের ঘনত্ব (M), R = গ্যাস ধ্রুবক (constant ≅ 0.082) এবং T = পরম তাপমাত্রা (absolute temperature) অর্থাৎ 273+ পরীক্ষাকক্ষের তাপমাত্রা।] কাজেই লেখচিত্র থেকে প্রাপ্ত 'C' এর মান বসিয়ে আপনি কোষের অভিস্রবণীয় চাপ বার করবেন।

13.8 সিদ্ধান্ত (Inference)

শুধুমাত্র পাতিত জলে অথবা কম ঘনত্বের গ্লুকোজ দ্রবণে রাখা আলুর টুকরার ওজন 1 ঘণ্টা পরে বৃদ্ধি পেয়েছে। কারণ আলুর কোষরসের চেয়ে গ্লুকোজ দ্রবণের ঘনত্ব কম থাকায় স্বল্পমাত্রিক (hypotonic) দ্রবণে জল অন্তঃঅভিস্রবণ (endosmosis) প্রক্রিয়ায় দ্রবণ থেকে কোষে প্রবেশ করেছে। কিন্তু বেশী ঘনত্বের গ্লুকোজ দ্রবণে নিমজ্জিত আলুর টুকরার ওজন 1 ঘণ্টা পরে কমে গিয়েছে। সেক্ষেত্রে আলুর কোষরসের চেয়ে গ্লুকোজ দ্রবণের ঘনত্ব বেশী থাকায় অতিমাত্রিক (hypertonic) দ্রবণে কোষমধ্যস্থ জল বহিঃ অভিস্রবণ (exosmosis) প্রক্রিয়ায় বাইরের গ্লুকোজ দ্রবণে বেরিয়ে এসেছে। এরমধ্যে যে বিশেষ ঘনত্বের গ্লুকোজ দ্রবণে রাখা আলুর টুকরার ওজন 1 ঘণ্টা পরে প্রায় একই রয়েছে, অর্থাৎ হ্রাসবৃদ্ধি প্রায় কিছুই ঘটেনি, সেই ঘনত্বের গ্লুকোজ দ্রবণকে সমমাত্রিক দ্রবণ (লেখচিত্র থেকে সঠিক ঘনত্ব পেয়েছেন) বা isotonic solution রূপে চিহ্নিত করা হয়েছে।

13.9 সাবধানতা (Precautions)

1. 0.1, 0.2, 0.3 ..... মোলার গ্লুকোজ দ্রবণ প্রস্তুতির সময় খুব সতর্কতার সঙ্গে গ্লুকোজ দ্রবণ ও পাতিত জল মিশ্রিত করবেন, যাতে দ্রবণে গ্লুকোজের ঘনত্ব সঠিক থাকে।
2. লক্ষ্য রাখবেন যাতে আলুর টুকরাগুলি যেন সবসময় নির্দিষ্ট মোলার দ্রবণে নিমজ্জিত থাকে এবং দ্রবণের বাইরে বেরিয়ে না আসে।
3. প্রতিবার ওজন করবার আগে ব্লটিং কাগজ দিয়ে অতিরিক্ত জল শুষে নেবেন এবং সেক্ষেত্রে কখনই এমনভাবে চাপ দেবেন না যাতে কোষের ভিতরে জল বাইরে বেরিয়ে যায়।

13.10 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

(i) একটি আলুর টুকরোকে কোন শর্করা দ্রবণে রেখে দিলে এক ঘণ্টা পরে যদি তার ওজন

কমে যায় তাহলে দ্রবণটি কি সমমাত্রিক, অতিমাত্রিক না স্বল্পমাত্রিক—বুঝিয়ে বলুন।

(ii) উপরিউক্ত পরীক্ষার সময়ে 1 মোলার ঘন গ্লুকোজ দ্রবণ থেকে কিভাবে 20 ml 0.1(M) গ্লুকোজ দ্রবণ তৈরী করবেন?

13.11 উত্তরমালা (Key to the answers)

(i) শর্করা দ্রবণটি অতিমাত্রিক। এর কারণ আপনারা জানেন যে অতিমাত্রিক দ্রবণে নিমজ্জিত করলে একটি উদ্ভিদ কোষের ভিতরকার কোষরসের ঘনত্বের চেয়ে বাইরের শর্করা দ্রবণের ঘনত্ব বেশী থাকে। এর ফলে কোষমধ্যস্থ জল বহিঃঅভিস্রবণ পদ্ধতির মাধ্যমে বাইরের শর্করা দ্রবণে বেরিয়ে আসে। একাধিক কোষ থেকে এভাবে জল বেরিয়ে যাওয়ায় স্বভাবতই আলুর টুকরার ওজন প্রারম্ভিক ওজন থেকে কমে যায়।

(ii) 2 ml 1 মোলার ঘন শর্করা দ্রবণ নিয়ে তার সাথে 18 ml পাতিত জল মেশাতে হবে।

একক - 14 ❑ ওজন পদ্ধতিতে বাষ্পমোচনের হার নির্ধারণ পরীক্ষা (To Determine the Rate of Transpiration by weighing Method)

গঠন

14.1 উদ্দেশ্য

14.2 প্রস্তাবনা

14.3 কার্যনীতি

14.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ

14.5 পরীক্ষা পদ্ধতি

14.6 পর্যবেক্ষণ

14.7 ফলাফল

14.8 সিদ্ধান্ত

14.9 সাবধানতা

14.10 প্রশ্নাবলী

14.11 উত্তরমালা

14.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

যে প্রাকৃতিক পদ্ধতিতে উদ্ভিদের দেহ থেকে পত্ররন্ধ্রের সাহায্যে শোষিত জল বাষ্পাকারে অপসারিত হয় তাকে বলে বাষ্পমোচন।

এই এককটিতে বর্ণিত পরীক্ষা অনুশীলন করার পর আপনি—

- বাষ্পমোচনের হার কিভাবে নির্ণয় করা যায় তা বলতে পারবেন।

14.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

প্রতিটি উদ্ভিদ বেঁচে থাকার জন্য মাটি থেকে মূলের সাহায্যে জল শোষণ করে। এই শোষিত জলের

অল্প পরিমাণই উদ্ভিদ তার বিপাকীয় কার্যে ব্যবহার করে। অবশিষ্ট অংশ উদ্ভিদ বায়ুমণ্ডলে পরিত্যাগ করে। উদ্ভিদের সজীব কোষ দ্বারা এইভাবে বাষ্পাকারে জল ত্যাগ করার নামই প্রস্বেদন বা বাষ্পমোচন। পরীক্ষাগারে উদ্ভিদের এই বাষ্পমোচনের হার নির্ণয় করা যায়।

14.3 কার্যনীতি (Theory)

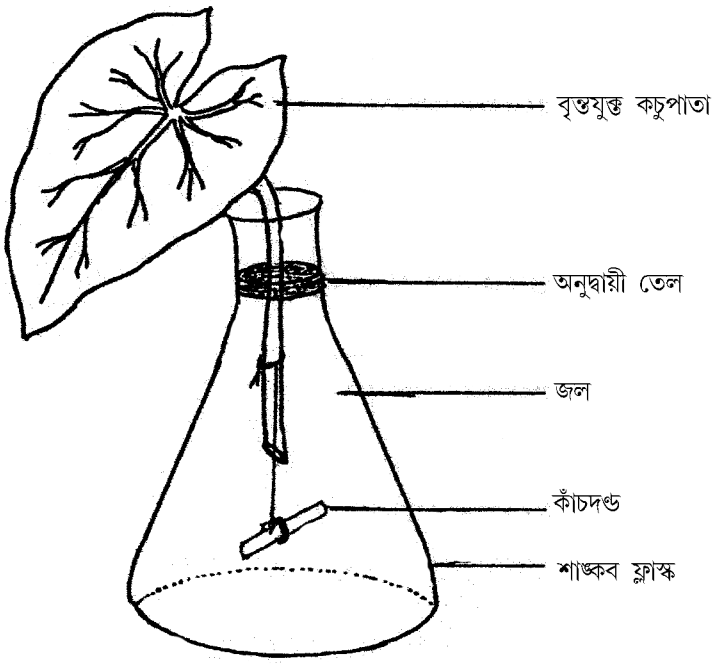
উদ্ভিদ যে পরিমাণ জল শোষণ করে, তার খুব সামান্য অংশ তার বিপাকীয় (metabolic) কাজে ব্যবহৃত হয় এবং প্রয়োজনের অতিরিক্ত এই জল উদ্ভিদ বিভিন্ন প্রক্রিয়া দ্বারা বায়ুমণ্ডলে নির্গমণ করে। উদ্ভিদদেহের বায়বীয় অংশের সজীব কোষ থেকে বাষ্পাকারে (vapour form) জল ত্যাগ করার এই পদ্ধতিকে প্রস্বেদন বা বাষ্পমোচন (transpiration) বলা হয়। সাধারণভাবে পাতাই উদ্ভিদের প্রধান প্রস্বেদন অঙ্গ এবং নির্গত জলের অধিকাংশই পত্ররন্ধ্রের (stomata) মাধ্যমে পরিত্যক্ত হয় বলে এই পরীক্ষার জন্য বৃন্তযুক্ত সবুজ পাতা পরীক্ষার উপকরণ হিসাবে নেওয়া হয়। পাতার প্রতি বর্গ এককে বাষ্পমোচনের হারও নির্ণয় করা হয়।

14.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Requirements)

1. একটি 250 ml এর শাঙ্কব ফ্লাস্ক (conical flask)
2. সদ্য তুলে আনা দীর্ঘ বৃন্তযুক্ত (petiolate) কচুপাতা (Arum leaf)
3. জল
4. অনুদ্বায়ী তেল (সরিষা তেল)
5. জলের ট্রে
6. ব্লেড
7. সুতা
8. ছোট কাঁচের দণ্ড (sinker)
9. প্যান তুলাযন্ত্র (pan balance)
10. বাটখারা (weight box)
11. গ্রাফ কাগজ (graph paper)
12. পেন্সিল

14.5 পরীক্ষা পদ্ধতি (Experimental Procedure)

প্রথমে শাঙ্কব ফ্লাস্কটির গলা পর্যন্ত জল দিয়ে ভর্তি করুন। কচুপাতার বৃন্তটির উপরিভাগে একটি সুতো দিয়ে ছোট কাঁচের দণ্ডটি (sinker) বেঁধে দিন। এরপর বৃন্তটির প্রান্তভাগ একটি জলপূর্ণ ট্রের মধ্যে ঢুকিয়ে ব্লেড দিয়ে তির্যকভাবে কেটে দিন। কাটার সময় লক্ষ্য রাখুন যাতে বৃন্তের দৈর্ঘ্য এমন হয় যাতে সেটি ফ্লাস্কের তলা থেকে সামান্য ওপরে উঠে থাকে। কাটার পর কচু পাতার বৃন্তটি তৎক্ষণাৎ ফ্লাস্কের জলে ডুবিয়ে দিন ও এমনভাবে পাতাটিকে রাখুন যাতে সুতা দিয়ে ঝোলান কাঁচের দণ্ডটি নীচে ঝুলে থাকে ও বাতাসে পত্রফলকটি বেশী নড়াচড়া না করতে পারে। ফ্লাস্কের জলের ওপরতলে সামান্য অনুদ্বায়ী তেল ঢেলে দিন যাতে জলের ওপরে তেলের একটি স্তর তৈরী হয়। এরপর ফ্লাস্কটিকে ভাল করে মুছে নিয়ে পাতাসহ ফ্লাস্কটির প্যান তুলাযন্ত্রের ওজন নিন ও একঘণ্টা আলো বাতাসযুক্ত স্থানে রেখে দিন। একঘণ্টা পরে পাতাসহ ফ্লাস্কটির পুনরায় ওজন নিন। প্রথম ওজন (w_1) ও দ্বিতীয় ওজন (w_2) খাতায় নথিভুক্ত (record) করুন। এবার পাতাটি ফ্লাস্ক থেকে বার করে এনে এর ফলকটি (lamina)



চিত্র : 14.1 ওজন পদ্ধতিতে বাষ্পমোচনের হার নির্ধারণ পরীক্ষার মাধ্যমে দেখান হচ্ছে।

একটি গ্রাফ কাগজে রেখে তার কিনারা (margin) বরাবর পেন্সিল দিয়ে সীমানা আঁকুন ও গ্রাফকাগজের বড় বড় ঘরগুলিকে (1টি বড় ঘর = 1 বর্গ সেমি) ও সীমানার মধ্যে বাকি ঘরগুলিকে গুণে পাতার আয়তন (leaf area) নির্ণয় করুন। (চিত্র 14.2 দেখুন)

14.6 পর্যবেক্ষণ (Observation)

পাতাসহ শাঙ্কব ফ্লাস্কের প্রথম ওজন (w_1 গ্রাম) অপেক্ষা এক ঘণ্টা পরে নেওয়া দ্বিতীয় ওজন (w_2 গ্রাম) কম হয়েছে।

14.7 ফলাফল (Results)

ধরা যাক, পাতাসহ ফ্লাস্কটির প্রথম ওজন = W_1 গ্রাম

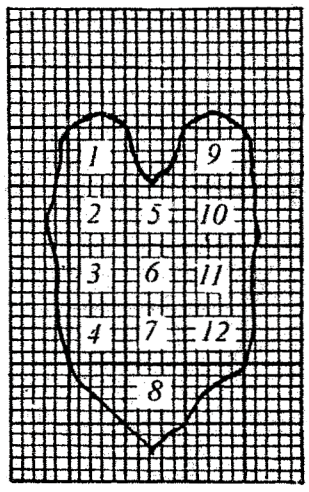
এক ঘণ্টা পরে পাতাসহ ফ্লাস্কটির দ্বিতীয় ওজন = W_2 গ্রাম

∴ বাষ্পমোচনের ফলে নির্গত জলের পরিমাণ $(W_1 - W_2)$ গ্রাম

$$\therefore \text{বাষ্পমোচনের হার} = \frac{\text{নির্গত জলের পরিমাণ (গ্রাম)}}{\text{সময় (ঘণ্টা)} \times \text{পাতার আয়তন (বর্গ সে.মি.)}}$$

এখানে নির্গত জলের পরিমাণ $(W_1 - W_2) = x$ গ্রাম, পাতার আয়তন = y বর্গ সেমি ও সময় = 60 মিনিট বা 1 ঘণ্টা ধরলে সমীকরণটি হবে

বাষ্পমোচনের হার = $\frac{x}{y}$ গ্রাম/সেমি^{2}/ঘণ্টা



চিত্র : 14.2 গ্রাফ কাগজের সাহায্যে পাতার আয়তন নির্ণয় করা হচ্ছে।

(এখানে 1টি বড় ঘর = 1 বর্গ সেমি এবং 25টি ছোট ঘর = 1 বর্গ সেমি। দেখা যাচ্ছে যে পাতাটিতে বড় ঘর 12টি এবং ছোট ঘরের সংখ্যা 57টি (আনুমানিক) কাজেই পাতার আয়তন 12 বর্গ. সেমি $\times \frac{57}{25}$ বর্গসেমি = 14.28 বর্গসেমি।

14.8 সিদ্ধান্ত (Inference)

আলো-বাতাসযুক্ত স্থানে রাখায় পাতাটির উন্মুক্ত ফলক থেকে বাষ্পমোচনকালে জল বাষ্পাকারে বেরিয়ে যাওয়ার ফলেই প্রথমবার অপেক্ষা দ্বিতীয়বারের ওজন কমে গিয়েছে। জলের ওপরে অনুদ্বায়ী তেলের স্তর থাকায় ফ্লাস্কের জল বাষ্পীভূত (evaporation) হতে পারেনি, কাজেই ধরে নিতে অসুবিধা হবার কথা নয় যে যতটা ওজন হ্রাস পেয়েছে, সেটাই হল এক ঘণ্টায় বাষ্পমোচনের (Transpiration) ফলে নির্গত জলের ওজন।

14.9 সাবধানতা (Precautions)

1. পাতার বৃন্তটি এমনভাবে কাটবেন যাতে বৃন্তের তলার কাটা অংশটি ফ্লাস্কের তল স্পর্শ না করে এবং কাটার সময় ওটি জলের মধ্যে ডুবিয়ে কাটবেন, না হলে কর্তিক অংশ দিয়ে বায়ু ঢুকে জলের প্রবাহ ব্যহত করবে।
2. পাতার বৃন্তটি ফ্লাস্কে ডোবানোর পরে তেল ঢালবেন, না হলে বৃন্তের কাটা অংশে তেল লেগে জলশোষণ বন্ধ হয়ে যাবে।
3. পাতার বৃন্তের উপরিভাগে অবশ্যই ছোট কাঁচদণ্ড (sinker) বেঁধে দেবেন, না হলে হাওয়ায় পাতাটি বাইরে বেরিয়ে যেতে পারে।

14.10 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

(i) বাষ্পমোচন বলতে আপনি কী বোঝেন?

(ii) একটি পাতায় বাষ্পমোচন হার মাপার সময় ফ্লাস্কের জলের ওপরিতলে অনুদ্বায়ী তেল দেবার কারণ কী?

(iii) ওজন পদ্ধতিতে যে সমীকরণের দ্বারা বাষ্পমোচনের হার মাপা হয় সেটি বলুন।

(iv) কচু পাতার বৃন্তটি ফ্লাস্কে ঢোকাবার সময় তির্যকভাবে কাটা হয় কেন?

(v) পাতার বৃন্তটি জলের নীচে ঢুকিয়ে কাটবার কারণ কী?

14.11 উত্তরমালা (Key to the answers)

(i) 14.3 অনুচ্ছেদের প্রথম অংশ দেখুন।

(ii) তেলের স্তর জলের উপরিতল হইতে জল বাষ্পীভূত (evaporation) হতে দেয় না। তেল অনুদ্বায়ী না হলে তা সহজেই ব্যপন প্রক্রিয়ায় বাতাসে মিশে যাবে।

(iii) 14.7 অংশটি দেখুন।

(iv) তির্যকভাবে কাটা হলে তা বৃন্তের জলশোষণকারী পৃষ্ঠতল (surface area) বাড়িয়ে দেয়।

(v) জলে রেখে না কাটলে জাইলেম বাহিকায় বায়ু ঢুকে জলের প্রবাহে বাধা দান করবে ফলে বাষ্পমোচন ব্যহত হবে।

একক - 15 ❑ বিভিন্ন ধরনের শুষ্ক বীজ কর্তৃক জলের আত্মভূতি বা ইম্বাইবিশনের পরীক্ষা (To Demonstrate the Phenomenon of Imbibition with the help of Different Types of Dry Seeds)

গঠন

15.1 উদ্দেশ্য

15.2 প্রস্তাবনা

15.3 কার্যনীতি

15.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ

15.5 পরীক্ষা পদ্ধতি

15.6 পর্যবেক্ষণ

15.7 ফলাফল

15.8 সিদ্ধান্ত

15.9 সাবধানতা

15.10 প্রশ্নাবলী

15.11 উত্তরমালা

15.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটিতে উল্লিখিত পরীক্ষা অনুশীলন করার পর আপনি---

- শ্বেতসার (starch), প্রোটিন (protein) ও স্নেহজাতীয় (fatty) শুষ্ক বীজ কর্তৃক জল শোষণের হার নির্ধারণ করতে পারবেন।

15.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

জলাকর্ষী (hydrophilic) কোলয়েড কর্তৃক জল শোষণ করার প্রক্রিয়াকে বলে আত্মভূতি বা ইম্বাইবিশন (imbibition)। আপনারা দেখেছেন যে জলভেদ্য শুষ্ক বীজকে জলের সংস্পর্শে রাখলে তা জল শোষণ করে ও স্ফীত হয়। বিভিন্ন ধরনের জৈব রাসায়নিক পদার্থের এই ধর্ম থাকলেও প্রোটিনের ইম্বাইবিশন ক্ষমতা সর্বাধিক, শ্বেতসারে কম এবং ফ্যাটে সর্বাপেক্ষা কম হয়। এই কারণে ছোলাবীজে (প্রোটিন জাতীয়), গমের (শ্বেতসার জাতীয়) বীজ অপেক্ষা অধিক ইম্বাইবিশন পরিলক্ষিত হয়।

15.3 কার্যনীতি (Theory)

আত্মভূতি বা ইম্বাইবিশন উদ্ভিদের একটি শারীরবৃত্তীয় (physiological) পদ্ধতি, যেখানে ব্যাপন চাপের (diffusion pressure) পার্থক্যের জন্য জল বহিঃমাধ্যম থেকে উদ্ভিদদেহে গৃহীত হয়। সাধারণত শুষ্ক বীজ জলের অথবা জলীয় বাষ্পের সংস্পর্শে এলে এই পদ্ধতির মাধ্যমে জল গ্রহণ করে স্ফীত (swollen) হয় এবং নিটোল বীজে পরিণত হয়। বীজের শুষ্ক ও কঠিন অংশের মৃত কোষপ্রাচীরের উপাদান বহিঃমাধ্যম থেকে এভাবে জল গ্রহণ করে। কোষপ্রাচীর উপাদান এবং প্রোটোপ্লাজমের হাইড্রোফিলিক কোলয়েড (hydrophilic colloids) কর্তৃক এইপ্রকার জল-শোষণকে আত্মভূতি বা ইম্বাইবিশন বলা হয়। প্রোটন, শর্করা, সেলুলোজ ইত্যাদি একাধিক জৈব রাসায়নিক (biochemical) পদার্থের এই ধর্ম আছে। এদের মধ্যে প্রোটিন (protein) শর্করার (carbohydrate) ইম্বাইবিশন ক্ষমতা বেশী, ও ফ্যাটের (fat) ক্ষেত্রে এই ধর্ম কম। যেহেতু আত্মভূত পদার্থের (imbibing subrtance) অণুর সমসংযোগের (cohesion) ওপর এই ইম্বাইবিশন নির্ভরশীল, জলে রাখলে ভিন্ন ধরণের বীজ পৃথক পৃথক হারে ইম্বাইবিশন পরিলক্ষিত হয়। সুতরাং বিভিন্ন ধরনের (প্রোটিন, শর্করা ও ফ্যাট) বীজ কর্তৃক জলের ইম্বাইবিশন পরিমাপ করার জন্য এই পরীক্ষাটির অবতারণা।

15.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials required)

1. শুষ্ক ছোলা বীজ (প্রোটিনযুক্ত)
2. শুষ্ক গম (শ্বেতসারযুক্ত)
3. শুষ্ক রেড়ি (ফ্যাটযুক্ত)
4. বিকার (beaker) 50 ml এর 6টি
5. একটি কাঁচদণ্ড (glass rod)
6. অংশাঙ্কিত পরিমাপক চোঙ (measuring cylinder) 50 ml একটি
7. পাতিত জল (distilled water)

8. প্যান তুলাযন্ত্র সহ বাটখারা (pan balance with weight box)
9. ব্লটিং কাগজ (blotting paer)
10. গ্রাফ কাগজ (graph paper)

15.5 পরীক্ষা পদ্ধতি (Experiment)

ছোলা, গম ও রেড়ি—এই তিনধরনের শুষ্ক বীজ প্রতিটির 5 গ্রাম করে দু'টি সেট প্যান-তুলাযন্ত্রে ওজন করে নিন। ছ'টি বিকারে 30 মিলি করে পাতিত জল পরিমাপক চোঙের সাহায্যে মেপে নিয়ে ঢালুন। এবার ওজন করা বীজগুলি(5 গ্রাম করে) প্রতিটি বিকারের জলে দিন এবং কাঁচদণ্ডের সাহায্যে নাড়িয়ে বীজগুলিকে পুরোপুরি নিমজ্জিত করুন। বীজসহ বিকারগুলিকে এই অবস্থায় স্বাভাবিক তাপমাত্রায় রেখে জলগ্রহণ করতে দিন। ঠিক এক ঘণ্টা পরে প্রতিটি বিকার থেকে পৃথকভাবে বীজগুলি তুলে নিন, বীজের গায়ে লেগে থাকা জল ব্লটিং কাগজের সাহায্যে আলতো ভাবে শুষে নিন এবং প্রতিটির ওজন লিপিবদ্ধ করুন।

15.6 পর্যবেক্ষণ (Observation)

বীজগুলির কুঞ্চিত অবস্থা থেকে মসৃণ অবস্থা প্রাপ্ত হয়েছে এবং কিছু কিছু বীজ (বিশেষতঃ ছোলাবীজ) জল শোষণ করে স্ফীত অবস্থা প্রাপ্ত হয়েছে।

15.7 ফলাফল (Results)

ব্যবহৃত বীজ	পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	প্রাথমিক ওজন (W_1 গ্রাম)	প্রান্তিক ওজন (1 ঘণ্টা পরে) (গ্রাম)	গড় প্রান্তিক ওজন (W_2 গ্রাম)	গৃহীত জলের পরিমাণ (W_2–W_1 গ্রাম)	% ইম্বাইবিশন $\frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$
ছোলা	1.	5	—	—	—	—
	2.	5	—	—	—	—
গম	1.	5	—	—	—	—
	2.	5	—	—	—	—
রেড়ি	1.	5	—	—	—	—
	2.	5	—	—	—	—

এরপর একটি গ্রাফ কাগজে x অক্ষ বরাবর যথাক্রমে ছোলা, গম ও রেড়ি বীজ এবং তিনধরণের বীজ কর্তৃক জলগ্রহণের শতকরা পরিমাণ (ফলাফল থেকে প্রাপ্ত) অর্থাৎ প্রতি 100 গ্রাম বীজ কর্তৃক

জলগ্রহণ বা ইম্বাইবিশন (গ্রাম %) y অক্ষ বরাবর বসালে একটি দণ্ডচিত্র (bar diagram) পাবেন। এটি দেখে সহজেই এই তিনধরনের বীজে ইম্বাইবিশানের পরিমাণ জানতে পারবেন।

15.8 সিদ্ধান্ত (Inference)

শুষ্ক অবস্থায় বীজের প্রোটোপ্লাজমস্থিত কোলয়ডাল বস্তুগুলির জলের ব্যাপন চাপ (diffurion pressure) থাকে শূন্য। কাজেই জলভেদ্য কোন শুষ্ক বীজকে বিশুদ্ধ জলে নিমজ্জিত করলে ব্যাপন চাপের নতিমাত্রা (gradient) এত প্রকট (steep) হয় যে খুব তাড়াতাড়ি জল আত্মভূত পদার্থের (imbibant) মধ্যে প্রবেশ করতে থাকে। জল প্রবেশ করামাত্র বীজ মধ্যস্থ জলের ব্যাপন চাপ শূন্য থেকে বৃদ্ধি পেতে শুরু করে এবং যতক্ষণ পর্যন্ত বাইরের জলের ব্যাপন চাপ ও বীজের ভিতরে জলের ব্যাপনচাপ সমান না হয়, ততক্ষণ পর্যন্ত জল বাইরে থেকে বীজের মধ্যে প্রবেশ করতে থাকে, এভাবে স্থিতাবস্থায় (equilibrium) এসে পৌঁছালে বীজ কর্ত্তৃক জলশোষণ বা ইম্বাইবিশন বন্ধ হয়।

পরীক্ষায় ব্যবহৃত তিনধরনের বীজের মধ্যে প্রোটিন (ছোলাবীজ) অধিকতম এবং ফ্যাট (রেড়ি বীজ) স্বল্পতম হাইড্রোফিলিক কোলয়েড হওয়ায় ছোলাবীজে সর্বাধিক এবং রেড়ি বীজে সর্বনিম্ন ইম্বাইবিশন পরিলক্ষিত হয়। শর্করাযুক্ত গমে ইম্বাইবিশন এই দুইয়ের মাঝামাঝি হয়ে থাকে।

15.9 সাবধানতা (Precautions)

1. বীজের প্রারম্ভিক ওজন নেবার সময় ছোট ও বড় বীজ নিয়ে এভাবে ওজন করতে হবে যাতে সঠিক তা 5 গ্রাম হয়।
2. জলশোষণের পর (1 ঘণ্টা পরে) প্রান্তিক ওজন নেবার সময় বীজের গায়ে লেগে থাকা জল ব্লটিং কাগজের সাহায্যে আলতো ভাবে শুষে নিতে হবে।

15.10 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

1. আত্মভূতি বা ইম্বাইবিশন বলতে কী বোঝেন?
2. শর্করা, প্রোটিন ও ফ্যাটের মধ্যে ইম্বাইবিশন ক্ষমতা কার সর্বাধিক ও কেন?
3. জলভেদ্য কোন শুষ্ক বীজকে নিমজ্জিত করলে সেটি জলগ্রহণ করে ফুটে ওঠে কেন?

15.11 উত্তরমালা (Key to the answers)

1. 15.3 অনুচ্ছেদ দেখুন।
2. প্রোটিনের। কারণ এটি অন্যদের অপেক্ষা অধিক হাইড্রোফিলিক।
3. 15.8 অংশের প্রথম অনুচ্ছেদ দেখুন।

একক - 16 ❑ TTC (Triphenyl Tetrazolium Chloride) পরীক্ষা দ্বারা বীজের কার্যক্ষমতা নির্ধারণ (To Demonstrate the viability of seeds with the help of TTC)

গঠন

16.1 উদ্দেশ্য

16.2 প্রস্তাবনা

16.3 কার্যনীতি

16.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ

16.5 পরীক্ষা পদ্ধতি

16.6 পর্যবেক্ষণ

16.7 ফলাফল ও গণনা

16.8 সিদ্ধান্ত

16.9 সাবধানতা

16.10 প্রশ্নাবলী

16.11 উত্তরমালা

16.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে আপনি জানতে পারবেন যে কিভাবে বীজের কার্যক্ষমতা পরীক্ষাগারে নির্ধারণ করা যায়।

16.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

কোন বীজের সুপ্ত ভ্রূণ জাগ্রত হওয়ার নাম অঙ্কুরোদ্গম। পরীক্ষাগারে Triphenyl Tetrazolium Chloride ব্যবহার করে অংকুরনযোগ্য বীজ সংখ্যা শতকরা হারে নির্ণয় করা হয়। উদাহরণ হিসাবে

বলা যেতে পারে ১০০টি বীজ পরীক্ষা করে কতগুলি বীজের কার্যক্ষমতা আছে বের করলেই শতকরা হারে বীজের কার্যক্ষমতা নির্ণয় করা যায়।

16.3 কার্যনীতি (Theory)

বীজের কার্যক্ষমতা নির্ণয় করার জন্য Triphenyl Tetrazolium Chloride (TTC) দ্বারা পরীক্ষা সর্বাপেক্ষা অধিক বিশ্বস্ত ও সর্বাধিক প্রচলিত।

যে সকল জীবিত কোষে শ্বসন প্রক্রিয়া চলে সেখানে বর্ণহীন triphenyl tetrazolium chloride নামক রাসায়নিক পদার্থের দ্রবন (solution) যোগ করলে dehydrogenase উৎসেচকের উপস্থিতিতে লাল বর্ণের Formazan যৌগ উৎপন্ন হয়।

Formazen জীবিত কোষকে লাল বর্ণে রঞ্জিত করে। এই পরীক্ষা দ্বারা অতি সহজেই জীবিত ও মৃত কোষ সনাক্ত করা যায়। পরীক্ষাগারে জলে ভিজানো বীজে Triphenyl Tetrazolium Chloride এর দ্রবণ যোগ করে খুব সহজেই প্রদত্ত বীজের অঙ্কুরোদ্গমের কার্যক্ষমতা নির্ধারণ করা যায়।

16.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials required)

1. পেট্রিডিস
2. ফরসেপস
3. ড্রপার
4. দুই/তিন প্রকারের ভিজানো বীজ
5. ব্লটিং পেপার
6. 2, 3, 5-Triphenyl Tetrazolium Chloride এর 1% জলীয় দ্রবণ (1 g Triphenyl Tetrozolium Chloride জলে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণের পরিমাণ 100 ml করতে হবে)।

16.5 পরীক্ষা পদ্ধতি (Experiment)

দুই বা তিন প্রকার বীজ সাধারণত জলে ভিজিয়ে রাখুন। তারপর বীজগুলি ছুরির সাহায্যে দুই টুকরা করে ভ্রূণগুলিকে উন্মুক্ত করুন। ভ্রূণ সমেত অর্ধক বীজ Triphenyl Tetrazolium Chloride দ্রবণে (1%) রাখুন।

16.6 পর্যবেক্ষণ (Observation)

১ ঘণ্টা পর লক্ষ্য করবেন যে কিছু বীজের ভ্রূণ লাল বর্ণ ধারণ করেছে ও কিছু বীজের ভ্রূণের বর্ণ কোনরূপ পরিবর্তন হয় নাই।

16.7 ফলাফল (Results)

পরীক্ষা পূর্বে বীজের সংখ্যা গুণে রাখলে কতগুলি বীজের ভ্রূণের রঙ পরিবর্তন হয়েছে সেই সংখ্যা থেকে নিম্নলিখিত উপায়ে বীজের শতকরা হারে কার্যক্ষমতা নির্ণয় করা যাইতে পারে।

$$\text{বীজের শতকরা কার্যক্ষমতা} = \frac{\text{লাল বর্ণের বীজের সংখ্যা}}{\text{সমগ্র বীজের সংখ্যা}} \times 100$$

16.8 সিদ্ধান্ত (Inference)

জীবিত কোষে যে ডিহাইড্রোজিনেস (dehyodrogenase) নামক উৎসেচক থাকে তাহা Triphenyl Tetrazolium Chloride নামক যৌগকে বিজারিত করে লাল বর্ণের farmazan নামক যৌগ উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়া কেবলমাত্র সেইসব জীবিত কোষেই ঘটে থাকে যেখানে শ্বসন প্রক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। সুতরাং কোন কোষ Triphenyl Tetrazolium Chloride এর উপস্থিতিতে লাল বর্ণের হয়ে গেলে প্রমাণিত হয় যে ওই কোষ জীবিত। কোষের বর্ণ পরিবর্তন না হলে কোষগুলি মৃত বলে প্রমাণিত হয়।

16.9 সাবধানতা (Precautions)

(i) বীজগুলি দুভাগ করিয়া ভ্রূণ উন্মুক্ত করার সময় সর্তক থাকতে হবে যাতে ভ্রূণগুলি আঘাত প্রাপ্ত না হয়।

(ii) পরীক্ষার পূর্বে বীজগুলি বাছিয়া নিতে হইবে যাতে কোন ক্ষতিগ্রস্থ বীজ না থাকে।

16.10 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

1. TTC-র পুরো নাম কি?
2. TTC পরীক্ষায় যে লাল বর্ণের যৌগ উৎপন্ন হয় তাহার নাম কি?
3. শতকরা হারে বীজের কার্যক্ষমতা কি করে নির্ণয় করা যায়?

16.11 উত্তরমালা (Key to the answers)

1. Triphenyl Tetrazolium Chloride
2. Farmazon
3. $\frac{\text{লাল বর্ণের বীজের সংখ্যা}}{\text{সমগ্র বীজের সংখ্যা}} \times 100$

একক - 17 ❑ সালোকসংশ্লেষ প্রক্রিয়ায় কার্বনডাই-অক্সাইডের প্রভাব নির্ণয়ের পরীক্ষা (To Demonstrate the effect of Carbon-di-oxide on Photosynthesis)

গঠন

17.1 উদ্দেশ্য

17.2 প্রস্তাবনা

17.3 কার্যনীতি

17.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ

17.5 পরীক্ষা পদ্ধতি

17.6 পর্যবেক্ষণ

17.7 ফলাফল

17.8 সিদ্ধান্ত

17.9 সাবধানতা

17.10 প্রশ্নাবলী

17.11 উত্তরমালা

17.1 উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠ করে আপনি

- প্রমাণ করতে পারবেন যে সালোকসংশ্লেষের ফলে O_2 উৎপন্ন হয়।
- পরিবেশে CO_2 এর মাত্রা বৃদ্ধি করলে তা সালোকসংশ্লেষ প্রক্রিয়াকে কিভাবে প্রভাবিত করে তা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।

17.2 প্রস্তাবনা

সালোকসংশ্লেষ হল একটি শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়া। যে পদ্ধতিতে পাতার ক্লোরোফিল কণা ও সূর্যালোকের উপস্থিতিতে মূল দ্বারা শোষিত জল ও বাতাসের বা পরিবেশের CO_2 এর সমন্বয় ঘটিয়ে গ্লুকোজ জাতীয় শর্করা উৎপন্ন হয় তাকে সালোকসংশ্লেষ বলে।

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{ক্লোরোফিল}]{\text{সূর্যালোক}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \uparrow + 6H_2O$$

সালোক সংশ্লেষের একটি অত্যাবশ্যক উপাদান হল CO_2। পরিবেশে এই গ্যাসটির পরিমাণ একটি নির্দিষ্ট মাত্রা অবধি বৃদ্ধি করলে সালোকসংশ্লেষের হারও সমানুপাতিক হারে বাড়তে থাকে।

17.3 কার্যনীতি (Theory)

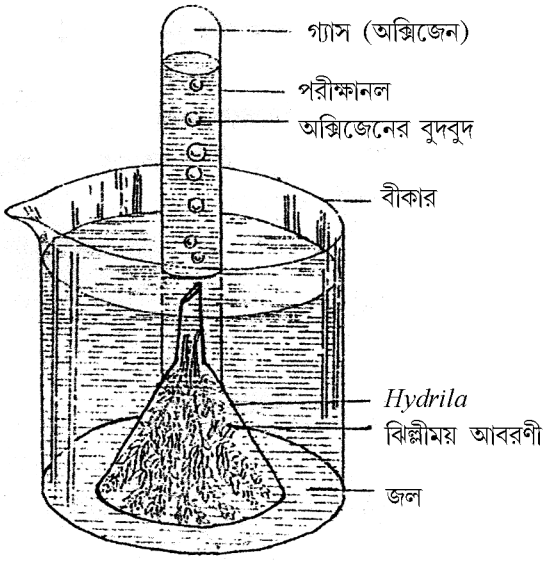
Hydrilla উদ্ভিদকে জলে নিমজ্জিত করে সূর্যালোকে রাখলে উদ্ভিদটি সালোকসংশ্লেষ প্রক্রিয়ায় O_2 নির্গত করে। O_2 নির্গমনের হার সালোকসংশ্লেষের সূচক। লক্ষ্য করা যায় যে পরিবেশে CO_2 এর ঘনত্ব একটি নির্দিষ্ট মাত্রা পর্যন্ত বৃদ্ধি করলে সালোকসংশ্লেষের হারও সমানুপাতিক ভাবে বাড়তে থাকে।

17.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Material required)

1. এক লিটারের কাঁচের বীকার
2. একটি ক্ষুদ্র নলবিশিষ্ট ফানেল
3. একটি অংশাঙ্কিত পরীক্ষা নল
4. সুতো
5. তুলাযন্ত্র ও ওজন বাক্স (Weight box)।
6. পটাসিয়াম বাই-কার্বনেট।
7. ক্ষারীয় পাইরোগ্যালেট দ্রবণ।
8. পাতিত জল।
9. স্টপ ওয়াজ (Stop watch)।
10. গ্রাফ পেপার।
11. পেনসিল।
12. সতেজ হাইড্রিলা (*Hydrilla*) গাছ।

17.5 পরীক্ষা পদ্ধতি (Experiment)

1. বীকারটিতে 500 ml পাতিত জল ঢালা হল।
2. কিছু সতেজ হাইড্রিলা (*Hydrilla*) গাছকে সুতো দিয়ে বেঁধে জলপূর্ণ বীকারে রাখা হল। লক্ষ্য রাখতে হবে যেন *Hydrilla*-র কাটা প্রান্তগুলি ওপরের দিকে থাকে।



চিত্র : 17.1 সালোকসংশ্লেষের পরীক্ষা

3. ফানেলটিকে উল্টোভাবে বীকারের নীচে এমনভাবে বসান হল যেন গাছগুলি ফানেলের ভিতর ঢাকা পড়ে যায়।
4. রেখাঙ্কিত নলটিকে জলপূর্ণ করে বুড়ো আঙ্গুল দিয়ে চেপে ধরে ফানেলের নলের ওপর উপুড় করে বসান হল এবং এই অবস্থায় পরীক্ষা ব্যবস্থাটিকে সূর্যালোকে রাখা হল।
5. এই অবস্থায় প্রথম দশ মিনিটে ফানেলের মধ্য দিয়ে রেখাঙ্কিত নলে কি পরিমাণ O_2 সঞ্চিত হল তা নির্ধারণ করুন।
6. এরপর প্রতি দশ মিনিট অন্তর বীকারের জলে 500 mg করে পটাসিয়াম-বাই-কার্বনেট ($KHCO_3$) মেশান এবং কি পরিমাণ O_2 নির্গত হল তা লিপিবদ্ধ করুন। লক্ষ্য রাখবেন যেন অন্তত দু'বার $KHCO_3$ মেশান হয় এবং প্রতিবার $KHCO_3$ মেশানোর ঠিক দশ মিনিট পরেই O_2 নির্গমণের নথিভুক্ত করা হয়। (চিত্র 17.1)

17.6 পর্যবেক্ষণ (Observation)

পাতিত জলে অর্থাৎ বাই কার্বনেট বিহীন অবস্থায় সালোকসংশ্লেষের হার অত্যন্ত কম হয়। জলে বাইকার্বনেটের ঘনত্ব বাড়ার সাথে সাথে সালোকসংশ্লেষের হার বাড়তে থাকে এবং পরীক্ষানলে দ্রুত O_2 সঞ্চিত হয়। বাই-কার্বনেটের মাত্রা একটি নির্দিষ্ট ঘনত্বে পৌঁছাবার পর সালোকসংশ্লেষের হার ধীরে ধীরে কমতে থাকে।

ক্ষারীয় পাইরোগ্যালেট O_2 গ্যাস শোষণ করে। পরীক্ষার শেষে বীকারের জলে কিছুটা K-প্যাইরোগ্যালেটের দ্রবণ ঢেলে দিলে পাইরোগ্যালেট দ্রবণ পরীক্ষানলের গ্যাসটিকে শোষণ করবে এবং পরীক্ষানলটি আবার জলপূর্ণ হয়ে যাবে। সুতরাং প্রমাণিত হয় যে *Hydrilla* থেকে যে গ্যাস বুদবুদ আকারে নির্গত হয়েছিল তা অক্সিজেন।

17.7 ফলাফল (Results)

বীকারে 500 ml পাতিত জল ছিল যাতে প্রতি 10 মিনিট অন্তর 500 mg $KHCO_3$ মিশ্রিত করা হয়েছিল। তাই প্রতি ক্ষেত্রে জলে $KHCO_3$ মিশ্রিত করার পর বাই কার্বনেটের ঘনত্ব 0.1% করে বাড়তে থাকবে। বাই-কার্বনেটের বিভিন্ন ঘনত্বে *Hydrilla* কর্তৃক O_2 নির্গমণের হারকে একটি Table এ (Table 10.1) লিপিবদ্ধ করুন। এরপর একটি গ্রাফ পেপারে X অক্ষকে $KHCO_3$ এর ঘনত্ব ও Y অক্ষকে প্রতি মিনিটে O_2 নির্গমণের হাররূপে চিহ্নিত করে একটি লেখচিত্র অঙ্কন করুন।

Table 10.1

সালোকসংশ্লেষের উপর $KHCO_3$ এর প্রভাব

(ফলাফল অণুমানভিত্তিক)

$KHCO_3$ ঘনত্ব	পরীক্ষানলে O_2 এর আয়তন (ml)		O_2 নির্গমন (ml) প্রতি দশ মিনিটে	O_2 নির্গমন (ml) প্রতি মিনিটে
	প্রাথমিক আয়তন (ml)	চূড়ান্ত আয়তন (ml)		
0 (পাতিত জল)	0	0.2	0.2	0.02
0.1%	0.2	0.5	0.3	0.03
0.2%	0.5	1.0	0.5	0.05
0.3%	1.0	1.8	0.8	0.08
0.4%	1.8	2.7	0.9	0.09
0.5%	2.7	3.4	0.7	0.07
0.6%	3.4	3.9	0.5	0.05

17.8 সিদ্ধান্ত (Inference)

$KHCO_3$ এর জলীয় দ্রবণ বীকারের CO_2 এর পরিমাণ বাড়িয়ে দেয়। তাই বলা যায় যে বীকারে $KHCO_3$ এর ঘনত্বই *Hydrilla* র জলীয় পরিবেশে CO_2 এর ঘনত্বের সূচক। আবার পরীক্ষানলে O_2 এর নির্গমণের হার সালোকসংশ্লেষের হারকে প্রতিফলিত করে। লক্ষ্য করা যায় যে CO_2 এর মাত্রা একটি নির্দিষ্ট ঘনত্ব পর্যন্ত বৃদ্ধি পেলে সালোকসংশ্লেষের হারও বাড়তে থাকে। CO_2 গ্যাসটি সালোকসংশ্লেষের একটি অত্যাবশ্যক উপাদান বলেই CO_2 শোষণের হার বৃদ্ধি পেলে সালোকসংশ্লেষের হারও বেড়ে যায়। $KHCO_3$ জলীয় দ্রবণে যে CO_2 নির্গত করে তা জলের সাথে যুক্ত হয়ে কার্বনিক অম্ল (H_2CO_3) গঠন করে। কার্বনিক অম্লের মাত্রা অতিরিক্ত বেড়ে গেলে সালোকসংশ্লেষ প্রক্রিয়াটি ব্যাহত হয়। এর সম্ভাব্য কারণগুলি হল :

1. অতিরিক্ত কার্বনিক অম্ল সালোকসংশ্লেষকারী মেসোফিল কলার বিপাকীয় ক্রিয়া বন্ধ করে দেয়।
2. আম্লিক pH এ পত্ররন্ধ্রের নিমীলন ঘটে।

17.9 সাবধানতা (Precautions)

1. ফানেলের নলটিকে জলতলের নীচে রাখতে হবে।
2. *Hydrilla* উদ্ভিদগুলিকে সম্পূর্ণভাবে ফানেল দিয়ে আবৃত রাখতে হবে।
3. পরীক্ষানলটি উপুড় করে ফানেলের ওপর বসাবার সময় খেয়াল রাখতে হবে যেন পরীক্ষানলটি জলপূর্ণ অর্থাৎ সম্পূর্ণ বায়ুশূন্য থাকে।
4. সতেজ *Hydrilla* উদ্ভিদ নেওয়া উচিত এবং পরীক্ষাব্যবস্থাটি যেন পর্যাপ্ত সূর্যালোক পায়।

17.10 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

1. সালোকসংশ্লেষের পরীক্ষায় $KHCO_3$ মিশ্রিত করা হয় কেন?
2. $KHCO_3$ এর অধিক ঘনত্বে সালোকসংশ্লেষের হার কমে যায় কেন?
3. কোন পরীক্ষার মাধ্যমে প্রমাণ করবেন যে অংশাঙ্কিত কাঁচনলে সঞ্চিত গ্যাসটি অক্সিজেন?

17.11 উত্তরমালা (Key to the answers)

1. $KHCO_3$ জলীয় দ্রবণে CO_2 নির্গত করে। এই CO_2 গ্রহণ করে হাইড্রিলা (*Hydrilla*) সালোকসংশ্লেষ করে।
2. $KHCO_3$ এর অধিক ঘনত্বে *Hydrilla* এর জলীয় পরিবেশে অতিরিক্ত CO_2 উৎপন্ন হবে। এই CO_2 পাতার মেসোফিল কলাস্থিত জলের সাথে বিক্রিয়া করে প্রচুর পরিমাণে কার্বনিক অম্ল (H_2CO_3) সৃষ্টি করবে যা সালোকসংশ্লেষের পক্ষে হানিকারক।
3. অংশাঙ্কিত নলে ক্ষারীয় পাইরোগ্যালেট দিলে গ্যাসটি শোষিত হয়ে যাবে ও নলটি পুনরায় জলপূর্ণ হবে। ক্ষারীয় পরিবেশে পাইরোগ্যালেট তাৎক্ষণিক অক্সিজেন গ্যাস শোষণ করে।

একক - 18 ❑ অঙ্কুরিত বীজের সাহায্যে সবাত শ্বসনের হার নির্ণায়ক পরীক্ষা (To Determine the Rate of Aerobic Respiration with the help of Germinated Seeds)

গঠন

18.1 উদ্দেশ্য

18.2 প্রস্তাবনা

18.3 কার্যনীতি

18.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ

18.5 পরীক্ষা পদ্ধতি

18.6 পর্যবেক্ষণ

18.7 গণনা

18.8 সিদ্ধান্ত

18.9 সাবধানতা

18.10 প্রশ্নাবলী

18.11 উত্তরমালা

18.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে আপনি

- শ্বসনের ফলে উদ্ভিদ যে CO_2 নির্গত করে তা পরিমাপ করে শ্বসনের হার নির্ধারণ করতে পারবেন।

18.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

যে শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়ায় গ্লুকোজ অণু অক্সিজেনের উপস্থিতিতে সম্পূর্ণ জারিত হয়ে CO_2, H_2O উচ্চ তাপশক্তি নির্গত করে তাকে সবাত শ্বসন বলে।

$$C_6H_{12}O_6 + 6_2O \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 673 \text{ KCal}$$

শ্বসন পদ্ধতির ফলে শোষিত O_2 কে পরিমাপ করে শ্বসনের হার নির্ণয় করা যায়।

18.3 কার্যনীতি (Theory)

অক্সিজেনের উপস্থিতিতে গ্লুকোজ জাতীয় খাদ্যবস্তুর সম্পূর্ণ জারণের মাধ্যমে সবাত শ্বসন সম্পন্ন হয় ও এই শ্বসন প্রক্রিয়ায় গৃহীত অক্সিজেনের সমপরিমাণ কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত হয়।

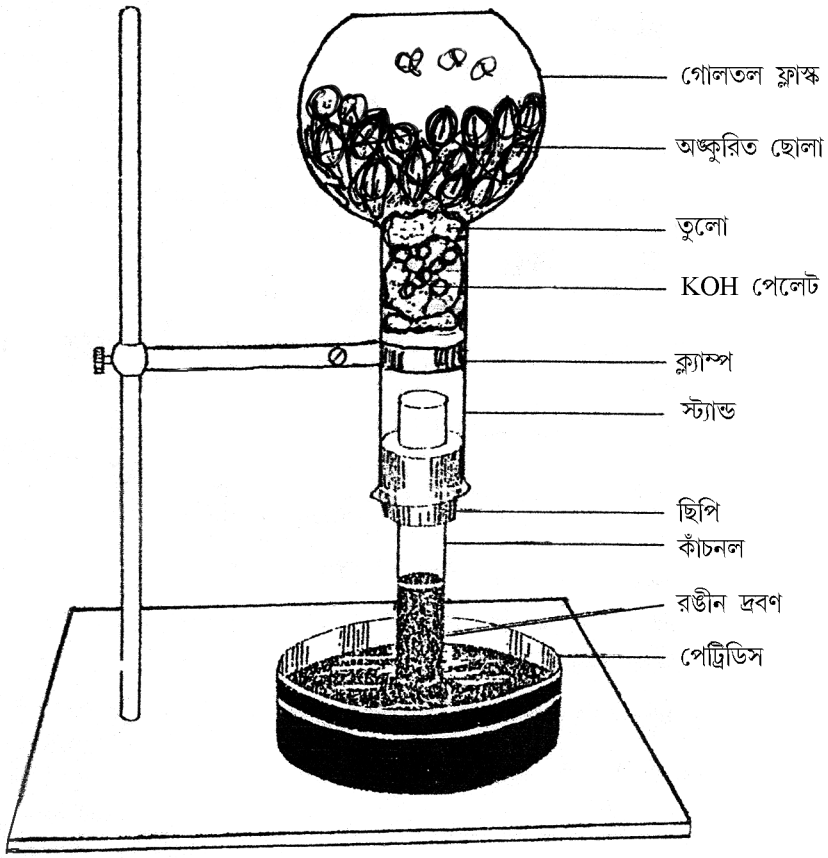
$$C_6H_{12}O_6 + 6_2O \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 673 \text{ KCal}$$

18.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials required)

1. একটি গোলতল ফ্লাস্ক।
2. একটি ক্ল্যাম্পসহ স্ট্যান্ড।
3. একটি ছিদ্রযুক্ত রাবারের কর্ক।
4. একটি দু'মুখ খোলা সরু কাঁচনল।
5. কষ্টিক পটাশের (KOH) পেলেট (pellet) বা দানা।
6. তুলো।
7. চিমটে।
8. পেট্রিডিস।
9. রঙীন দ্রবণ (ইওসিন মিশ্রিত জল)।
10. স্কেল (Scale)।
11. ভেসলিন (Vaseline)।
12. ওয়েট বক্স (Weight box) সহ তুলাযন্ত্র।
13. অঙ্কুরীত ছোলা।

18.5 পরীক্ষা পদ্ধতি (Experiment)

1. অঙ্কুরিত ছোলা ওজন করে গোলতল ফ্লাস্কে রাখুন।
2. একটু তুলোর মধ্যে KOH পেলেট (pellet) গুলি রেখে তুলোকে ফ্লাস্কের মুখে ঢুকিয়ে দিন।
3. ফ্লাস্কের ছিপির ভিতর কাঁচের নলটি ঢুকিয়ে ছিপি দিয়ে ফ্লাস্কের মুখ বন্ধ করুন।



চিত্র : 18.1 সবাত শ্বসনের পরীক্ষা

4. ছিপির সাথে ফ্লাস্কের সংযোগস্থল এবং কাঁচের নলের সাথে ছিপির সংযোগস্থল ভেসলিন দিয়ে বায়ুরুদ্ধ করুন।
5. পেট্রিডিসে রঙীন দ্রবণ রেখে ফ্লাস্কটিকে উল্টো করে এমনভাবে ক্ল্যাম্পের সাহায্যে লাগান যেন কাঁচের নলের উন্মুক্ত প্রান্ত পেট্রিডিসের তরলে ডুবে থাকে কিন্তু পেট্রিডিসের তলায় লেগে না যায়।

6. সমগ্র পরীক্ষা ব্যবস্থাটি এক ঘণ্টা রেখে দিন। (চিত্র 18.1)

18.6 পর্যবেক্ষণ (Observation)

এক ঘণ্টা পর দেখা যাবে কাঁচের নল বেয়ে পেট্রিডিস থেকে রঙীন দ্রবণ ওপরে উঠে এসেছে।

18.7 গণনা (Calculation)

প্রথমে কাঁচনলে উত্থিত রঙীন দ্রবণের উচ্চতা (hcm) একটি স্কেলের সাহায্যে মেপে নিন। এবার পরীক্ষা ব্যবস্থাটি খুলে কাঁচ নলের ভিতরের ব্যাস (dcm) নির্ধারণ করুন।

এক্ষেত্রে কাঁচনলের মধ্যে উত্থিত তরলের আয়তন =

সবাত শ্বসনের ফলে শোষিত অক্সিজেনের আয়তন = $\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times h$ c.c.

ধরা হল যে অঙ্কুরিত ছোলার ওজন = x g.

যেহেতু পরীক্ষা ব্যবস্থাটি এক ঘণ্টা রাখা হয়েছিল, তাই সবাত শ্বসনের হার

$= \frac{\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 \times h}{x}$ c.c. শোষিত অক্সিজেন/গ্রাম অঙ্কুরিত ছোলা/ঘণ্টা

18.8 সিদ্ধান্ত (Inference)

অঙ্কুরিত ছোলা সবাত শ্বসনের সময় বায়ুরুদ্ধ ফ্লাস্কের অক্সিজেন শোষণ করেছে ও সম আয়তন কার্বন ডাই অক্সাইড নির্গত করেছে। ফ্লাস্কে উপস্থিত KOH নির্গত কার্বনডাই অক্সাইড শোষণ করে। সবাত শ্বসনের ফলে অক্সিজেন শোষিত হয় এবং ফ্লাস্কে শূন্যতার সৃষ্টি হয় যা পূরণ করার জন্য পেট্রিডিস থেকে রঙীন দ্রবণ নল বেয়ে ওপরে উঠে আসে।

এই পরীক্ষা থেকে এই সিদ্ধান্তে আসা যায় যে সবাত শ্বসনে অক্সিজেন শোষিত হয় এবং শোষিত অক্সিজেনের পরিমাণ কাঁচ নলের মধ্যে উত্থিত তরলের আয়তনের সমান।

18.9 সাবধানতা (Precautions)

1. ফ্লাস্কটিকে সম্পূর্ণ বায়ুরুদ্ধ করা হয়েছে কিনা তা দেখা দরকার।
2. কাঁচ নলের উন্মুক্ত প্রান্ত যেন পেট্রিডিসের তলদেশে লেগে না যায় তা দেখা দরকার।

3. KOH পেলেট যেন তুলো থেকে বেরিয়ে না আসে তা লক্ষ্য রাখা দরকার।

18.10 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

1. শ্বসনের পরীক্ষায় ফ্লাস্কটিকে বায়ুনিরুদ্ধ না করলে কি হবে?
2. শ্বসনের পরীক্ষাটিতে KOH পেলেট কেন ব্যবহার করা হয়?

18.11 উত্তরমালা (Key to the answers)

1. শ্বসনের ফলে অক্সিজেন শোষিত হয়ে ফ্লাস্কটিতে শূন্যস্থানের সৃষ্টি হবে না কারণ ফ্লাস্কটি বায়ুনিরুদ্ধ না হলে বাইরে থেকে বাতাস ঢুকে ঐ শূন্যস্থান পূরণ করবে। ফলে কাঁচনল দিয়ে তরল উপরে উঠবে না।
2. KOH পেলেট শ্বসনের ফলে উৎপন্ন CO_2 গ্যাস শোষণ করে নেবে।

একক - 19 ❑ পাতার উপর ও নিম্নতল দ্বারা বাষ্পমোচনের তুলনামূলক হার পরিমাপের পরীক্ষা (To compare the differential Rate of Transpiration between Dorsal and Ventral surface of Leaf)

গঠন

19.1 উদ্দেশ্য

19.2 প্রস্তাবনা

19.3 কার্যনীতি

19.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ

19.5 পরীক্ষা পদ্ধতি

19.6 পর্যবেক্ষণ

19.7 সিদ্ধান্ত

19.8 সাবধানতা

19.9 প্রশ্নাবলী

19.10 উত্তরমালা

19.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটিতে বর্ণিত পরীক্ষা অনুশীলন করার পর আপনি

- বাষ্পমোচনের হার কিভাবে নির্ণয় করা যায় তা বলতে পারবেন।
- পাতার উপর ও নিম্ন তল হতে বাষ্পমোচনের হার তুলনা করতে পারবেন।

19.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

আপনারা জানেন যে প্রতিটি উদ্ভিদেরই বেঁচে থাকার জন্য জলের প্রয়োজন হয় এবং এই একান্ত প্রয়োজনীয় উপাদানটি উদ্ভিদেরা সাধারণত মাটি থেকে সংগ্রহ করে থাকে। এই শোষিত জলের শতকরা 1 থেকে 3 ভাগ উদ্ভিদ তার নিজের বিভিন্ন বিপাকীয় কাজে ব্যবহার করে ও অবশিষ্ট অংশ বায়ুমণ্ডলে পরিত্যাগ করে। উদ্ভিদের সজীব কোষ কর্তৃক এইভাবে বাষ্পাকারে জল ত্যাগ করার নামই প্রস্বেদন বা বাষ্পমোচন। বাষ্পমোচন প্রধানত ঘটে পত্ররন্ধ্রের মধ্যে দিয়ে। পাতার উপরিতল ও নিম্নতলের মধ্যে পত্ররন্ধ্রের সংখ্যাগত তারতম্যের জন্য এই দুই তল দ্বারা বাষ্পমোচনের হার এর পরিবর্তন হয়।

19.3 কার্যনীতি (Theory)

উদ্ভিদ মূলের সাহায্যে যে জল শোষণ করে তার সামান্য অংশ শারীরবৃত্তীয় ক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয় এবং অতিরিক্ত জল পত্ররন্ধ্রের মাধ্যমে বাষ্পাকারে বায়ুমণ্ডলে নির্গত হয়ে যায়। পাতার দুই পৃষ্ঠে পত্ররন্ধ্রের সংখ্যা বিভিন্ন হওয়ায় বাষ্পমোচনের হারও দুই প্রকার। নিম্নলিখিত পরীক্ষার মাধ্যমে পাতার দুই পৃষ্ঠের বাষ্পমোচনের হার তুলনা করা যায়।

19.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials required)

1. টব সমেত একটি চারা গাছ
2. ফরসেপস
3. ফিল্টার পেপার এর ফালা (strips)
4. তার জালি
5. 3% কোবাল্ট ক্লোরাইডের দ্রবণ
6. পেট্রিডিস
7. বাইন্ডার ক্লিপস
8. স্লাইড (slide)

19.5 পরীক্ষা পদ্ধতি (Experiment)

পেট্রিডিসের মধ্যে কোবাল্ট ক্লোরাইড দ্রবণ ঢালুন। কয়েকটি ফিল্টার পেপার-এর ফালা (strips)

তার মধ্যে কয়েক মিনিটের জন্য ডুবিয়ে রাখুন। ফিল্টার পেপার এর ফালাগুলি গোলাপি বর্ণ ধারণ করবে। এইবার এই গোলাপি বর্ণের ফিল্টার কাগজের ফালাগুলি তার জালির উপর রেখে শুকনো হতে দিন।

কাগজের ফালাগুলি শুকিয়ে গেলে নীল বর্ণ ধারণ করবে।

টবের গাছটি হইতে একটি সুস্থ পাতা সংগ্রহ করুন। পাতাটিকে পরিষ্কার করে ফিল্টার কাগজ দিয়ে মুছে নিন। লক্ষ্য রাখবেন যাতে পাতার গায়ে জলকণা না লেগে থাকে।

তারজালির উপরে রাখা একটি শুষ্ক ফিল্টার কাগজের ফালা পাতাটির উপর পৃষ্ঠে ও একটি ফালা পাতাটির নিম্ন পৃষ্ঠের উপর রাখুন।

এখন 2টি স্লাইড পাতাটির দুই পৃষ্ঠের উপর রাখুন।

বাইন্ডার ক্লিপ এর সাহায্যে স্লাইড দুটি পাতাটির দুই পৃষ্ঠে লাগিয়ে দিন।

19.6 পর্যবেক্ষণ (Observation)

কিছুক্ষণ পর দেখা যাবে যে কোবাল্ট ক্লোরাইড কাগজটির নীলবর্ণ পরিবর্তন করে গোলাপি বর্ণ ধারণ করেছে।

পাতাটির নিম্ন পৃষ্ঠে রাখা কোবাল্ট ক্লোরাইড কাগজটি উপর পৃষ্ঠে রাখা কাগজটির চেয়ে দ্রুত বর্ণ পরিবর্তন করেছে।

19.7 সিদ্ধান্ত (Inference)

বাষ্পমোচনের ফলে পাতাটির পত্ররন্ধ্র দিয়ে জলীয় বাষ্প নির্গত হয়েছে।

জলীয় বাষ্পের সংস্পর্শে এসে শুষ্ক কোবাল্ট ক্লোরাইড কাগজ গোলাপি বর্ণ ধারণ করেছে। চারা গাছটির পাতার নিম্ন পৃষ্ঠে পত্ররন্ধ্র বেশী থাকায় বাষ্পমোচনের হার বেশী হয়েছে। পাতাটির উপর পৃষ্ঠায় পত্ররন্ধ্র কম থাকায় বাষ্পমোচনের হার কম হয়েছে।

19.8 সাবধানতা (Precautions)

(i) লক্ষ্য রাখতে হবে যেন পরীক্ষার জন্য নির্বাচিত গাছটি সুস্থ ও সতেজ হয়।

(ii) ফিল্টার কাগজের ফালাগুলি ফরসেপের সাহায্যে ধরতে হবে।

(iii) ফিল্টার কাগজের ফালাগুলি লাগাবার পূর্বে পাতাটি ভালো করে মুছে নিতে হবে।

19.9 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

(i) কোবাল্ট ক্লোরাইডের ফালা জলীয় বাষ্পের সংস্পর্শে কি বর্ণ ধারণ করবে?

(ii) পাতার উভয় পৃষ্ঠে একই সময়ে কোবাল্ট ক্লোরাইড কাগজের রঙ পরিবর্তন হয় না কেন?

19.10 উত্তরমালা (Key to the answers)

(i) গোলাপি বর্ণ।

(ii) পাতার উপর পৃষ্ঠে পত্ররন্ধ্রের সংখ্যা নিম্নতল অপেক্ষা কম হওয়ার জন্য বাষ্পমোচনের হার উভয় পৃষ্ঠে সমান নয়। তাই নিম্ন পৃষ্ঠের ওপর রাখা কোবাল্ট ক্লোরাইড কাগজের বর্ণ উপর পৃষ্ঠে রাখা কোবাল্ট ক্লোরাইড কাগজ অপেক্ষা তাড়াতাড়ি বর্ণ পরিবর্তন করবে।

একক - 20 ❑ শুষ্ক ছোলা বীজের জল শোষণের পরীক্ষার মাধ্যমে উষ্ণতা সহগ (Q_{10}) নির্ধারণ (To Determine the Temperature Co-efficient (Q_{10}) by Water Absorption Experiment with Dry Gram seeds)

গঠন

20.1 উদ্দেশ্য

20.2 প্রস্তাবনা

20.3 কার্যনীতি

20.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ

20.5 পরীক্ষা পদ্ধতি

20.6 গণনা

20.7 পর্যবেক্ষণ

20.8 সিদ্ধান্ত

20.9 সাবধানতা

20.10 প্রশ্নাবলী

20.11 উত্তরমালা

20.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি পাঠ করে আপনি

- উষ্ণতার প্রভাবে বীজের জল শোষণের হার কিভাবে পরিবর্তিত হয় তা লক্ষ্য করতে পারবেন।
- তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে বীজের জলশোষণের হারের একটি গাণিতিক সম্পর্ক নির্ণয় করতে সক্ষম হবেন।

20.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

উদ্ভিদের শারীরবৃত্তীয় কার্যকলাপ পরিবেশের ওপর নির্ভরশীল। তাপমাত্রা, আলো, আর্দ্রতা, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ প্রভৃতি প্রভাবক উদ্ভিদের জৈবনিক ক্রিয়াগুলি নিয়ন্ত্রণ করে। এই এককে আমরা পরীক্ষার মাধ্যমে দেখব যে কিভাবে তাপমাত্রা উদ্ভিদের শারীরবৃত্তীয় ক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করে।

20.3 কার্যনীতি (Theory)

0° থেকে 40° পর্যন্ত প্রতি 10°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে অনেকগুলি শারীরবৃত্তীয় ও জৈব রাসায়নিক ক্রিয়ার হার প্রায় দ্বিগুণ বেড়ে যায়। 40°C এর বেশী তাপমাত্রায় যেহেতু কোষপর্দার স্বাভাবিক গঠন বিকৃত হয় এবং প্রোটোপ্লাজম তঞ্চিত হতে শুরু করে তাই এর (40°C) পরবর্তী পর্যায়ে জৈবনিক ক্রিয়াগুলির হার কমতে থাকে। উষ্ণতার ওপর নির্ভরশীল শারীরবৃত্তীয় ক্রিয়াগুলি ভ্যান্ট হফের (Vant Hoff's law) সূত্র অনুযায়ী কার্যকরী হয়।

এই সূত্র অনুযায়ী উষ্ণতা সহগ $(Q_{10}) = \frac{(t+10)°C \text{ তাপমাত্রায় বিক্রিয়ার হার}}{t°C \text{ তাপমাত্রায় বিক্রিয়ার হার}}$

কোষের ভৌত ক্রিয়ার ক্ষেত্রে (যেমন বীজের জলশোষণ বা আত্মভূতি) Q_{10} এর মান 1.5 এবং উৎসেচক ঘটিত জীবজ ক্রিয়ায় ক্ষেত্রে Q_{10} প্রায় 2 এর কাছাকাছি হয়।

20.4 প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials required)

1. বীকার (50 ml এর 6টি)
2. পাতিত জল
3. গরম জল
4. ঠাণ্ডা জল
5. তুলাযন্ত্র
6. ব্লটিং কাগজ
7. স্টপ ওয়াচ (Stop watch)
8. গ্রাফ কাগজ
9. পেনসিল

10. থার্মোমিটার
11. মটর বীজ

20.5 পরীক্ষা পদ্ধতি (Experiment)

1. প্রতিটি বীকারে 5 g করে মটর বীজ ওজন করে রাখুন।
2. পাতিত জলের কিছুটা অংশ ফ্রিজে ঠাণ্ডা করুন ও কিছুটা অংশ হিটারে গরম করুন।
3. প্রতিটি বীকারে কিছুটা স্বাভাবিক তাপমাত্রার জল ঢালুন এবং 6টি বীকারকে 2টি করে তিনটি সেটে (set) ভাগ করে নিন।
4. এরপর ঠাণ্ডা বা গরম জল বীকারগুলিতে মিশিয়ে প্রথম, দ্বিতীয় ও তৃতীয় সেটের বীকারের জলের তাপমাত্রা যথাক্রমে 20°C, 30°C ও 40°C তে রক্ষা করুন।
5. স্টপ ওয়াচ চালু করে পরীক্ষা ব্যবস্থাটিকে 30 মিনিট রেখে দিন।
6. কিছুক্ষণ পরপর বীকারগুলিতে ঠাণ্ডা বা গরম জল মিশিয়ে যান এবং থার্মোমিটারের সাহায্যে লক্ষ্য করুন বীকারের জল আকাঙ্ক্ষিত তাপমাত্রায় রয়েছে কি না।
7. 1 ঘণ্টা পর প্রতিটি বীকার থেকে সিক্ত মটর বীজগুলিকে তুলে ব্লটিং কাগজ দিয়ে বীজের পৃষ্ঠতলের জল শুকিয়ে নিন।
8. প্রতিটি বীকারের বীজগুলিকে পুনরায় ওজন করুন।

20.6 গণনা (Calculation)

বীকার প্রাথমিক ওজন = 5 g.

1 ঘন্টা জল শোষণের পর সেই বীকারে রাখা বীজের চূড়ান্ত ওজন = x g.

ওজন বৃদ্ধি = (x – 5) g.

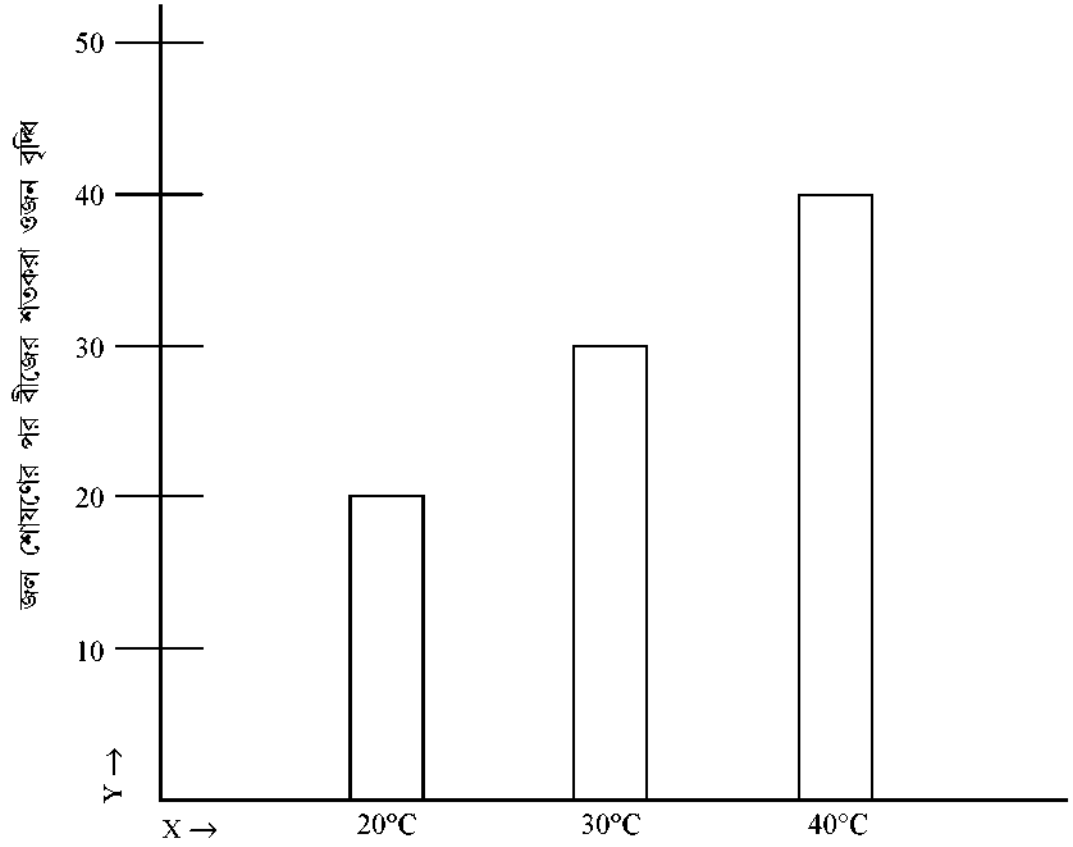
শতকরা ওজন বৃদ্ধির হার = $\frac{x-5}{5} \times 100 = y\%$

একটি ছকের (টেবিল 20A) মাধ্যমে আপনার পরীক্ষালব্ধ ফলাফল লিপিবদ্ধ করুন।

Table 20A

তাপমাত্রা	পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	বীজের প্রারম্ভিক ওজন (W_1 g)	বীজের চূড়ান্ত ওজন (W_2 g)	ওজন বৃদ্ধির হার (শতকরা) (y%)	গড় ওজন বৃদ্ধি (শতকরা)
20°C	প্রথম 1	5	—	—	—
	সেট 2	5	—	—	—
30°C	দ্বিতীয় 1	5	—	—	—
	সেট 2	5	—	—	—
40°C	তৃতীয় 1	5	—	—	—
	সেট 2	5	—	—	—

এরপর একটি গ্রাফ কাগজে 20°C, 30°C ও 40°C তাপমাত্রার পরিপ্রেক্ষিতে Y অক্ষ বরাবর শতকরা (গড়) ওজন বৃদ্ধির হারকে নির্দেশ করে চিত্র (bar diagram) অঙ্কন করুন (চিত্র 20.1 দেখুন)



চিত্র 20.1 বিভিন্ন তাপমাত্রায় মটর বীজের জল শোষণের হার
(একটি কাল্পনিক বার ডায়াগ্রাম)

এইবার নিম্নলিখিত গাণিতিক পদ্ধতিতে Q_{10} নির্ণয় করুন ঃ

(a) $Q_{10} = \frac{30°C \text{ তাপমাত্রায় জল শোষণের পর বীজের শতকরা ওজন বৃদ্ধি}}{20°C \text{ তাপমাত্রায় জল শোষণের পর বীজের শতকরা ওজন বৃদ্ধি}}$

(b) $Q_{10} = \frac{40°C \text{ তাপমাত্রায় জল শোষণের পর বীজের শতকরা ওজন বৃদ্ধি}}{30°C \text{ তাপমাত্রায় জল শোষণের পর বীজের শতকরা ওজন বৃদ্ধি}}$

20.7 পর্যবেক্ষণ (Observation)

লক্ষ্য করুন যে a ও b উভয় ক্ষেত্রেই Q_{10} এর মান 1.5 থেকে 2 এর মধ্যে রয়েছে।

20.8 সিদ্ধান্ত (Inference)

বীজের জলশোষণ প্রক্রিয়াটি উষ্ণতার ওপর নির্ভরশীল এবং প্রতি 10°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে জলশোষণের হার দেড় থেকে দ্বিগুণ হয়েছে। এটি প্রমাণ করে যে পরীক্ষালব্ধ ফলাফল ভ্যান্ট হফের (Vant Hoff) সূত্র অনুসরণ করে।

20.9 সাবধানতা (Precautions)

1. বীজের প্রাথমিক ওজন নেবার সময় ছোট বড় বীজ মিলিয়ে এমনভাবে ওজন করতে হবে যেন তা সঠিকভাবে 5 g হয়।
2. জলশোষণের পর চূড়ান্তভাবে ওজন নেবার আগে বীজগুলিকে ভালোভাবে ব্লটিংকাগজে শুকিয়ে নিতে হবে।
3. বীকারে জলের তাপমাত্রা নির্দিষ্ট রাখার জন্য ঠাণ্ডা ও গরম জল মিশ্রিত করতে হবে যতক্ষণ পর্যন্ত না বীকারের জল আকাঙ্খিত তাপমাত্রা প্রদর্শন করে।

20.10 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

1. তাপমাত্রা সহগ (Q_{10}) কাকে বলে?
2. কী ধরনের বিক্রিয়ায় Q_{10} এর মান 2 বা তার বেশী হতে পারে?
3. অধিক তাপমাত্রায় (40°C এর ঊর্ধ্বে) আমরা Q_{10} এর আকাঙ্খিত ফল পাই না কেন?

20.11 উত্তরমালা (Key to the answers)

1. 20.3 দেখুন।
2. রাসায়নিক বিক্রিয়ায় Q_{10} এর মান 2-এর বেশী হতে পারে। তাপমাত্রার পরিপ্রেক্ষিতে উৎসেচকের বিক্রিয়ার হার লক্ষ্য করলে দেখা যায় যে সেক্ষেত্রে Q_{10} এর মান 2 বা তার বেশী হতে পারে।
3. 40°C এর বেশী তাপমাত্রায় কোষপর্দার গঠনগত বিকৃতি ঘটে ও প্রোটোপ্লাজম তঞ্চিত হতে শুরু করে। এই অবস্থায় কোষের স্বাভাবিক ক্রিয়া ব্যহত হয় বলে আমরা Q_{10} এর আকাঙ্খিত ফল পাই না।

পর্যায়–III

সপুষ্পক উদ্ভিদের প্রজনন বিদ্যা

একক - 21 ❑ পরাগরেণু : অস্থায়ী স্লাইড প্রস্তুতকরণ এবং স্থায়ী স্লাইড থেকে বিভিন্ন প্রকার অলংকরণ ও রেণুছিদ্র পর্যবেক্ষণ (Pollen Grains : Temporary Slide Preparation and Observation of Ornamentation and Apertures from Permanent Slides)

গঠন

21.1 উদ্দেশ্য

21.2 প্রস্তাবনা

21.3 পরীক্ষা পদ্ধতি

21.4 নিরীক্ষণ

21.5 পর্যবেক্ষণ

21.6 সনাক্তকরণ

21.7 প্রশ্নাবলী

21.8 উত্তরমালা

21.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই এককটি থেকে আপনি নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সম্পর্কে অবহিত হবেন :

- পরাগরেণু বা মাইক্রোস্পোরের গঠন কিরূপ?
- বহিরাবরনীর অলঙ্করণের ভিত্তিতে কত রকমের পরাগরেণু পাওয়া যায় ও তাদের অণুবীক্ষণ যন্ত্রে পর্যবেক্ষণের দ্বারা পরস্পরের থেকে কোন কোন বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে আলাদা করা যায়?
- পরাগরেণুর গায়ে বিভিন্ন রকমের ছিদ্র পরিলক্ষিত হয়। অণুবীক্ষণ যন্ত্রে পর্যবেক্ষণের দ্বারা তাদের বৈশিষ্ট্য অনুধাবন করার উপায় কি?

21.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

সপুষ্পক উদ্ভিদের পুং জনন কোষ হল পরাগরেণু (pollen)। উচ্চতর উদ্ভিদ অর্থাৎ স্পারমাটোফাইটা (Spermatophyta) শ্রেণীর অন্তর্গত উদ্ভিদের পুষ্পে পাওয়া পরাগরেণু এবং টেরিডোফাইটা বা ব্রায়োফাইটা শ্রেণির অন্তর্গত উদ্ভিদের মাইক্রোস্পোর (microspores) হল সমধর্মী (homologous) গঠন। তারা জনুঃক্রমের (alternation of generations) স্পোরোফাইটিক দশায় পরাগরেণু মাতৃকোষ (pollen mother cells) থেকে মিওসিস পদ্ধতিতে কোষ বিভাজনের ফলে উৎপন্ন হয়। সপুষ্পক উদ্ভিদে পরাগরেণু মাতৃকোষ গঠিত হয় পুংধানীর (anther) আর্কেস্পোরিয়াম (archesporium) নামক কলা থেকে। মিওসিসের পরে অধিকাংশ উদ্ভিদে পরাগরেণুগুলি টেট্রাড (tetrad) দশায় পরস্পর সংযুক্ত থাকে এবং পরবর্তী অবস্থায় এককভাবে পরস্পর বিচ্ছিন্ন দশায় উপনীত হয়। পরিণত পরাগধানী বিদারিত হলে তারা পরিবেশে নির্গত হয় এবং স্ত্রী পুষ্পের গর্ভমুণ্ডে পতিত হয়ে নিষেকে অংশ নেয়। সুতরাং নমুনা উদ্ভিদের পূর্ণাঙ্গ পুংধানীর উপযুক্ত পরীক্ষার সাহায্যে মাইক্রোস্কোপের তলায় পরাগরেণুর নিরীক্ষণ সহজেই সম্ভব।

21.3 পরীক্ষা পদ্ধতি (Experiment)

সজীব নমুনা উদ্ভিদের সক্রিয় পরাগধানী থেকে পরাগরেণুর অস্থায়ী স্লাইড তৈরী ও পর্যবেক্ষণ

A. নীতি : সজীব উদ্ভিদের পরাগরেণু মাইক্রোস্কোপে দেখবার উপযুক্ত পদ্ধতিটি Erdtman (1952) দ্বারা বর্ণিত এবং অ্যাসিটোলাইসিস (Acetolysis) পদ্ধতি নামে পরিচিত। এটি পরবর্তীকালে P. K. K. Nair (1960) দ্বারা পরিমার্জিত। এই পদ্ধতিতে ৯ ভাগ অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের (Acetic anhydride) সঙ্গে ১ ভাগ সালফিউরিক অ্যাসিডের (Sulfuric acid) মিশ্রণ দ্বারা সংগ্রহ করা পরাগরেণুগুলিকে বিক্রিয়া করলে সালফিউরিক অ্যাসিড অনুঘটকরূপে কাজ করে : H_2SO_4 as catalyst

$$C_6H_{10}O_5 + 3CH_3CO_2O \longrightarrow C_6H_7O_5CH_3CO_3 + 3CH_3COOH$$

সেলুলোজ অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড সেলুলোজ অ্যানহাইড্রাইড অ্যাসিটিক অ্যাসিড

এর ফলে সেলুরোজ স্তরটি আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় কিন্তু পরাগরেণুর প্রাচীর গঠনকারী যৌগ মোটামুটি অবিকৃত থাকে, ফলে সেগুলি সহজেই দৃশ্যমান হয়।

B. পদ্ধতি :

(a) প্রথমে এমন কিছু পরিণত ফুলের কুঁড়ি সংগ্রহ করা হল যেগুলো থেকে সহজেই পরাগধানী বিচ্ছিন্ন করা যায়। এজন্য আঞ্চলিকভাবে প্রাপ্ত ফুলের পুংধানী (anther) নেওয়া ভাল। সূর্যমুখী (*Helianthus annuus*), মর্নিং গ্লোরি (*Ipomoea purpurea*), বেরেলা (*Sida rhomboidifolia*), কাকমাছি (*Solanum nigram*), শাপলা (*Nymphaea* sp), লিলিফুল

(*Lilium* sp), রেড়ি (*Ricinus communis*) ইত্যাদি নেওয়া যেতে পারে। সংগৃহীত পরাগধানীগুলি 70% ইথাইল অ্যালকোহল সংরক্ষিত হল।

(b) সংগৃহীত পরাগধানীগুলি 70% ইথাইল অ্যালকোহলসহ একটি ল্যাবরেটারি সেন্ট্রিফিউজ টিউবে স্থানান্তরিত করা হল।

(c) একটি কাঁচের রডের সাহায্যে পরাগধানীগুলিকে ফাটিয়ে দেওয়া হল এবং সমগ্র দ্রবণ একটি সরু ছিদ্রের ছাঁকনি দ্বারা ছেঁকে নেওয়া হল যাতে পরাগরেণুই থাকে ছেঁকে নেওয়া দ্রবণে এবং পরাগধানীর খোসা ইত্যাদি বাইরে থেকে যায়।

(d) দ্রবণটিতে এবার 2500 rpm ঘূর্ণনে ৩ মিনিট সেন্ট্রিফিউজ (centrifuge) করা হল এবং পেলেট (pellet) রেখে বাকি দ্রবণ ফেলে দেওয়া হল।

(e) পেলেট 15 ml পরিমাণ 45% গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিড (glacial acetic acid) ঢেলে আবার আগের মতই ৩ মিনিট সেন্ট্রিফিউজ করা হল। সুপারন্যাটেন্ট (supernatant) ফেলে দিয়ে পেলেট নেওয়া হল।

(f) আগে থেকে তৈরি করে রাখা 9 : 1 অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড ও সালফিউরিক অ্যাসিডের দ্রবণ 5 ml পেলেটের মধ্যে দেওয়া হল।

(g) এবার টিউবটিকে একটি ওয়াটার বাথে (water bath) 70°C তাপমাত্রার জলে স্থানান্তরিত করা হল। এরপর জলের তাপমাত্রা বাড়িয়ে ফুটন্ত জলের তাপমাত্রায় আনা হল এবং সেই তাপমাত্রায় ততক্ষণ ধরে রাখা হল যতক্ষণ পর্যন্ত না মিশ্রণের রঙ গাঢ় বাদামী হয়ে যায়। এর পরে টিউবটিকে বরফশীতল তাপমাত্রায় রাখা হল প্রায় 10 মিনিটের মত।

(h) পুনরায় মিশ্রণটিকে সেন্ট্রিফিউজ করা হল আগের মতই 2500 rpm ঘূর্ণনে ৩ মিনিট এবং সুপারন্যাটেন্ট ফেলে দেওয়া হল।

(i) মিশ্রণটির সঙ্গে আবার গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিড মিশ্রিত করে আগের মতই সেন্ট্রিফিউজ করা হল এবং তারপর অ্যাসিড ফেলে দেওয়া হল।

(j) অতঃপর পেলেট পাতিত বলে (destilled water) ধুয়ে নিয়ে আবার সেন্ট্রিফিউজ করা হল এবং প্রতিবারই পেলেট রেখে জল ফেলে দেওয়া হল।

এরপর পরিস্রুত পরাগরেণু গ্লিসারিনে (glycerine) মাউন্ট করে কভার গ্লাস (cover glass) চাপা দিয়ে মাইক্রোস্কোপের তলায় নিরীক্ষণ করা হল এবং পরাগরেণুর গঠন চিত্রসহ ল্যাবরেটারি নোটবুকে বর্ণনা করা হল।

21.4 স্থায়ী স্লাইড তৈরি ও নিরীক্ষণ (Preparation of Permanent Slide of Obsetvation)

(a) সংগৃহীত পরাগধানীগুলি একটি ল্যাবরেটারি সেন্ট্রিফিউজ টিউবে 70% ইথাইল অ্যালকোহলসহ এক ঘণ্টার জন্য স্থানান্তরিত করা হল।

(b) একটি কাঁচের রডের সাহায্যে পরাগধানীগুলিকে ফাটিয়ে দেওয়া হল এবং সমগ্র দ্রবণ একটি সরু ছিদ্রের (100 μ pore size) পিতলের ছাঁকনি দ্বারা ছেঁকে দেওয়া হল যাতে পরাগরেণুই থাকে ছেঁকে নেওয়া দ্রবণে এবং পরাগধানীর খোসা ইত্যাদি বাইরে থেকে যায়।

(c) দ্রবণটিকে এবার 2500 rpm ঘূর্ণনে ৩ মিনিট সেন্ট্রিফিউজ করা হল এবং পেলেট রেখে বাকি দ্রবণ ফেলে দেওয়া হল।

(d) পেলেটে 15 ml পরিমাণ 45% গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিড ঢেলে আবার ৩ মিনিট সেন্ট্রিফিউজ করা হল। সুপারন্যাটেন্ট ফেলে দিয়ে পেলেট নেওয়া হল। পেলেট আবার কাঁচ রড দিয়ে ক্রাশ করে নিয়ে আবার একই পদ্ধতি অনুসরণ করে ছেঁকে নেওয়া হল।

(e) আগে থেকে তৈরি করে রাখা 9 : 1 অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড ও সালফিউরিক অ্যাসিডের দ্রবণ 5 ml পেলেটের মধ্যে ধীরে ধীরে ঢেলে দেওয়া হল।

(f) এবার টিউবটিকে একটি ওয়াটার বাথে 70°C তাপমাত্রায় জলে স্থানান্তরিত করা হল। এরপর জলের তাপমাত্রা বাড়িয়ে ফুটন্ত জলের তাপমাত্রায় আনা হল এবং সেই তাপমাত্রায় ততক্ষণ ধরে রাখা হল যতক্ষণ পর্যন্ত না মিশ্রণের রঙ গাঢ় বাদামী হয়ে যায়। এর পরে টিউবটিকে বরফশীতল তাপমাত্রায় রাখা হল প্রায় 10 মিনিটের মত।

(g) পুনরায় মিশ্রণটিকে সেন্ট্রিফিউজ করা হল আগের মতই 2500 rpm ঘূর্ণনে ৩ মিনিট এবং সুপারন্যাটেন্ট ফেলে দেওয়া হল।

(h) মিশ্রণটির সঙ্গে আবার গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিড মিশ্রিত করে আগের মতই সেন্ট্রিফিউজ করা হল এবং তারপর অ্যাসিড ফেলে দেওয়া হল।

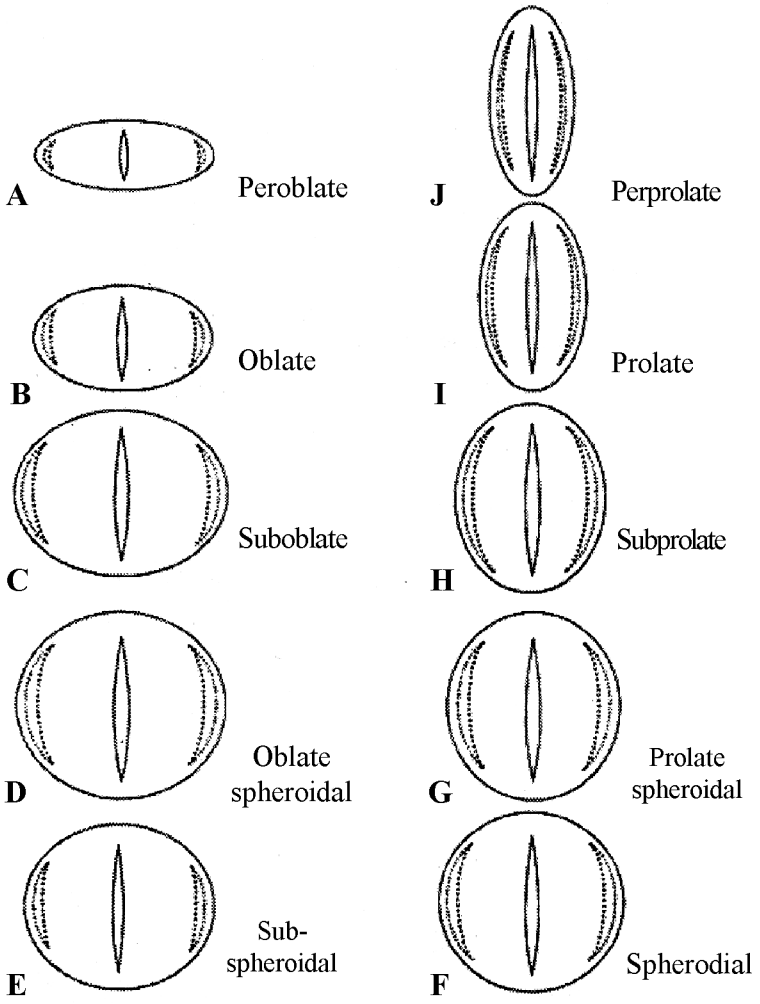
(i) অতঃপর পেলেট ডিস্টিল্ড ওয়াটারে সেন্ট্রিফিউজ করা হল এবং পেলেট রেখে জল ফেলে দেওয়া হল।

(j) এর পর পরিস্রুত পরাগরেণু গ্লিসারিন জেলিতে মাউন্ট করেহট প্লেটের উপর এক ঘণ্টা রেখে দেওয়া হল যাতে কভার গ্লাসের তলায় সমসত্ত্বরূপে জেলি ছড়িয়ে পড়ে।

(k) এর পর কভার গ্লাস মোম (sealing wax) দিয়ে সিল করে মাইক্রোস্কোপে নিরীক্ষণ করা হল।

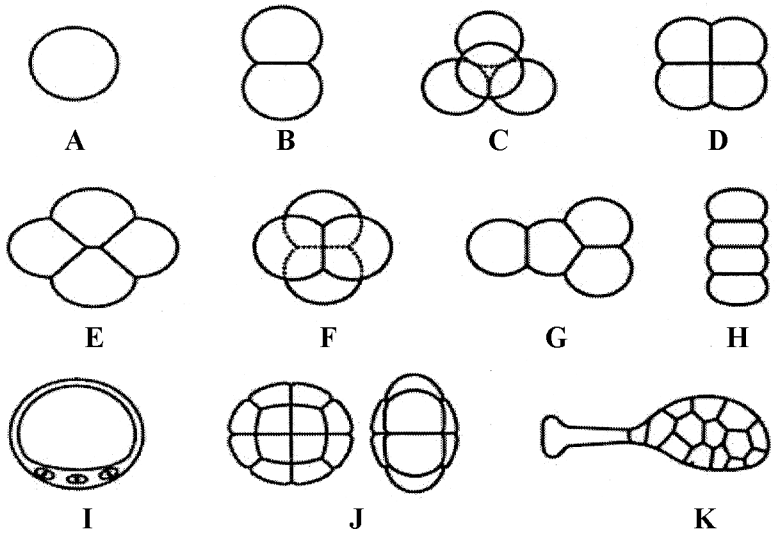
21.5 পর্যবেক্ষণ (Observation)

I. পরাগরেণুর বিভিন্ন আকৃতি : পরাগরেণুর আকৃতি স্পোরোডার্মের আকৃতির উপর নির্ভরশীল। Erdtman (1952) উলম্ব ও অনুভূমিক অক্ষের অনুপাত অনুসারে নয় রকম আকৃতির পরাগরেণুর বর্ণনা দেখিয়েছেন। নীচের চিত্র নং 21.1 এ এগুলির রেখচিত্র দেখানো হল :



চিত্র 21.1 বিভিন্ন আকৃতির পরাগরেণু

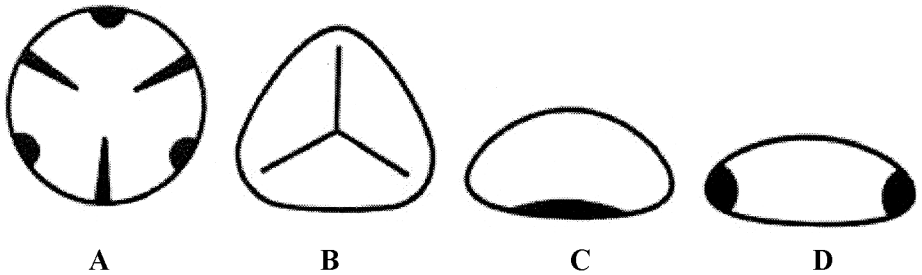
II. পরাগরেণুর সংযুক্তি : পরাগরেণুগুলি এককভাবে বা সুনির্দিষ্টভাবে পরস্পরের সঙ্গে সংযুক্ত থাকতে পারে। চিত্র নং 21.2 তে তার মধ্যে কয়েকটি প্রদর্শিত হল।



চিত্র 21.2 বিভিন্ন সংযুক্তির পরাগরেণু

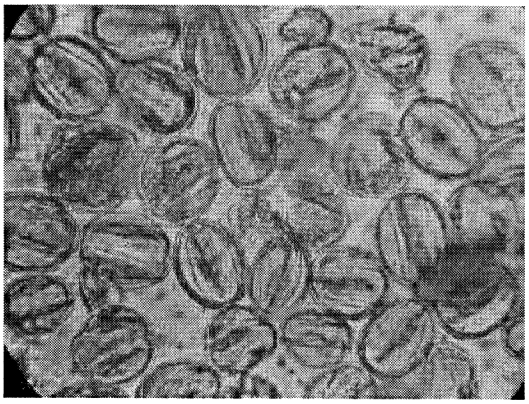
Pollen units (A = Monad, B = Dyads, C = Tetrahedral tetrad, D = Tetragonal tetrad, E = Rhomboidal tetrad, F = Decussate tetrad, G = T-Shaped tetrad, H = Linear tetrad, I = Cryptotetrad, J = Polyads, K = Pollinia

III. পরাগরেণুর প্রতিসাম্য : পরাগরেণুগুলি কিছু অপ্রতিসম এবং কিছু সুনির্দিষ্ট প্রতিসাম্য বিশিষ্ট। চিত্র নং 3 তে দ্বিপ্রতিসম এবং অরীয় প্রতিসাম্য বিশিষ্ট পরাগরেণু প্রদর্শিত হল।



Symmetry (A & B = Radially symmetric, C & D = Bilateral)

চিত্র 21.3 বিভিন্ন প্রতিসাম্যের পরাগরেণু



চিত্র 21.4 মাইক্রোস্কোপের তলায় পরাগরেণুর চিত্র (x 400)

IV পর্যবেক্ষণ নথিভুক্তিকরণ : অন্তত তিনটি বিভিন্ন উদ্ভিদের পরাগরেণুর নমুনা মাইক্রোস্কোপের সাহায্যে পর্যবেক্ষণ করে নীচের সারণিতে প্রদত্ত উপায়ে নথিভুক্ত করুন।

Sl.no.	Name of the plant	Shape of pollens	Symmetry	Type of aggregation	Free hand diagram	Comment

21.6 সনাক্তকরণ (Identification)

স্থায়ী স্লাইড থেকে সনাক্তকরণ : শিক্ষা প্রতিষ্ঠান নিম্নলিখিত নমুনাগুলির মধ্যে যেগুলি পাওয়া সম্ভব সেগুলি তৈরি করে বা সংগ্রহ করে ছাত্রদের মাইক্রোস্কোপে নিরীক্ষণের জন্য প্রদান করবেন।

21.6.1 পরাগরেণুর গাত্রে অলঙ্করণ ও ছিদ্রের প্রকারভেদ :

প্রধানত দুই প্রকার ছিদ্র দেখা যায়—সরল ও যৌগ।

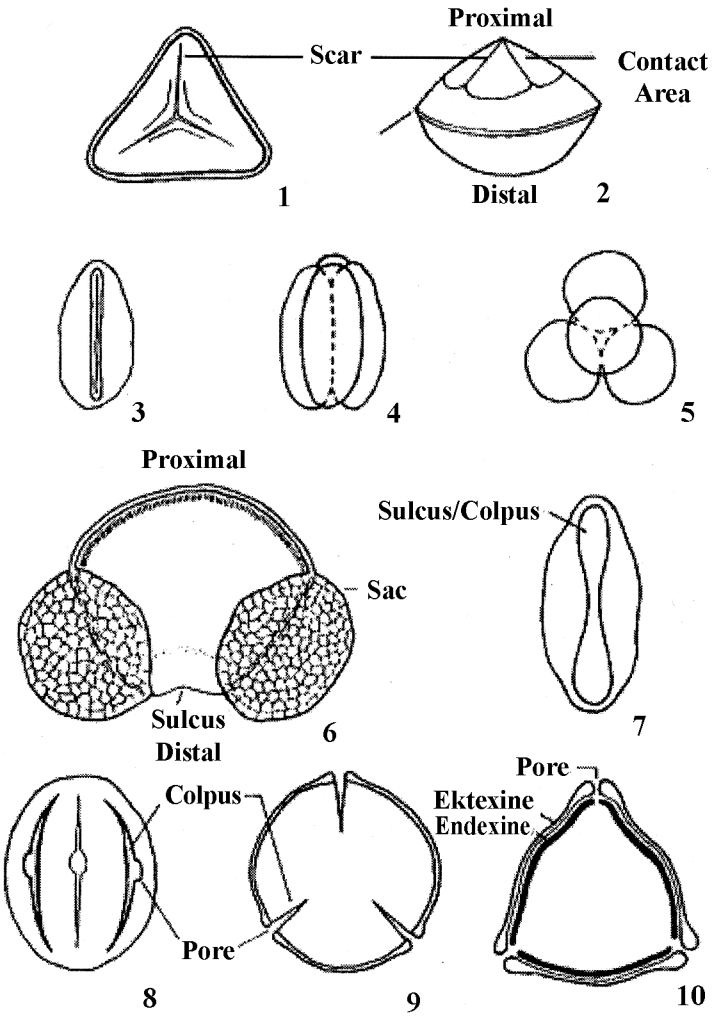
কয়েক প্রকার সরল ছিদ্র :

লেট (Lete) : চেরা ছিদ্র যা একপ্রান্তে থাকে। Monolete হলে একটি মাত্র চেরা ছিদ্র; উদাহরণ টেরিডোফাইটার স্পোর যেমন *Psilotum, Polypodium* ইত্যাদি। Trilete হল ত্রিমুখী চেরা ছিদ্র, যেমন *Lycopodium, Dryopteris* ইত্যাদি।

পোর (Pore) : পরাগরেণুর বিষুব অঞ্চলে গোলাকৃতি ছিদ্র। যেমন, Urticaceae, Ulmaceae ইত্যাদি ফ্যামিলিতে পাওয়া যায়।

সালকাস (Sulcus) : লম্বা চেরা নৌকা আকৃতির রন্ধ্র যার দৈর্ঘ্য প্রস্থের অনুপাত হল >2 এবং একটি প্রান্তে সীমাবদ্ধ। উদাহরণ Arecaceae, Magnoliaceae ইত্যাদি গোত্রে।

কলপাস (Colpus) : পরাগরেণুর বিষুব অঞ্চল বরাবর লম্বা রন্ধ্র যার সংখ্যা দুইয়ের অধিক এবং যার দৈর্ঘ্য প্রস্থের অনুপাত হল >2 ; যেমন Lamiaceae, Brassicaceae গোত্রে।

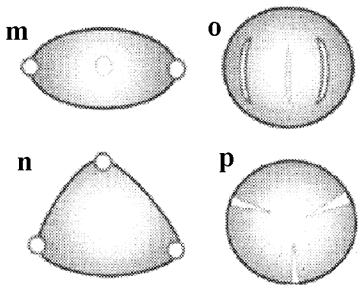


চিত্র 21.5 বিভিন্ন ধরনের পরাগরেণুর রেখাচিত্র ও বর্ণনামূলক নাম

I. Letes : (1) trilete spore, proximal view; (2) trilete spore, equatorial/lateral view; (3) monolete spore, proximal view; (4) tetragonal tetrad, derivation of monolete spores; (5) tetrahedral tetrad, derivation of trilete spores;

II. Sulcus : (6) bisaccate pollen, lateral view; (7) monosulcate pollen, distal view;

III. Colpus : (8) tricolporate pollen, equatorial view; (9) tricolporate pollen, polar view; (10) triporate pollen, polar view.



চিত্র 21.6 Pores and Colpi : (m) and (n) are Pores. (o) and (p) are Colpi

21.7 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

(a) অ্যাসিটোলাইসিস কাকে বলে?

(b) পরাগধানী থেকে পরাগরেণু মুক্ত করার জন্য কোন কোন যৌগ ব্যবহার করা হয় ও কেন?

(c) অ্যাসিটোলাইসিসের পর সেন্ট্রিফিউজ করার উদ্দেশ্য কী?

(d) পরাগরেণুর বিভিন্ন প্রকার আকৃতি চিত্রসহ দেখান।

(e) পরাগরেণুর জোড় বাঁধার ধরন কয় প্রকার ও কী কী?

(f) পরাগরেণুকে প্রতিসাম্য অনুযায়ী কী কী ভাগে ভাগ করা যায়?

(g) পরাগরেণুতে প্রধানত কত রকমের ছিদ্র দেখা যায়? এগুলির উদাহরণ দিন।

(h) টীকা লিখুন : পোর, লেট, সালকাস, কলপাস

21.9 উত্তরমালা (Key to the answers)

(a) 21.2 A নীতি অংশটি থেকে বিক্রিয়াসহ উত্তর লিখুন।

(b) 21.2 A থেকে যৌগ দুটির নাম এবং এ কাজে তাদের ব্যবহার করা হচ্ছে কেন তা বুঝিয়ে বলুন।

(c) 21.2 B অংশে কোন পর্যায়ে এবং কত ঘুর্ণনে সেন্ট্রিফিউজ হচ্ছে তা বলা হয়েছে। এর উদ্দেশ্য পরাগরেণুকে কোষীয় আবর্জনার থেকে পৃথক করা।

(d) 21.4.I অংশ দেখুন

(e) 21.4.II অংশ দেখুন

(f) 21.4.III অংশ দেখুন

(g) 21.5.1 অংশ দেখুন

(h) 21.6.1 অংশ দেখুন

একক - 22 ❑ স্থায়ী স্লাইডের সাহায্যে Orchidaceae এর অন্তর্গত উদ্ভিদের পলিনিয়া প্রদর্শন (Study of Pollinia from Permanent Slides of Plants under Orchidaceae)

গঠন

22.1 উদ্দেশ্য

22.2 প্রস্তাবনা

22.3 পরীক্ষা পদ্ধতি

22.4 উপসংহার ও সারাংশ

22.5 প্রশ্নাবলী

22.6 উত্তরমালা

22.1 উদ্দেশ্য (Objectives)

এই অধ্যায়টি থেকে আপনি নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সম্পর্কে অবহিত হবেন

- Pollinia-এর গঠন কিরূপ?
- *Calotropis* উদ্ভিদের Pollinia কিভাবে পরীক্ষাগারে নিরীক্ষণ করা সম্ভব?
- অর্কিডের পলিনিয়ার গঠনবৈশিষ্ট্য কিরূপ?

22.2 প্রস্তাবনা (Introduction)

সপুষ্পক উদ্ভিদের পুং জনন কোষ হল পরাগরেণু (pollen)। উচ্চতর উদ্ভিদ অর্থাৎ স্পারমাটোফাইটা (Spermatophyta) শ্রেণির অন্তর্গত উদ্ভিদের পুষ্পে পাওয়া পরাগরেণু এবং টেরিডোফাইটা বা ব্রায়োফাইটা শ্রেণির অন্তর্গত উদ্ভিদের মাইক্রোস্পোর (microspores) হল সমধর্মী (homologous) গঠন। তারা জনুঃক্রমের (alternation of generations) স্পোরোফাইটিক দশায় পরাগরেণু মাতৃকোষ (pollen mother cells) থেকে মিওসিস পদ্ধতিতে কোষ বিভাজনের ফলে উৎপন্ন হয়। সপুষ্পক উদ্ভিদে

পরাগরেণু মাতৃকোষ গঠিত হয় পুংধানীর (anther) আর্কেস্পোরিয়াম (archesporium) নামক কলা থেকে। কোন কোন উচ্চতর উদ্ভিদে যেমন Orchidaceae এবং Asclepiadaceae গোত্রের উদ্ভিদে পরাগরেণুগুলি পরস্পরসংযুক্ত হয়ে বিশেষ গঠন তৈরি করে যাকে বলে Pollinicum (pl. Pollinica)। যখন দুই বা ততোধিক pollinia উপাঙ্গসহ পরস্পরের সঙ্গে যুক্ত থাকলে তখন তাকে বলে Pollinarium. পরাগমিলনের সময় পূর্ণাংগ Pollinia একটি একক গঠনরূপে গর্ভমুণ্ডের উপরে স্থানান্তরিত হয়। পলিনিয়া গঠন হল পরাগমিলনে নিশ্চিত সুবিধা পাবার জন্য পরাগরেণুর গুচ্ছ স্থানান্তরণের উপায়।

22.3 পরীক্ষা পদ্ধতি (Experiment)

I. *Calotropis* এর Pollinia প্রদর্শন :

পূর্ব হতে তৈরি করা স্থায়ী স্লাইডের দ্বারা অথবা আকন্দের (*Calotropis gigantea*; Family : Asclepiadaceae) ফুল থেকে পলিনিয়া আহরণ করে সহজেই তা মাইক্রোস্কোপের তলায় দেখা যায়। এর জন্য যা যা লাগবে তা হল : Flowers of *Calotropis*, dissecting needle, dissecting microscope, slide, blade, glycerine, coverslip, scissors.

পদ্ধতি : একটি পূর্ণাংগ *Calotropis* ফুল থেকে calyx ও corolla বাদ দিলে পঞ্চভূজাকৃতি stigmatic disc পরিলক্ষিত হয়। এর কোণায় কোণায় পলিনিয়ার অবস্থান। এমন একটি পলিনিয়াকে dissection needle দিয়ে বার করে একটা পরিষ্কার স্লাইডে গ্লিসারিনে মাউন্ট করা হল এবং dissecting microscope এ দেখে সেটির বৈশিষ্ট্য লিখে চিত্র অঙ্কন করা হল।

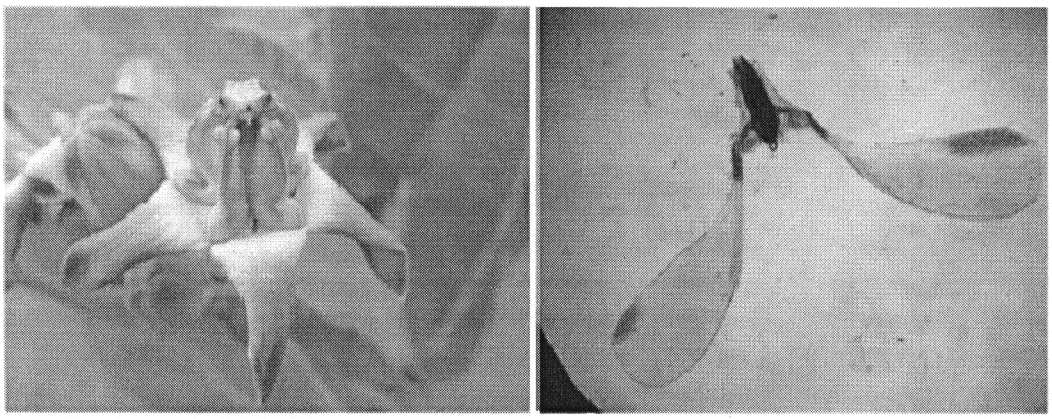
সনাক্তকারী বৈশিষ্ট্য :

(a) *Calotropis gigantea* এর stamen গুলি সংযুক্ত হয়ে পলিনিয়া গঠন করেছে।

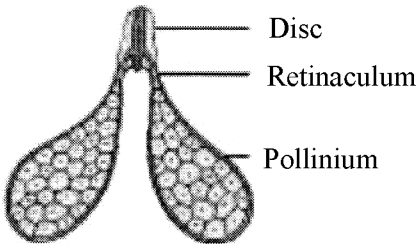
(b) দুটি পলিনিয়া একটি আঠালো চাকতির (glandular disc) সঙ্গে যুক্ত। একে বলে করপাস্কিউলাম (Corpusculum)। রেটিনাকিউলাম (Retinaculum) নামক সূত্রাকার অংশ দ্বারা পলিনিয়া এই চাকতির সঙ্গে সংযুক্ত থাকে।

(c) করপাস্কিউলাম ও রেটিনাকিউলাম-কে একযোগে উলটানো Y বর্ণের মত দেখতে লাগে। একে বলে ট্রানস্লেটর (Translator)।

(d) এই পুষ্পে পতঙ্গবাহী পরাগমিলন হয়। মৌমাছি বা মথের পায়ে আঠালো চাকতি আটকে গিয়ে সমগ্র পলিনিয়া এক ফুল থেকে অন্য ফুলের গর্ভমুণ্ডে স্থানান্তরিত হয়।



চিত্র 22.1 (a) *Calotropis* flower (b) Pollinia under microscope

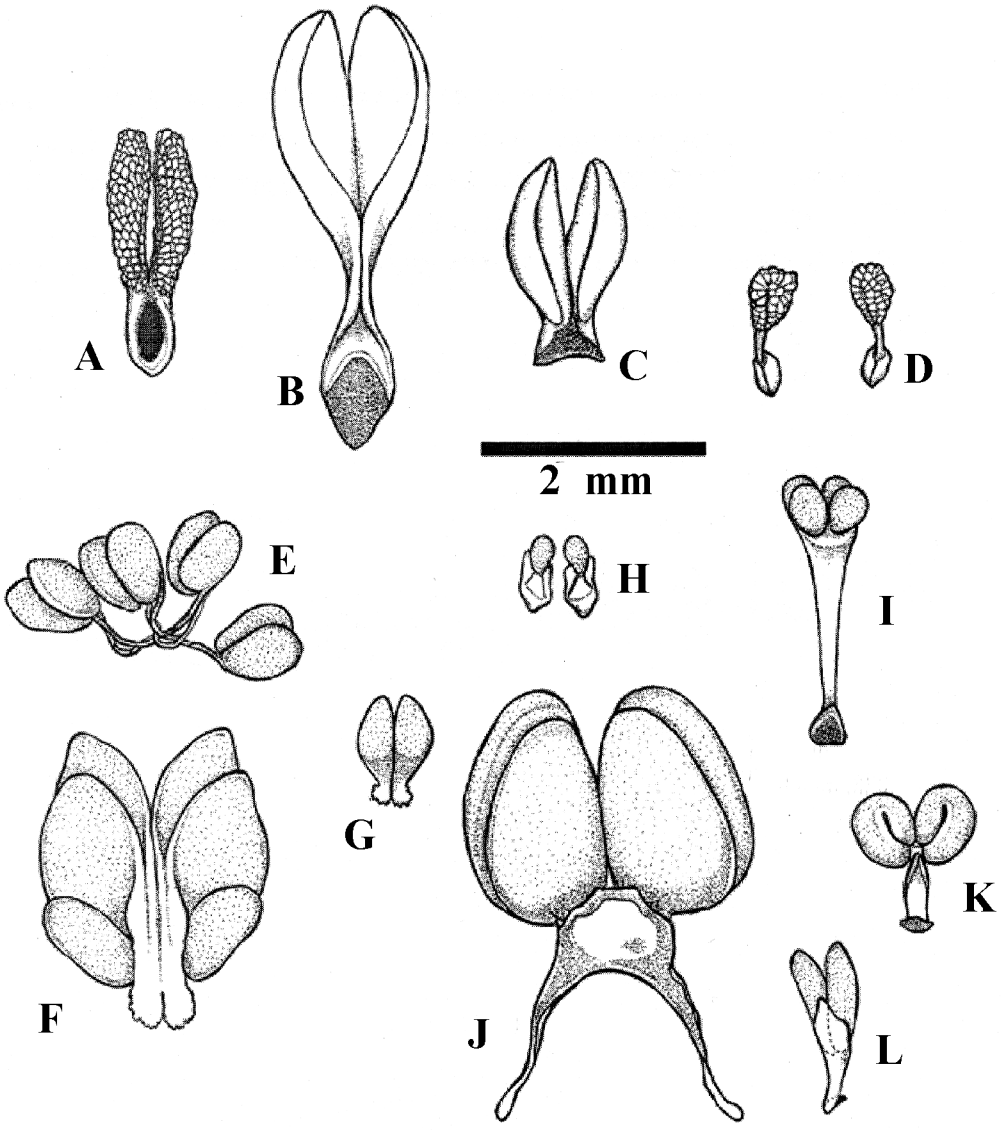


Pollinia of *Calotropis*

চিত্র 22.2 পলিনিয়া

II. স্থায়ী স্লাইডের সাহায্যে Orchidaceae এর অন্তর্গত উদ্ভিদের পলিনিয়া প্রদর্শন :

নিম্নে কয়েক প্রকার অর্কিডের পলিনিয়ার চিত্র দেওয়া হল। এগুলি নমুনা চিত্র মাত্র। Orchidaceae র মধ্যে যেগুলি স্থায়ী স্লাইড রূপে সংগ্রহ করা সম্ভব তা মাইক্রোস্কোপে দেখে চিহ্নিত চিত্র অঙ্কন করুন।



চিত্র 3. Orchidaceae গোত্রের উদ্ভিদের পলিনিয়া ও পলিনারিয়া

(A–D) sub family Orchidoideae-এর disc ও translator সহ Pollinia। একে বলে Friable (divisible) Pollinia (E–F)। Sub Family Epidendroideae-এর Pollinaria; একাধিক পরস্পর সংযুক্ত পলিনিয়া এক্ষেত্রে Pollinaria গঠন করেছে। (G–L) Sub Family Epidendrodeae কয়েক প্রকার পলিনিয়া।

22.4 নিরীক্ষণ (Observation)

বিভিন্ন প্রকার সপুষ্পক উদ্ভিদে পরাগরেণু গুচ্ছ পরস্পর সংযুক্ত হয়ে Pollinia গঠন করতে দেখা যায়। আদর্শ Pollinia দেখা যায় আকন্দ (*Calotropis gigantea*) পুষ্পে। এখানে পলিনিয়া দ্বিবিভাজিত এবং Retinaculum নামক সূত্রাকার অংশের সাহায্যে একটি আঠালো ডিস্ক Corpusculum এর সঙ্গে যুক্ত। প্রতিটি বাহু Translator arm নামে পরিচিত। পতঙ্গ দ্বারা পরাগমিলনের কালে আঠালো চাকতি পতঙ্গের পায়ে বা দেহাংশে আটকে যায় এবং অন্য ফুলের গর্ভমুণ্ডে স্থানান্তরিত হয়।

22.5 প্রশ্নাবলী (Terminal Questions)

1. পলিনিয়া কী?
2. পলিনারিয়া কাকে বলে?
3. পলিনিয়া পর্যবেক্ষণের জন্য কোন উদ্ভিদ বেছে নেওয়া হয় তার নাম লিখুন।
4. *Calotropis* sp.-এর পলিনিয়ার চিত্রসহ বর্ণনা দিন।

22.6 উত্তরমালা (Key to the answers)

1. 22.2 অংশ দেখুন
2. 22.3 অংশ দেখুন
3. *Calotropis gigantea*
4. 22.4 অংশ থেকে সনাক্তকারী বৈশিষ্ট্য দেখুন এবং চিত্র 22.2 আঁকুন।

NOTES

NOTES