BNBY401DCT

نباتی فعلیات اور تحویل

(Plant Physiology and Metabolism)

بی۔ایس سی۔(آنرس)

پروگرام چارسالہ

چوتھا سمسٹر (نباتیات)

مرکز برائے فاصلاتی و آن لائن تعلیم

مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی

حیدرآباد۔32، تلنگانہ، بھارت

Copyright © 2026, Maulana Azad National Urdu University, Hyderabad

All right reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronically or mechanically, including photocopying, recording or any information storage or retrieval system, without prior permission in writing form the publisher (registrar@manuu.edu.in)

ISBN : 978-81-68324-12-1

Course : Plant Physiology and Metabolism

First Edition : August 2026

Copies : 1500

Price : 210/- **(The price of the book is included in admission fee of distance mode students)**

Course Coordinator

Dr. Merajul Islam Robab, Asst Professor (Botany), School of Sciences, MANUU

Editorial Board/Editors

Prof. S. Maqbool Ahmad Professor(Botany),School of Sciences, MANUU, Hyderabad	Prof. Mohammed Bashiruddin Retd. Professor Agricultural University Hyderabad
Dr. Azizur Rahman Khan Former Assistant Professor (C)/ Guest Faculty (Botany), CDOE, MANUU, Hyderabad.	Ms. Farzana Begum Lecturer(Botany), Mumtaz College, Hyderabad
Dr. Ghafoor Unnisa Assistant Professor (C),(Botany) CDOE, MANUU, Hyderabad	Dr. Mohd Akmal Khan, Assistant Professor (C),CDOE MANUU, (Language Editor)

Production

Prof. Nikhath Jahan, Professor (Urdu), CDOE MANUU	Mr. P Habibulla, Assistant Registrar, Purchase & Stores Section, MANUU	Dr. Mohd Akmal Khan, Assistant Professor (C), CDOE MANUU
Mohd Abdul Naseer, Section Officer, CDOE MANUU	Shaik Ismail, UDC, CDOE, MANUU	Syed Faheemuddin, LDC, Purchase & Stores Section, MANUU

On behalf of the Registrar, Published by:

Centre for Distance and Online Education

Maulana Azad National Urdu University

Gachibowli, Hyderabad-500032 (TG), India

***Director:*dir.dde@manuu.edu.in *Publication:*ddepublication@manuu.edu.in**

Phone number: 040-23008314 Website: manuu.edu.in

CRC Prepared by Dr. Ghafoor Unnisa, Faculty of Botany, CDOE, MANUU, Hyderabad

Printer: Print Time & Business Enterprises, Hyderabad

فہرست

پیغام	وائس چانسلر		6
پیغام	ڈائرکٹر		7
کورس کا تعارف	کوآرڈی نیٹر (نباتیات)		8
اکائی	**اکائی کا نام**		
اکائی1	پانی اور پودوں کا تعلق	ڈاکٹر عزیز الرحمن خان	10
اکائی2	سریاں اور اس کی اہمیت	پروفیسر ایس مقبول احمد	23
اکائی3	معدنی تغذیہ	ڈاکٹر عزیز الرحمن خان	39
اکائی4	روانوں کی خلوی جھلیوں کے پار منتقلی	پروفیسر ایس مقبول احمد	54
اکائی5	شعاعی ترکیب۔I	پروفیسر ایس مقبول احمد	67
اکائی6	شعاعی ترکیب۔II	پروفیسر ایس مقبول احمد	84
اکائی7	الیکٹران کی منتقلی، تمثیلی قوت کی تیاری، C3, C4, CAM دوراور فوٹو ریسپریشن	ڈاکٹر محمد فیضان	99
اکائی8	پودوں میں عمل تنفس	ڈاکٹر محمد فیضان	117
اکائی9	خامرے۔ ساخت اور خصوصیات	پروفیسر محمد بشیر الدین	133
اکائی10	نائٹروجن کی تحویل۔	پروفیسر محمد بشیر الدین	149
اکائی11	پودوں کی نمو کے ناظمین	پروفیسر محمد بشیر الدین	171
اکائی12	پودوں میں شعاعی دورانیت	پروفیسر محمد بشیر الدین	187

	لیب مینول		
اکائی13	A. پوٹاٹواسمواسکوپ تجربہ B. پلاسمہ پاشیدگی طریقے سے خلوی رس کے ولوجی بلقوۃ کا تعین	محترمہ فرزانہ بیگم	210
اکائی 14	A. کوبالٹ کلورائیڈ کے طریقے سے سریان کی شرح کاتعین B. گیانانگس پوٹومیٹر کے ذریعے سریان کے شرح کاتعین کرنا	ڈاکٹر عزیزالرحمن خان محترمہ فرزانہ بیگم	218
اکائی 15	A. اسٹوماٹل انڈکس اور فری کوینسی معلوم کرنا B. ٹیٹریشن کے طریقے سے آلو کے تصلے کو استعمال کرکے کیاٹلیز کی کارکردگی کو معلوم کرنا	ڈاکٹر عزیزالرحمن خان	230
اکائی16	A. کاغذ لون نگاری ٹکنیک کے ذریعے کلوروپلاسٹ کے الوان کی علاحدگی B. 2،3،5ٹرائفیل ٹٹرازولیم کلورائیڈ کو استعمال کرکے سیڈ ویبیلیٹی کاامتحان	ڈاکٹر عزیزالرحمن خان محترمہ فرزانہ بیگم	240
	نمونہ امتحانی پرچہ		

مصنفین کی تفصیلات

(Writer's Details)

Dr. Azizur Rahman Khan Former Assistant Professor (C)/ Guest Faculty (Botany),CDOE, MANUU, Hyderabad.	ڈاکٹر عزیزالرحمن خان، سابق اسسٹنٹ پروفیسر (کانٹریکچول/گیسٹ نیکلٹی)، (نباتیات)، مرکز برائے فاصلاتی اور آن لائن تعلیم، مانو، حیدرآباد
Ms. Farzana Begum, Lecturer(Botany), Mumtaz College, Hyderabad	محترمہ فرزانہ بیگم، لکچرر (نباتیات)، ممتاز کالج، حیدرآباد

پروف ریڈرس(Proofreaders):

پروفیسر محمد بشیرالدین

پروفیسر ایس۔ مقبول احمد

ڈاکٹر عزیزالرحمن خان

محترمہ فرزانہ بیگم

ڈاکٹر غفورالنساء

ٹائٹل پیج(Title Page):ابراہیم اکرم صدیقی

پیغام

مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی (MANUU) 1998 میں پارلیمنٹ کے ایک ایکٹ کے ذریعے قائم کی گئی۔ یہ ایک مرکزی جامعہ ہے جس نے این اے اے سی کی جانب سے گریڈ +A حاصل کیا ہے۔ اس جامعہ کے قیام کے مقاصد ہیں: (1) اردو زبان کا فروغ، (2) پیشہ ورانہ اور تکنیکی تعلیم کو اردو میڈیم میں قابل رسائی اور دستیاب بنانا، (3) روایتی اور فاصلاتی طریقۂ تعلیم کے ذریعے تعلیم فراہم کرنا، اور (4) خواتین کی تعلیم پر خصوصی توجہ دینا۔ یہ وہ نکات ہیں جو اس مرکزی جامعہ کو دیگر تمام مرکزی جامعات سے ممتاز کرتے ہیں اور اسے ایک انفرادیت بخشتے ہیں۔ قومی تعلیمی پالیسی 2020 میں بھی مادری زبانوں اور علاقائی زبانوں میں تعلیم حاصل کرنے پر زور دیا گیا ہے۔

اردو کے ذریعے علم کے فروغ کا مقصد یہی ہے کہ اردو جاننے والے طبقے کے لیے عصری علوم اور مضامین تک رسائی آسان بنائی جائے۔ ایک طویل عرصے تک اردو میں درسی مواد کی کمی رہی ہے۔ اردو یونیورسٹی کے پاس اب اردو میں 350 سے زیادہ کتابوں کا ذخیرہ موجود ہے اور ہر سمسٹر کے ساتھ اس تعداد میں اضافہ ہو رہا ہے۔ اردو یونیورسٹی این ای پی 2020 کے وژن کے مطابق مادری/گھریلو زبان میں تعلیمی مواد فراہم کرنے کے قومی مشن کا حصہ بننے کو اپنے لیے ایک اعزاز سمجھتی ہے۔ مزید یہ کہ اردو بولنے والا طبقہ اردو میں مطالعہ کے مواد کی عدم دستیابی کے سبب نئے اُبھرتے شعبوں اور جدید تر معلومات کے موجودہ میدانوں میں تازہ ترین معلومات واطلاعات کے حصول سے محروم نہیں رہے گا۔ مذکورہ بالا میدانوں میں مواد کی دستیابی کی بدولت حصولِ معلومات کا نیا شعور بیدار ہوا ہے جو یقیناً اردو داں طبقے کی دانشورانہ ترقی پر اثرانداز ہوگا۔

فاصلاتی اور آن لائن طلبہ کے لیے تعلیم وتدریس کے عمل کو سہل بنانے کے لیے یونیورسٹی کا سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن (CDOE) اردو اور متعلقہ مضامین میں خود اکتسابی مواد (SLM) کی تیاری کو یقینی بناتا ہے۔

MANUU فاصلاتی اور آن لائن لرننگ کے طلبہ کے لیے SLM بلامعاوضہ فراہم کرتا ہے۔ یہ مواد اُردو کے ذریعے علم حاصل کرنے میں دلچسپی رکھنے والے ہر شخص کے لیے برائے نام قیمت پر دستیاب ہے۔ تعلیم تک رسائی کے دائرے کو مزید پھیلانے کے مقصد سے، اردو/ہندی/انگریزی/عربی میں eSLM یونیورسٹی کی ویب سائٹ پر مفت ڈاؤن لوڈ کے لیے دستیاب رکھا گیا ہے۔

مجھے بے حد خوشی ہے کہ متعلقہ فیکلٹی کی محنت اور مصنفین کے مکمل تعاون کی بدولت FYUG بی۔اے، بی۔ایس سی اور بی۔کام کی کتابوں کی اشاعت کا عمل بڑے پیمانے پر شروع ہو گیا ہے۔ فاصلاتی اور آن لائن لرننگ کے طلبہ کی سہولت کے لیے خود اکتسابی مواد (SLM) کی تیاری اور اشاعت کا عمل یونیورسٹی کے لیے اہمیت رکھتا ہے۔ مجھے یقین ہے کہ ہم اپنے خود تعلیمی مواد کے ذریعے اردو جاننے والے ایک بڑے طبقے کی ضروریات کو پورا کرنے کے قابل ہوں گے اور اس یونیورسٹی کے مقصدِ قیام کو پورا کریں گے اور اپنے ملک میں اپنی موجودگی کو جائز ٹھہرا سکیں گے۔

نیک تمناؤں کے ساتھ!

پروفیسر سید عین الحسن

شیخ الجامعہ، مانو

پیغام

موجودہ دور میں فاصلاتی تعلیم کو دنیا بھر میں ایک نہایت مؤثر اور مفید طریقۂ تعلیم کے طور پر تسلیم کیا جاتا ہے اور بڑی تعداد میں لوگ اس طریقۂ تعلیم سے فائدہ اٹھا رہے ہیں۔ مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی نے بھی اردو زبان بولنے والے عوام کی تعلیمی ضروریات کو مد نظر رکھتے ہوئے اپنے قیام کے وقت سے ہی فاصلاتی تعلیم کا طریقہ متعارف کرایا۔ مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی نے 1998 میں ڈائریکٹوریٹ آف ڈسٹنس ایجوکیشن (نظامتِ فاصلاتی تعلیم) کے ساتھ کام کا آغاز کیا اور 2004 سے باقاعدہ پروگرام شروع ہوئے، اس کے بعد مختلف شعبہ جات قائم کیے گئے۔

یو جی سی نے ملک میں نظام تعلیم کو مؤثر طور پر منظم کرنے میں ایک اہم کردار ادا کیا ہے۔ اوپن اینڈ ڈسٹنس لرننگ (ODL) موڈ کے تحت چلنے والے مختلف پروگرام، جو سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن (CDOE) میں چل رہے ہیں، یو جی سی-ڈی ای بی کے منظور شدہ ہیں۔ یو جی سی-ڈی ای بی نے فاصلاتی اور باقاعدہ تعلیم کے نصاب کو ہم آہنگ کرنے پر زور دیا ہے تاکہ فاصلاتی تعلیم حاصل کرنے والے طلبہ کے معیار کو بہتر بنایا جاسکے۔ چونکہ مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی ایک دُہرے طرز (ڈوئل موڈ) کی یونیورسٹی ہے جو فاصلاتی اور روایتی دونوں طریقۂ تعلیم کی خدمات فراہم کرتی ہے، اس لیے اپنے مقاصد کو یو جی سی-ڈی ای بی کے رہنما خطوط کے مطابق حاصل کرنے کے لیے اس نے چوائس بیسڈ کریڈٹ سسٹم (CBCS) متعارف کرایا گیا جس کا خود اکتسابی مواد (Self-Learning Materials) یو جی سی کے قوانین اور کریڈٹ فریم کے مطابق نئے سرے سے تیار کیے جاچکا ہے۔

سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن (CDOE) کل انیس (19) پروگرام پیش کرتا ہے جن میں یو جی، پی جی، بی ایڈ، ڈپلومہ اور سرٹیفکیٹ پروگرام شامل ہیں۔ اس کے ساتھ ساتھ تکنیکی مہارتوں پر مبنی پروگرام بھی شروع کیے جارہے ہیں۔ سی ڈی اوای نے جولائی 2025 سے این ای پی-2020 کے مطابق چار سالہ یو جی پروگرام کا آغاز کیا ہے۔ بی اے، بی ایس سی اور بی کام کے آنرز پروگراموں کو این سی ایف کے مطابق ڈیزائن کیا گیا ہے جس سے طلبہ کو آنرز ڈگری حاصل کرنے میں مدد ملے گی۔ سال 2025-2026 سے ایم بی اے پروگرام او ڈی ایل موڈ میں متعارف کرایا گیا ہے۔

مانو نے طلبہ کی سہولت کے لیے نو ریجنل سنٹرز (بنگلورو، بھوپال، دربھنگہ، دہلی، کولکاتا، ممبئی، پٹنہ، رانچی اور سری نگر) اور چھ سب ریجنل سنٹرز (حیدرآباد، لکھنؤ، جموں، نوح، وارانسی اور امراوتی) کا ایک وسیع نیٹ ورک قائم کیا ہے۔ اس کے علاوہ وجے واڑا میں ایک ایکسٹینشن سنٹر بھی قائم کیا گیا ہے۔ ان ریجنل اور سب ریجنل سنٹروں کے تحت ایک سو پچاس سے زیادہ لرنر سپورٹ سنٹر (LSCs) اور بیس پروگرام سنٹر بیک وقت چلائے جارہے ہیں تاکہ طلبہ کو تعلیمی اور انتظامی سہولیات فراہم کی جاسکیں۔ سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن اپنی تعلیمی اور انتظامی سرگرمیوں میں آئی سی ٹی کا بھرپور استعمال کرتا ہے اور اپنے تمام پروگراموں میں صرف آن لائن موڈ کے ذریعے ہی داخلے فراہم کرتا ہے۔

طلبہ کے لیے سیلف لرننگ میٹیریل (SLM) کی سوفٹ کاپی سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن کی ویب سائٹ پر دستیاب کرائی جاتی ہیں اور آڈیو و ویڈیو ریکارڈنگ کے لنک بھی ویب سائٹ پر فراہم کیے جاتے ہیں۔ اس کے علاوہ طلبہ کو ای۔ میل اور واٹس ایپ گروپ کی سہولت بھی فراہم کی جارہی ہے جن کے ذریعے انہیں پروگرام کے مختلف پہلوؤں جیسے کورس رجسٹریشن، اسائنمنٹ، کاؤنسلنگ، امتحانات وغیرہ کے بارے میں مطلع کیا جاتا ہے۔ باقاعدہ کاؤنسلنگ کے علاوہ گزشتہ دو برسوں سے طلبہ کے تعلیمی معیار کو بہتر بنانے کے لیے زائد تدارکی (Remedial) آن لائن کاؤنسلنگ بھی فراہم کی جارہی ہے۔

امید کی جاتی ہے کہ سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن تعلیمی اور معاشی طور پر پسماندہ آبادی کو عصری تعلیم کے دھارے میں شامل کرنے میں ایک اہم کردار ادا کرے گا۔ تعلیمی ضروریات کو مد نظر رکھتے ہوئے نئی تعلیمی پالیسی (NEP-2020) کے مطابق مختلف پروگرامز میں تبدیلیاں کی گئی ہیں اور توقع ہے کہ اس سے اوپن اینڈ ڈسٹنس لرننگ کے نظام کو مزید مؤثر اور کارآمد بنانے میں مدد ملے گی۔

پروفیسر محمد رضااللہ خان

ڈائرکٹر، سی ڈی اوای، مانو

کورس کا تعارف

زیرِ نظر کتاب بی۔ایس سی سالِ دوم، چوتھے سمسٹر کے لیے مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی کے مرتب کردہ نصاب کے مطابق تیار کی گئی ہے، جس میں نباتی فعلیات (Plant Physiology) کے اہم موضوعات شامل کیے گئے ہیں۔اس کتاب کو FYUG کے نصاب کے تحت 4credit کی بنیاد پر ترتیب دیا گیا ہے تاکہ طلبہ کو مطالعے میں سہولت حاصل ہو۔

اس کتاب میں پانی اور پودوں کے باہمی تعلق، سریان (Transpiration)، معدنی تغذیہ، اور خلوی جھلیوں کے ذریعے مادّوں کی منتقلی جیسے بنیادی موضوعات پر تفصیلی معلومات فراہم کی گئی ہیں۔ مزید برآں، ضیائی تالیف (Photosynthesis-I) اور (Photosynthesis-II)، الیکٹران کی منتقلی، اے۔ٹی۔پی (ATP) کی تیاری، اور تمثیلی قوت کی تشکیل پر روشنی ڈالی گئی ہے۔

کتاب میں تنفس (Respiration) کے مختلف پہلوؤں، مثلاً ہوائی تنفس (Aerobic Respiration)، غیر ہوائی تنفس (Anaerobic Respiration)، گلائیکولائسز (Glycolysis)، کربس دور (Krebs Cycle)، گلائی آکزیلیٹ دور (Glyoxylate Cycle)، اور پنٹوز فاسفیٹ راستہ (Pentose Phosphate Pathway) کو بھی شامل کیا گیا ہے۔

اسی طرح خامروں (Enzymes) کی ساخت، خصوصیات، میکانیتِ کیٹالسس (Catalysis)، اینزائم انہبیشن (Enzyme Inhibition)، نائٹروجن کی تحویل، حیاتی نائٹروجن کی تثبیت، نائٹریٹ اور امونیا کے تحول جیسے موضوعات کا بھی جامع مطالعہ پیش کیا گیا ہے۔

پودوں کی نشوونما کے ناظمین، مثلاً آکسنز (Auxins)، جبرلینز (Gibberellins)، سائٹوکائنز (Cytokinins)، اور ان کی دریافت و فعلیاتی کردار کو بھی تفصیل سے بیان کیا گیا ہے۔مزید برآں، اے۔بی۔اے (ABA)، ایتھلین (Ethylene)، اور نباتات میں فائیٹوکروم (Phytochrome) کے فعلیاتی کردار پر بھی روشنی ڈالی گئی ہے۔

اس کتاب میں متعدد فعلیاتی تجربات کو بھی شامل کیا گیا ہے، جن میں:

پوٹاٹو آسموسکوپ (Potato Osmoscope) کا تجربہ، پلازمہ پاشیدگی (Plasmolysis) کے ذریعے خلوی رس کے ولوجی دباؤ کا تعین، کوبالٹ کلورائیڈ کے طریقے سے سریان کی شرح کا تعین اور اسٹومیٹل انڈیکس (Stomatal Index) اور فریکوئنسی (Frequency) کا تعین

اس کے علاوہ درج ذیل عملی تجربات شامل کیے گئے ہیں:

ٹیٹریشن (Titration) کے ذریعے آلو کے بصلے (Potato Tuber) کو استعمال کرتے ہوئے کیٹلیز (Catalase) کی کارکردگی کا مطالعہ، کاغذی لون نگاری (Paper Chromatography) کی تکنیک سے کلوروپلاسٹک رنگ دار مادّوں کی علیحدگی،

2, 3, 5-ٹرائی فینائل ٹیٹرازولیم کلورائیڈ (Triphenyl Tetrazolium Chloride) کے ذریعے بیجوں کی قابلِ بقا (Seed Viability) کی جانچ اور گیننانگ پوٹومیٹر (Ganong's Potometer) کی مدد سے سریان کی شرح کا تعین

ہر اکائی کے اختتام پر مزید مطالعہ کے لیے تجویز کردہ کتب کی فہرست فراہم کی گئی ہے۔

امید کی جاتی ہے کہ یہ نصاب طلبہ کو نباتی فعلیات کے بنیادی اور عملی پہلوؤں سے واقف کرانے میں معاون ثابت ہوگا۔ نیز، یہ کتاب اردو داں طلبہ میں نباتیات کے مضمون کے حوالے سے فہم، تحقیق اور تجزیاتی صلاحیتوں کے فروغ میں مؤثر کردار ادا کرے گی۔

ڈاکٹر معراج الاسلام رباب

کورس کوآرڈی نیٹر

نباتی فعلیات اور تحویل

(Plant Physiology and Metabolism)

اکائی 1۔ پانی اور پودوں کا تعلق

(Plant and Water Relation)

اکائی کے اجزاء

1.0 تمہید

1.1 مقاصد

1.2 پانی

1.2.1 پانی کے خواص

1.2.2 پانی کے افعال

1.2.3 پانی کی ساخت

1.2.4 پانی میں حل پذیری

1.2.5 سسپنشن

1.2.6 کولائیڈل سسٹم

1.2.7 کولائیڈل سلوشن کے خواص

1.2.8 ڈیالائسس

1.2.9 کولائیڈل پروٹوپلازم

1.2.10 واٹر پوٹینشل

1.2.10 سالیوٹ پوٹینشل سالوٹ پوٹینشیل

1.2.10 پریشر پوٹینشیل اور ٹرگر پریشر

1.2.11 پودوں میں ٹرگر پریشر کی اہمیت

1.3 اکتسابی نتائج

1.4 کلیدی الفاظ

1.5 نمونہ امتحانی سوالات

1.5.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات

1.5.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات

1.5.3 طویل جوابات کے حامل سوالات

1.0 تمہید (Introduction)

پانی پودوں کی جان ہے اس کے بغیر ان کی زندگی محال ہے۔ پودوں کے جسم کا کوئی پچانوے فیصد (95%) حصہ پانی پر ہی مشتمل ہوتا ہے۔ پودوں کی خلیوں میں پروٹوپلازم کا بڑا حصہ پانی ہی ہوتا ہے۔ پانی ایک محلل (Solvent) ہے جس کے ذریعے معدنی نمک زمین سے پانی میں حل ہو کر جڑوں کے ذریعے پودوں میں داخل ہوتے ہیں۔ پانی پودوں کے اندر بھی ایک مقام سے دوسرے مقام تک مرکبات کی منتقلی کا واسط ہوتا ہے۔ پودوں کے اہم ترین عمل فوٹو سینتھسس (Photosynthesis) میں پانی ضروری ہوتا ہے۔ پودوں میں پانی کی وجہ سے ایک تناؤ (Turgidity) رہتی ہے جس کی وجہ سے پودے اپنی شکل یا ہئیت بنائے رکھتے ہیں۔ اس طرح کا تناؤ نہ ہو تو پودوں کی ہئیت برقرار نہیں رہ سکتی۔ خلوی نشو نما (Cell growth) بھی پانی کی دستیابی پر منحصر ہے۔

1.1 مقاصد (Objectives)

اس باب میں حسب ذیل موضوعات کا احاطہ کرنا مقصود ہے:

- ☆ پانی کی اہمیت، خواص اور افعال
- ☆ پانی کی ساخت اور حل پذیری
- ☆ محلول کی مختلف شکلیں
- ☆ واٹر پوٹینشیل (Water Potential)
- ☆ سالیوٹ پوٹینشیل (Solute potential)، پریشر پوٹینشیل (Pressure potential) اور ٹرگر پوٹینشیل (Turgor potential)

اس باب کے مطالعہ سے پانی کی اہمیت، پانی کی ساخت، پانی کے افعال اور خواص سے طالب علموں کو واقف کرانا ہے۔ پانی کی دیگر خصوصیات جیسے حل پذیری، محلول کا اقسام، واٹر پوٹینشیل، پریشر پوٹینشیل اور پودوں میں ٹرگر پریشر اور اسکی اہمیت سے طالب علموں کو واقف کرانا بھی اس باب کے مقاصد میں ہے۔

1.2 پانی (Water)

پانی پودوں میں بہت اہمیت کا حامل ہے۔ پودوں کے جسم کا تقریباً پچانوے فیصد حصہ پانی پر ہی مشتمل ہے۔ پانی پودوں کی غذا ہے اس کے بغیر ان کی نشو نما نہیں ہو سکتی۔ یہ نہ صرف ان کی غذا ہے بلکہ ان کے مختلف حیاتیاتی افعال کا اہم جز ہے جس کے بغیر پودوں کے افعال انجام نہیں پا سکتے۔ پودوں کے اندر مختلف نامیاتی اور دیگر مادوں کی منتقلی میں یہی واسط کا کام انجام دیتا ہے۔ پودوں میں پانی اپنی موجودگی سے ایک قسم کا تناؤ بنائے رکھتا ہے جس کی وجہ سے پودوں کی ہئیت یا شکل برقرار رہ پاتی ہے پانی نہ ہو تو پودے اپنی شکل بھی کھو بیٹھتے ہیں اور مرجھا جاتے ہیں۔ غرض یہ کہ پانی پودوں کی جان ہے۔ اس کے بغیر ان کا جینا اور اپنے حیاتیاتی افعال کا انجام دے پانا ممکن نہیں ہے۔ زیر بحث باب میں پانی کے خواص، افعال، حل پذیری اور اس کے مختلف مظاہر جیسے واٹر پوٹینشیل اور ٹرگر پوٹینشیل وغیرہ کا بیان ہے۔

1.2.1 پانی کے خواص

☆ قدرتی پانی کبھی خالص نہیں ہوتا اس میں بہت سے مادے گھلے ہوئے ہوتے ہیں۔

☆ قدرتی پانی بے رنگ و بے بو مائع ہے۔

☆ پانی کا سالماتی وزن 18 ڈالٹن ہے۔

☆ اس کا نقطہ جوش $100^{o}C$ ہے۔

☆ اس کا نقطہ اماعت $0^{o}C$ ہے۔

☆ پانی کی نوعی حرارت (Specific Heat) دوسرے مائع جات (سوائے امونیا) سے زیادہ ہوتی ہے۔ اس کی وجہ دراصل وہ ہائیڈروجن بانڈ ہیں جو پانی کے سالمات کے درمیان رہتے ہیں۔ جب پانی کا درجہ حرارت بڑھایا جاتا ہے تو پانی کے سالمات میں ارتعاش پیدا ہوتا ہے اور یہ توانائی کی زائد مقدار جذب کرتے ہوئے ہائیڈروجن کے بانڈ کو توڑ دیتے ہیں۔ پانی کی اس طرح زیادہ نوعی حرارت پودوں کیلئے ایک طرح سے دفاعی نظام کی مانند ہے اس خاصیت کی بناء پودے درجہ حرارت میں ہونے والے اتار چڑھاؤ کے مضر اثرات سے محفوظ رہتے ہیں۔

☆ پانی کی انتقالی حرارت (Latent Heat of Vaporization) جو اس کو مائع سے گیس میں تبدیل ہونے کیلئے درکار ہوتی ہے۔ دوسرے تمام مائع جات سے زیادہ ہے۔ پانی کی انتقالی حرارت پودوں کو ٹھنڈا بنائے رکھتی ہے۔

☆ پانی کی کثافت اور پھیلنے کی صلاحیت (Water expansion and Density): پانی جب جم جاتا ہے تو یہ پھیل جاتا ہے اور اس کی کثافت گھٹ جاتی ہے۔ چنانچہ برف کی کثافت پانی سے کم ہوتی ے۔ اسی وجہ سے برف سمندروں، دریاؤں اور تالابوں میں تیرتی ہوئی حالت میں رہتا ہے۔ اس طرح وہ سخت ٹھنڈے موسم میں پانی کے اندر رہنے والے جانوروں کیلئے ایک ڈھال کا کام کرتا ہے۔

☆ سالمات میں باہمی کشش (Cohesive and Adhesive Properties): پانی کے سالمات میں ہائیڈروجن بانڈس کی موجودگی سے آپس میں ایک طرح سے کشش ہوتی ہے (Cohesion)۔ اس طرح پانی کسی ٹھوس سطح کی طرف ایک کشش رکھتا ہے اس کو Adhesion کہا جاتا ہے۔ اس طرح کی کشش یعنی ان دونوں طرح کی کشش پودوں میں پانی کے اوپر چڑھنے میں مددگار ہوتی ہے۔

☆ سطح تناؤ (Surface Tension): پانی کا سطحی تناؤ دوسرے مائع جات سے زیادہ ہوتا ہے پودوں میں اسی تناؤ کی وجہ سے پانی اوپری جانب کھینچتا ہے جو Transpiration Pull کے ذریعے ہوتا ہے جس کے پیدا ہونے کا سبب یہی سطحی تناؤ ہے۔

☆ یکجائی کی قوت (Tensile Strength): یہ اس صلاحیت کا نام ہے جو مادہ کو ٹوٹنے یا بکھرنے سے بچاتی ہے پانی کے سالمات میں ایک دوسرے کے لیے جو کشش ہوتی ہے وہ اسے Tensile Strength یعنی قوت یکجائی بخشتی ہے جو پانی کو زائلم کے بافتوں میں نیچے سے اوپر بڑھنے میں مددگار ہوتی ہے۔ اسی صلاحیت کی بناؤ اونچے نیچے درختوں میں ژائلم کی نالیوں میں اوپر چڑھنے والے پانی کا تسلسل ٹوٹنے نہیں پاتا اور پانی اوپر کامیابی سے پہونچ جاتا ہے۔

☆ تحلیل کرنے کی صلاحیت: پانی ایک بہت اچھا محلل (Solvent) ہے اور دوسرے مائع جات کی بہ نسبت اس میں مادوں کو تحلیل کرنے کی صلاحیت بدرجہ اتم ہوتی ہے۔ یہ الیکٹرولائیٹس اور دوسرے مادہ جات جیسے شکر، پروٹین وغیرہ جو $OH-$ اور NH_2- گروپ پر

مشتمل ہوتے ہیں کو تحلیل کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے۔ تحلیل پانے والے ایانس(Ions) کے گرد پانی ایک طرح سے حفاظتی خول بناتا ہے جس سے ایانس کے درمیان کسی قسم کا تعامل ہونے نہیں پاتا اور یہ بہ آسانی حل ہو جاتے ہیں۔

1.2.2 پانی کے افعال

پانی کے بغیر پودوں کی زندگی کا تصور نہیں کیا جاسکتا۔ نمو پاتے ہوئے نباتاتی بافتوں میں تقریباً 80تا95 فیصد پانی ہوتا ہے۔ بیج جو پودے کی خشک ترین حصے ہیں ان میں بھی 5تا15 فیصد پانی ہوتا ہے۔ ان کو نمو پانے سے پہلے بھی پانی کی بھاری مقدار کی ضرورت ہوتی ہے جس کے انجذاب سے ہی وہ تنبیت پاسکتے ہیں۔

☆ پودوں کے جسم میں پانی محلل کا کام کرتا ہے اور مادوں کے خلیوں کے اندر اور خلیوں کے درمیان نقل و حرکت کا بہترین ذریعہ ہے۔

☆ پروٹوپلازم کے سبھی سالمات میں ہونے والے حیاتیاتی، کیمیائی تعاملات میں پانی کا ہونا لازمی ہے۔

☆ پودوں میں تمام بڑے سالمات جیسے پروٹین، نیوکلک ایسڈس، پالی سکارائیڈس اور دوسرے خلوی مادوں پر پانی اثر انداز ہوتا ہے اور تعاملات میں حصہ لیتا ہے۔

☆ پانی پودوں کے بنیادی اور ضروری عمل جیسے فوٹو سینتھسس کا لازمی جز ہے۔

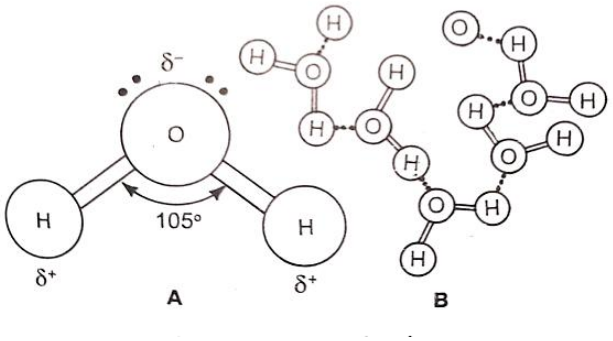
☆ پانی سریان(Transpiration) کے ذریعے پودوں میں درجہ حرارت کو قابو میں رکھتا ہے۔

☆ پودوں میں بڑے مرکزی خالیہ(Vacuoles) ہوتے ہیں یہ خلوی رس سے بھرے ہوتے ہیں جس سے خلیوں کے درمیان ایک قسم کا دباؤ جسے ٹرگر پریشر(Turgor Pressure) کہتے ہیں بنا رہتا ہے۔ اس دباؤ کے ذریعہ پودوں کے بہت سے فعلیاتی اُمور جیسے خلیوں کی وسعت، پتوں میں اسٹومیٹا یا مسامات کی حرکات، فلوئم کی بافتوں کے ذریعے مادوں کی منتقلی، خلیوں کی جھلیوں کے پار ہونے والی منتقلی، پودوں کی ہئیت یا ساخت و شکل کی برقرار ممکن ہو پاتی ہے۔ نوخیز پودوں کے زمین سے نمودار ہونے کیلئے پانی ناگزیر ہے۔

☆ ادنی پودوں کی بہت سی قسموں اور اعلیٰ آبی پودوں کے دور حیات کی تکمیل کیلئے پانی لازمی ہے۔

1.2.3 پانی کی ساخت((Structure of Water

پانی ہائیڈروجن کی تکسید سے پیدا ہوتا ہے جس میں ہائیڈروجن کے دو جوہر آکسیجن کے ایک جوہر سے ملتے ہیں۔ یہ کوویالنٹ بانڈ(Covalent bond) بناتے ہیں جو 105^{o} زاویہ پر ہوتا ہے۔ آکسیجن میں ہائیڈروجن کی بہ نسبت منفی چارج زیادہ ہوتا ہے۔ چنانچہ کوویالنٹ بانڈ کے الیکٹرون، آکسیجن کے جوہر کی طرف راغب ہوتے ہیں۔ آکسیجن میں جزوی منفی چارج اور مثبت چارج کے باعث پانی میں کوئی چارج ہونے نہیں پاتا اور یہ نیوٹرل(Neutral) ہوتا ہے۔ اس طرح کے چارج کے نتیجے میں یہ ہوتا ہے کہ پانی کے مثبت چارج والا حصہ پانی کے دوسرے سالمہ کے منفی چارج والے حصے کی طرف راغب ہوتا ہے جس سے پانی کے سالمات کے درمیان ایک کمزور برقی بانڈ(Electric bond) بنتا ہے جس کو ہائیڈروجن بانڈ کہتے ہیں پانی کے سالمات کے درمیان پائے جانے والے یہ ہائیڈروجن بانڈ پانی کو اس کی منفرد خصوصیات کے مالک بناتے ہیں۔



A. Structure of a Polar Water Molecule

B. Water Molecules joined together by hydrogen bonds

1.2.4 پانی میں حل پذیری(Water Solubility)

جیسا کہ اوپر بھی بیان کیا جاچکا ہے پانی ایک بہترین محلل(Solvent) ہے پانی میں جو چیز ملائی جاتی ہے اور اس میں گھل جاتی ہے اُسے Solute کہتے ہیں پانی میں کسی بھی مادہ کے حل ہو جانے کے بعد حاصل شدہ چیز کو محلول(Solutions) کہتے ہیں۔ پانی میں کسی بھی چیز جیسے شکر کو اگر گھول دیا جائے تو پانی(Solvent) کہلائیگا۔ شکر Solute کہلائیگی اور پانی اور شکر کے آمیزہ کو محلول(Solution) کہیں گے۔ محلول مستحکم حالت میں ہوتے ہیں اور اس میں حل شدہ مادے کے سالمات آزادانہ حالت میں پھیلے ہوئے ہوتے ہیں۔ محلول میں بعض اوقات ایک سے زائد مادے بھی حل کیئے جاتے ہیں۔ چنانچہ محلول کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ وہ دو یا دو سے زیادہ مادوں کا مرکب ہے جو یکساں اور مستحکم ہوتا ہے۔ محلول میں حل ہونے والا مادہ ہمیشہ ٹھوس ہی نہیں ہوتا بلکہ گیس بھی اس میں حل ہو سکتی ہے۔

جب پانی میں کوئی ٹھوس شئے حل کی جاتی ہے تو اس سے حاصل ہونے والا محلول جھلی یا Collodion سے پار گزر سکتا ہے۔ ایسے تمام مادے جو جھلی کے پار گزر جانے کی صلاحیت رکھتے ہیں کرسٹالائیڈس(Crystalloids) کہلاتے ہیں۔

1.2.5 سسپنشن (Suspension)

اگر پانی میں باریک ریت ملائی جائے تو یہ باریک ذرات پانی میں مل جاتے ہیں یہ ذرات ٹوٹ کر سالمات یا ایانس میں تبدیل نہیں ہوتے بلکہ پانی کی تہہ میں بیٹھ جاتے ہیں جب کہ صاف پانی ان کے اوپر ہوتا ہے۔ اس طرح کے محلول کو جس میں ٹھوس حل نہیں ہوتے سسپنشن(Suspension) کہا جاتا ہے۔

1.2.6 کولائیڈل سسٹم(Colloidal System)

پانی میں اگر باریک چکنی مٹی(Clay) ملائی جائے تو مٹی کے ذرات پانی میں پھیل جاتے ہیں۔ یہ نہ تو ٹوٹ کر سالمات یا ایانس میں تبدیل ہوتے ہیں اور نہ ہی پانی کی تہہ میں جا بیٹھتے ہیں۔ اس قسم کے محلول کو کالائیڈل سسپنشن(Colloidal Suspension) یا کولائیڈل سسٹم(Colloidal system) کہتے ہیں۔ اس طرح کے کولائیڈل سسٹم میں چکنی مٹی کے ذرات منتشر حالت Dispersed phase میں ہوتے یں۔ جب کہ پانی Dispersion medium ہے۔ اس طرح کے کولائیڈل محلول میں جو

ذرات ہوتے ہیں انہیں مائی سلس (Micelles) کہا جاتا ہے۔ یہ ذرات عام خوردبین میں دیکھائی نہیں دیتے بلکہ ان کو صرف بہت حساس قسم کے خوردبین ہی کی مدد سے دیکھا جاسکتا ہے۔

کولائیڈل سولشن بھی دو طرح کے ہوتے ہیں ۔ ایک تو لائپو فائیلک (Lipophilic) ہوتے ہیں اور دوسرے لائیپو فوبک (Lipophobic) ہیں۔ اول الذِکر حل کرنے والے مادہ (Solvent) سے رغبت رکھنے والے ہوتے ہیں جبکہ آخر الذِکر اس طرح کی رغبت نہیں رکھتے۔ ان کو علی الترتیب ایمل سائیڈس (Emulsoids) اور پیسنائیڈس (Suspenoids) کہا جاتا ہے۔

محلول میں اگر نیم ٹھوس مادہ جیسے جیل (Gel) ملایا جائے تو اسے Gelation کہتے ہیں۔ اس عمل کو الٹا یا بھی جاسکتا ہے یعنی Gelation سے پھر Solution بنایا جاسکتا ہے۔ اس عمل کو Solation کہتے ہیں۔ جب جیل (Gel) سے سلوشن بنایا جاتا ہے تو پھر سولشن سے جیل میں اگر تبدیل کیجاسکتی ہے تو اس کو قابل معکوس کولائیڈ (Reversible colloid) کہا جاتا ہے۔ جب اس طرح کا معکوس عمل ممکن نہیں ہوتا تو اس طرح کے کولائیڈس کو ناقابل معکوس (Inversible colloid) کہا جاتا ہے۔

1.2.7 کولائیڈل سلوشن کے خواص

کولائیڈل سلوشن کے ذرات کسی جھلی کے پار نہیں گزر سکتے۔ کولائیڈل سلوشن کے ذرات دوسرے کو اپنی طرف راغب کرتے ہیں اور انہیں اپنے ساتھ رکھتے ہیں۔ اس کو Absorption کہتے ہیں۔

کولائیڈل سلوشن سے اگر تیز روشنی کو گزارا جائے اور ایک جانب سے دیکھا جائے تو روشنی کی گزرگاہ ایک نیلی روشنی والی مخروطی شکل میں دیکھائی دیتی ہے۔ اس طرح کے مظہر کو ٹنڈل ایفکٹ کہا جاتا ہے۔ یہ دراصل کولائیڈل سلوشن میں موجود ذرات کے بکھرنے کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔ حساس خوردبین سے دیکھا جائے تو کولائیڈل سلوشن میں اندھیرے پس منظر میں چمکدار دھبے دیکھائی دیتے ہیں۔ یہ دھبے دراصل ذرات کے اطراف بنے ہوئے روشنی کے ہالے ہیں۔

براونین مومنٹ (Brownian Movement)

کولائیڈل سلوشن میں بکھرے ہوئے ذرات ایک مسلسل زگ زاگ یا تیڑھی میڑھی حرکت میں رہتے ہیں۔ اس کو براؤنین مومنٹ کہا جاتا ہے۔ اس کو ماہر نباتات رابرٹ براون (1828) نے دریافت کیا تھا چنانچہ یہ اسی کے نام سے موسوم ہے۔

برقی خواص (Electrical Properties):

کولائیڈل سلوشن میں پائے جانے والے ذرات برقی چارج کے حامل ہوتے ہیں اور ان تمام میں یکساں نوعیت کا چارج ہوتا ہے۔ یکساں نوعیت کا چارج ہونے کی وجہ سے ذرات ایک دوسرے سے قریب نہیں ہوتے بلکہ ایک دوسرے کو دفع کرتے ہوئے دور دور رہتے ہیں۔ جس کے نتیجے میں یہ سلوشن میں یکجا نہیں ہوتے بلکہ بکھرے ہوئے ہوتے یہں۔ اب اگر کولائیڈل سلوشن میں کوئی برقی چارج داخل ہوتا ہے تو اس کے تمام ذرات مخالف چارج والے سرے کی طرف چلے جاتے ہیں۔ یہ عمل الیکٹروفوریسس (Electrophoresis) ہے۔

گوند(Gum)اسٹارچ وغیرہ۔ منفی چارج والے سلوشن کی مثال ہیں جب کہ میتھیلین بلو(Methylene blue)مثبت چارج والے سلوشن کی مثال ہے۔تاہم کولائیڈل سلوشن بہ حیثیت مجموعی برقی چارج میں نیوٹرل ہوتا ہے۔

جم جانا(Coagulation) :

کولائیڈل سلوشن میں اگر الیکٹرولائیٹ کو داخل کریں تو اس سلوشن میں ترسیب(Precipitation)کا عمل ہوتا ہے اس کو Coagulation کہا جاتا ہے اس کی وجہ یہ ہے کہ الیکٹرولائیٹ کے داخلہ کے بعد سلوشن میں موجود ذرات کا برقی چارج بے اثر ہو جاتا ہے۔ اب یہ ذرات ایک دوسرے کو دفع نہیں کرتے بلکہ قریب آجاتے ہیں۔ اور قوت جاذبہ کے سبب نیچے کی طرف بیٹھ جاتے ہیں اور ایک رسوب(Precipitate)کی شکل اختیار کر لیتے ہیں اس طرح کا عمل ہائیڈروفوبک سلوشن میں صرف الیکٹرولائیٹ کے شامل کرنے سے ہو سکتا ہے لیکن ہائیڈروفالک سلوشن میں الیکٹرولائیٹ کے ساتھ Dehydrating agent بھی شامل کرنا پڑتا ہے۔اگر یہ نہ ہو تو ہائیڈرو فالک سلوشن میں ذرات کے اطراف موجود پانی ان ذرات کو قریب آنے سے روکتا ہے اور Coagulation ہونے نہیں پاتا۔
عام طور پر کولائیڈل سلوشن کا آسماٹک پریشر بہت کم ہوتا ہے۔

1.2.8 ڈیالائسس(Dialysis)

کولائیڈل محلول کے ذرات کسی جھلی کے پار گزرنے کی صلاحیت نہیں رکھتے جب کہ سادہ محلول(True solution)کے ذرات جھلی سے پار گزر سکتے ہیں۔ چنانچہ اگر ایک سادہ محلول کو کولائیڈل محلول کے ساتھ ملا دیا جائے تو ان دونوں کو جھلی سے نفوذ پذیری کے ذریعے الگ کیا جا سکتا ہے۔ کولائیڈل سلوشن کے اس طرح الگ کرنے یا تخلیص کرنے کے عمل کو ڈیالائسس(Dialysis)کہا جاتا ہے۔اس اصطلاح کو گراہم(Graham)نے وضع کیا اور اس عمل کے لیے استعمال کیئے جانے والے آلہ کو ڈیالائسر(Dialyzer)کا نام دیا گیا۔

گراہم کا Dialyzer ڈیالائسر ایک سادہ سا آلہ ہے جس میں ایک ایسا برتن لیا جاتا ہے جس کے دونوں سرے کھلے ہوں اور اسکا نچلا سرا کسی جھلی(Parchment membrane)سے بند کر دیا جاتا ہے۔ غیر خالص کولائیڈل سولشن جیسے اسٹارچ اور سوڈیم کلورائیڈ(NaCl)کے محلول کے آمیزہ کو اس برتن میں لیا جاتا ہے اور اس کو ایک دوسرے بڑے برتن میں رکھا جاتا ہے جو پانی سے بھرا ہوتا ہے۔ تھوڑی دیر بعد یہ دیکھا جا سکتا ہے کہ سوڈیم کلورائیڈ کا محلول جھلی سے نفوذ پذیری کے ذریعے باہر موجود پانی میں چلا آتا ہے۔اس کی تصدیق سلور نائیٹریٹ اور آیوڈین(Iodine)کے محلول سے کی جاتی ہے۔ سلور نائیٹریٹ کا امتحان محلول میں مثبت نتیجہ دے گا جب کہ اسی محلول میں آیوڈین منفی نتیجہ دے گا۔اس سے پتہ چلتا ہے کہ کولائیڈل سلوشن اندرونی برتن سے باہر نہیں آپایا۔

1.2.9 کولائیڈل پروٹوپلازم

خلیوں کے پروٹوپلازم میں پانی کے ساتھ کئی ایک کیمیائی مادے ہوتے ہیں اور پروٹوپلازم کا محلول کوئی سادہ محلول نہیں ہوتا۔اس میں بہت سارے ذرات کولائیڈل نوعیت کے ہوتے ہیں چنانچہ پروٹوپلازم کو ایک پیچیدہ کولائیڈل سسٹم کہا جاتا ہے۔اس میں دونوں حالتیں یعنی Sol type اور Gel type پائی جاتی ہیں۔ خلیوں کی جھلیاں زیادہ تر Gel type کی نوعیت لئے ہوتی ہیں۔ پروٹوپلازم کی کولائیڈل

نوعیت زیادہ تر اس میں موجود پروٹینی سالمات کی وجہ سے ہوتی ہے۔ پروٹوپلازم میں پانی کے بعد یہی دوسرے بڑے اجزاء ہوتے ہیں۔ پروٹوپلازم میں موجود خامرے (Enzymes) بھی جو دراصل پروٹین ہیں پروٹوپلازم کو کولائیڈل خصوصیات بخشنے کے موجب ہوتے ہیں۔

1.2.10 واٹر پوٹینشیل (Water Potential)

واٹر پوٹینشیل کی اصطلاح ٹیلر (Taylor - 1960) نے آبی بالقوۃ کی۔ پانی کی جو مخفی توانائی ہے وہی واٹر پوٹینشیل ہے۔ یہ اس صلاحیت کا نام ہے جو پودوں کے اندر پانی کو ایک جگہ سے دوسری جگہ آسموس (Osmosis) قوت جاذبہ (Gravity) یا پھر کسی دباؤ اور دوسرے اثرات جیسے کیاپلری عمل (Capillary Action) کے ذریعے منتقل کرتی ہے۔ واٹر پوٹینشیل کو پاسکل اکائیوں Pascal میں ناپا جاتا ہے۔ ایک پاسکل مساوی ہے ایک مربع میٹر میں ایک نیوٹن طاقت کے۔

One Pascal = One newton force per square meter (Nm^{-2})

One Mega Pascal (MPa) = 10 bars or 9.87 atmospheres

واضح رہے کہ واٹر پوٹینشیل کو بارس Bars یا اٹماؤسفیرس (Atmospheres) کی اکائیوں میں بھی ناپا جاتا ہے۔

واٹر پوٹینشیل کو سمجھنے کیلئے یوں کہا جاسکتا ہے کہ ایک تمثیلی نباتاتی خلیہ دو حصوں میں مشتمل ہوتا ہے یعنی خلوی دیوار اور خلوی اجزاء پر مشتمل ہوتا ہے۔ خلوی دیوار ایک بیرونی حد بندی کا کام کرتی ہے اور پروٹوپلازم کو گھیرے ہوتی ہے یہ پروٹوپلازم کو اندرونی جانب دبائے رکھتی ہے اور اس طرح ایک دباؤ پیدا کرنے اور بنائے رکھنے کی موجب ہے۔ نباتاتی خلیوں کو اس طرح سمجھنے کے بعد یہ بات کہی جاسکتی ہے پانی کے دباؤ یا واٹر پوٹینشیل کو دو اجزاء میں بانٹا جاسکتا ہے اور اس کو درج ذیل مساوات سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

$$\psi w = \psi s + \psi p$$

جہاں: واٹر پوٹینشیل $= water\ potential\ \psi w$

آسموٹک پوٹینشیل $= Osmotic\ Potential\ \psi s$

پریشیر پوٹینشیل $= Pressure\ Potential\ \psi p$

ایک مساوات کی رو سے واٹر پوٹینشیل نباتاتی خلیوں یا بافتوں میں مجموعہ ہے آسموٹک پوٹینشیل سالیوٹ پوٹینشیل (Solute Potential) اور پریشر پوٹینشیل کا جو خلیوں میں پیدا ہوتا ہے۔

آسموٹک پوٹینشیل (Osmotic Potential) کو سالیوٹ پوٹینشیل (Solute Potential) سے بھی تعبیر کیا جاتا ہے۔

بعضوں نے آسموٹک پریشر اور پریشر پوٹینشیل کے ساتھ ایک اور جزکشش جاذبہ (Gravity) کا ہونا بھی تسلیم کیا ہے۔ اس صورت میں واٹر پوٹینشیل کی مساوات کچھ اس طرح ہو جاتی ہے:

$$\psi w = \psi s + \psi p + \psi g$$

جہاں پر ψg سے مراد کشش جاذبہ کا اثر ہے۔

اب ψg کشش جاذبہ کی قوت خود دوسرے عناصر جیسے اونچائی(h) پانی کی کثافت(pw)اور قوت جاذبہ کے تحت سرعت رفتار اسراع(Acceleration)(g)پر منحصر ہوتی ہے۔

$$\psi g = pwgh$$

ψg واٹر پوٹینشیل پر اس وقت اثر انداز ہوتا ہے۔ جب پانی کی فراہمی کی عمودی سطح بہت زیادہ ہوتی ہے لیکن خلوی سطح پر اس کا اثر دوسرے اجزاء کی بہ نسبت ناقابل لحاظ ہے۔ اسی وجہ سے ψg کو نظر انداز کر کے وواٹر پوٹینشیل کی مساوات کو درج ذیل طریقے ہی سے مانا جاتا ہے۔

$$\psi w - \psi s + \psi p$$

ذیل میں ان دونوں اہم اجزاء یعنی سالیوٹ پوٹینشیل اور پریشر پوٹینشیل کا جائزہ لیا جاتا ہے۔

1.2.10 سالیوٹ پوٹینشیل(Solute Potential)

واٹر پوٹینشیل میں خلیوں میں موجود سالمات یا ایانس کی وجہ سے جو فرق یا کمی واقع ہوتی ہے اسے سالیوٹ پوٹینشیل Solute Potential (Ψs) سے تعبیر کیا جاتا ہے۔ سالیوٹ پوٹینشیل اور آسموٹک پوٹینشیل کی اصطلاحیں ایک دوسرے کے متبادل کے طور پر استعمال ہوتی ہے اور ابتداء میں استعمال کی جانے والی اصطلاح آسموٹک پریشر کے بجائے استعمال کیے جارہے ہیں۔ آسموٹک پریشر کو بارس Bars میں مثبت علامت کے ساتھ ظاہر کیا جاتا تھا جبکہ ان دونوں اصطلاحوں (آسموٹک پوٹینشیل اور سالیوٹ پوٹینشیل) کو بارس میں منفی علامت کے ساتھ ظاہر کیا جاتا ہے۔ چنانچہ جب بھی سالیوٹ پوٹینشیل گھٹ جاتا ہے یہ اور زیادہ منفی ہو جاتا ہے۔

محلول کا سالیوٹ پوٹینشیل اس محلول میں موجود حل ہونے والے ذرات (سالماتی یا ایانس) کی مقدار پر ہوتا ہے۔ ان کے چارج کا اعتبار نہیں ہوتا۔

خلوی رس سے سالیوٹ پوٹینشیل کی پیمائش کے مختلف طریقے دستیاب ہیں۔ ایک طریقہ تھرموکپل سائیکرومیٹر (Thermocouple psychrometer) کا استعمال ہے جس میں جاندار بافتوں کے بجائے خلوی رس کا استعمال ہوتا ہے۔ دوسرے طریقہ میں آسمومیٹر (Osmometer) کا استعمال ہے۔

ایک اور طریقہ یہ ہے کہ اس میں طبیعیاتی کیمیاء کا یہ اصول اپنایا جاتا ہے کہ ایک محلول خالص پانی کے مقابلے میں نسبتاً کم درجہ حرارت پر منجمد ہوتا ہے۔ اس اصول کی بناء خلوی رس کا سالیوٹ پوٹینشیل جانا جاسکتا ہے اگر اس کا نقطہ انجماد معلوم ہو جائے۔ اس کے لیے حساس قسم کے تھرمومیٹر دستیاب ہیں۔ اس طریقہ کو بسا اوقات Cryoscopia method کے نام سے بھی موسوم کیا جاتا ہے۔

ایک اور طریقہ میں سالیوٹ پوٹینشیل کو بغیر خلوی رس کے بھی معلوم کیا جاتا ہے۔ یہ پلاسمولائسس کے قاعدے پر مبنی ہے۔ اس میں ایسا محلول معلوم کیا جاتا ہے۔ جو پروٹوپلاسٹ کو خلوی دیوار سے الگ کر سکتا ہے۔ اس کیفیت کو Incipient plasmolysis کہا جاتا ہے۔ اس طرح کی پلاسمولائسس میں خلوی دیوار کا خلوی اجزاء پر کوئی دباؤ نہیں رہتا۔ چنانچہ خلیوں میں واٹر پوٹینشیل، سالیوٹ پوٹینشیل کے مساوی ہو جاتا ہے۔ اس طریقہ میں یہ کیا جاتا ہے کہ بافت (Tissue) کے کئی ٹکڑے لیئے جاتے ہیں اور ان کو مختلف واٹر پوٹینشیل کے حامل محلول میں جو الگ الگ ایک ترتیب (Series) میں لیئے جائے ہیں علیحدہ علیحدہ ڈبویا جاتا ہے۔ اس طرح ڈبونے کے 15 تا 30 منٹ بعد ہر ایک

نمونہ میں خلیوں کو مائیکرو اسکوپ کی مدد سے دیکھا جاتا ہے ۔ کم ارتکاز والے محلول میں ڈبوئے ہوئے خلیوں میں سکڑنا (Plasmolysis) نہیں دیکھائی دیتا بلکہ زیادہ ارتکاذ والے خلیوں میں یہ دیکھائی دیتا ہے۔ بعض نمونے ایسے ہوئے ہیں جن کے خلیوں میں آدھی تعداد قدرے سکڑی ہوئی دیکھائی دیتی ہے۔اس محلول کو Incipient Plasmolysis والا محلول مانا جاتا ہے۔اس محلول کا واٹر پوٹینشیل خلیوں کے سالیوٹ پوٹینشیل کے برابر ہوتا ہے۔ واضح ہو کہ Incipient Plasmolysis سے مراد وہ مرحلہ ہے جب پروٹوپلاسٹ خلوی دیواروں سے پرے ہونے لگتا ہے۔

پودوں کے خلیوں میں سالیوٹپوٹینشیل ایک نوع کے پودوں اور دوسرے نوع کے پودوں میں مختلف ہوتے ہیں۔ تھنڈے علاقوں (Temperature region) میں یہ 10- سے 20- بارس (-10 to -20 bars) تک پائے جاتے ہیں لیکن ریگستانی یا صحرائی علاقوں میں اس کی سطح بہت کم یعنی 100 bars- یا اس سے بھی کم ہوتی ہے۔

پتوں میں سالیوٹ پوٹینشیل کی سطح دن اور رات کے اوقات میں بھی بدلتی رہتی ہے یعنی یکساں نہیں رہتی۔ یہ دراصل پتوں میں پانی کی مقدار میں کمی بیشی کیوجہ سے بدلتی رہتی ہے۔ دن کے اوقات میں جب پتوں میں پانی کی مقدار کم ہوتی ہے تو سالیوٹ پوٹینشیل زیادہ منفی ہو جاتا ہے جب کہ رات کے اوقات میں جب پتوں میں پانی کی مقدار زیادہ وہتی ہے تو پتے کے خلیوں میں موجود مادوں کا ارتکاز گھٹ جاتا ہے جس سے سالیوٹ پوٹینشیل کم منفی ہو جاتا ہے۔

1.2.10 پریشر پوٹینشیل (Pressure Potential): پریشر پوٹینشیل واٹر پوٹینشیل کا جز ہے یہ وہ دباؤ ہے جو پودوں کے خلیوں میں موجود پانی پر مرتب ہوتا ہے۔ پودوں کے خلیوں میں موجود مادوں پر پڑنے والا دباؤ خلوی دیوار کی تناؤ کی طاقت اور لچکداری پر منحصر ہوتا ہے۔ خلوی دیوار سے اندرونی طرف پیدا ہونے والے دباؤ کیوجہ سے خالیوں میں ایک قسم کا دباؤ (Hydrostatic Pressure) پڑتا ہے۔اس دباؤ کو ٹرگر پریشر (Turgor Pressure) کہتے ہیں۔ یہ دباؤ وہ ہے جو خلیہ کے مادوں کی طرف سے باہر کی جانب یعنی خلوی دیوار پر پڑتا ہے۔ بعض اوقات یہ دباؤ آس پاس کے خلیوں کی طرف سے بھی پیدا ہوتا ہے۔

سالیوٹ پریشر ہمیشہ منفی ہوتا ہے جبکہ پریشر پوٹینشیل عام طور پر مثبت ہوتا ہے۔ پتوں کے خلیوں میں ٹرگر پریشر 3+ سے 5+ (+3 to +5 bars) گرمیوں کے دوپہر میں اور 15+ سے زائد رات کے اوقات میں ہوتا ہے۔ دن اور رات کے اوقات میں اس طرح کا اتار چڑھاؤ دراصل پتوں میں پانی کی مقدار کی کمی بیشی کیوجہ سے ہوتا ہے۔

بعض اوقات ایسا بھی ہوتا ہے کہ پریشر پوٹینشیل زیرو یا منفی ہو جاتا ہے۔ ایسے خلیے جن سے پانی خارج ہو جاتا ہے ان کا ٹرگر پریشر صفر یا تقریباً صفر ہو جاتا ہے۔

پریشر پوٹینشیل کو راست طور پر ناپا جاسکتا ہے۔اس کے ایک طریقہ (The resonance frequency method) میں خلیوں کی بافت (tissues) (تنے یا جڑ کا ایک ٹکڑا) کے ایک سرے کو باندھ لیا جاتا ہے اور دوسرے سرے سے ایک اسٹیل کے وائیر کو گزارا جاتا ہے۔ اب الیکٹرو میاگنیٹ (Electromagnet) قوت سے بافتوں میں ارتعاش پیدا کیا جاتا ہے۔ اب الیکٹرو میاگنیٹ کی وہ قوت (frequency) جس پر سب سے زیادہ ارتعاش پیدا ہوتا ہے نوٹ کر لیا جاتا ہے۔ جس کی مدد سے ٹرگر پریشر معلوم کیا جاتا ہے۔ ایک

دوسرے طریقہ میں ایک باریک نلی(Micro capillary tube) کو بافتوں کے ایک سرے سے جوڑا جاتا ہے اور بافتوں کا دوسرا سرا خلیوں میں خالیوں(Vacuoles) سے جوڑا جاتا ہے۔ اس کے لیئے ایسے پودوں کو لیا جاتا ہے جو جسامت میں بڑے ہوتے ہیں جیسے Giant algal cells وغیرہ۔ اب اس طریقہ میں باریک نلی میں ہوا کے دباؤ کا تعلق خلیہ کے ٹرگر پریشر سے ہوتا ہے جس سے مطلوبہ پیمائش کی جاتی ہے۔

1.2.11 پودوں میں ٹرگر پریشر کی اہمیت:

پودوں کے جسم میں ایک طرح کی تناؤ کی کیفیت Turgidity ضروری ہے اسی کی بناء پر پودے اپنی شکل برقرار رکھ سکتے ہیں اس کے بغیر اس کے خلیے یا اعضاء ڈھیلے پڑ جاتے ہیں اور خلیوں کے اندر موجود عضویئے بھی اپنی شکل برقرار نہیں رکھ سکتے جس کے نتیجے میں ان کے بنیادی افعال/تحویلی کارکردگی Metabolic activities کی انجام دہی بھی نہیں ہو سکتی۔

ٹرگر پریشر کا دوسرا اہم کام خلوی بڑھوتی (Cell enlargement) میں مدد دیتا ہے۔ اس کے نتیجے میں خلیوں میں ایک مستقل اور ناقابل تنسیخ نمو ہوتی ہے۔

ٹرگر پریشر مستقل اور ناقابل تنسیخ نمو (Irreversible growth) کے علاوہ Reversible changes قابل تنسیخ تبدیلیوں کا بھی ذمہ دار ہے۔ اس طرح کی تبدیلیوں کو ٹرگر مومنٹس (Turgor movements) کہا جاتا ہے۔ اس کی اچھی مثال چھوئی موئی کے پودے (Touch me not plants) میں ملتی ہے جس کو ہاتھ سے چھوتے ہی اس کے پتے بند ہو جاتے ہیں۔ لیکن تھوڑی دیر کے بعد یہی پتے پھر سے اپنی سیدھی وضع میں آجاتے ہیں۔ اس عمل میں ہوتا یہ ہیکہ بیرونی عوامل (چھونے سے یا گرمی کے اثر سے) کی وجہ سے پانی کی تقسیم فوری متاثر ہو جاتی ہے جس کے نتیجے میں پتے ڈھیلے پڑ جاتے ہیں یا اپنے آپ کو سمیٹ لیتے ہیں۔ تھوڑی دیر بعد جب وہ بیرونی اثر ہٹا لیا جاتا ہے تو خلیوں میں پانی کی تقسیم بحال ہو جاتی ہے اور پتے پھر سے سیدھے اپنی اصل پوزیشن میں آجاتے ہیں۔ چھوئی موئی کے پودوں کی ان حرکات کے علاوہ عام پودوں میں پتوں میں اسٹومیٹا کا کھلنا اور بند ہونا بھی ٹرگر پریشر کی اچھی مثال ہے۔

1.3 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

پانی پودوں کی جان ہے پودوں کے جسم کا تقریباً پچانوے فیصد حصہ پانی پر مشتمل ہوتا ہے۔ پانی کے بغیر پودوں کی زندگی اور ان میں ہونے والے حیاتیاتی افعال کا انجام پانا ممکن نہیں۔

پانی مختلف طبعی و کیمیائی خواص کا حامل ہے جو اس کو پودوں میں ان کے افعال کی انجام دہی میں مددگار ہوتے ہیں۔ پانی جہاں مختلف افعال میں مددگار ہے وہیں وہ کئی دوسرے کاموں جیسے فوٹو سینتھسس میں ایک لازمی جز کی حیثیت رکھتا ہے۔ بہت سے فعلیاتی اُمور جیسے خلیوں کی وسعت، پتوں میں اسٹومیٹا کی حرکات، پودوں میں مادوں کی اندرونی منتقلی، پودوں کی ساخت وہئیت کی برقراری وغیرہ کیلئے پانی ناگزیر ہے۔

پانی ہائیڈروجن کی تکسید سے بنتا ہے جس میں ہائیڈروجن کے دو جوہر آکسیجن کے جوہر سے ملتے ہیں۔ یہ ایک بہترین محلل ہے جس میں بیشتر چیزیں حل ہو جاتی ہیں۔ تاہم مختلف چیزوں کی حل پذیری مختلف ہوتی ہے جس کی بناء پر محلول کو سادہ محلول، سسپنشن، کولائیڈل

سسٹم سے جانا جاتا ہے جو اپنی خصوصیات کے اعتبار سے بھی منفرد ہوتے ہیں جیسے کولائیڈل سلوشن کے ذرات جھلیوں کے پار نہیں گزر سکتے۔ یہ مسلسل ایک زگ زاگ حرکت میں رہتے ہیں۔ جسے براونین مومنٹ سے تعبیر کیا جاتا ہے۔ خلیوں کا پروٹو پلازم بھی ایک قسم کا پیچیدہ کولائیڈل سسٹم ہے جس میں مختلف کیمیائی مادے ہوتے ہیں۔

پانی میں اس کی اپنی ایک مخفی صلاحیت ہوتی ہے جس کو واٹر پوٹینشیل سے تعبیر کیا جاتا ہے۔اس صلاحیت کی بنا پودوں میں پانی ایک جگہ سے دوسری جگہ مختلف طریقوں جیسے آسموسس اور کیاپلری ایکشن کے ذریعے منتقل ہو پاتا ہے۔واٹر پوٹینشیل میں خلیوں میں پائے جانے والے سالمات یا ایانس کے اعتبار سے فرق ہوتا رہتا ہے۔ س کو سالیوٹ پوٹینشیل سے تعبیر کیا جاتا ہے۔اس کی مختلف طریقوں سے پیائش بھی کی جاسکتی ہے۔ سالیوٹ پوٹینشیل کی سطح مختلف پودوں میں مختلف ہوتی ہے بلکہ ایک ہی پودے میں دن اور رات کے اوقات کے لحاظ سے بدلتی رہتی ہے۔

پودوں کے خلیوں میں موجود مادے بھی خلوی دیواروں پر ایک دباؤ بنائے رکھتے ہیں جس کو ٹر گر پریشر کہا جاتا ہے۔ خلیوں میں موجود پانی پر بھی ایک طرح کا دباؤ بنے رہتا ہے جو پریشر پوٹینشیل سے جانا جاتا ہے۔ پریشر پوٹینشیل کی پیائش بھی کی جاسکتی ہے۔

ٹر گر پریشر پودوں میں ایک تناؤ کی کیفیت بنائے رکھتے ہیں جس سے پودوں کی ساخت یا شکل بنی رہتی ہے۔ٹر گر پریشر ہی کیوجہ سے خلوی بڑھوتی میں مدد ملتی ہے اور خلیوں میں مستقل اور ناقابل تنسیخ نمو کا عمل انجام پاتا ہے۔

1.4 کلیدی الفاظ(Keywords)

پانی کے طبعی و کیمیائی خواص، پانی کے افعال، ساخت، پانی میں حل پذیری، محلول کے اقسام اور خواص، واٹر پوٹینشیل، ٹر گر پریشر۔

1.5 نمونہ امتحانی سوالات(Model Examination Questions)

1.5.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات(Objective Answer Types Questions)

1۔ پانی ایک--------ہے۔

(a)۔ محلل(Solvent) (b)۔ محلول (c)۔ منحل (d)۔ان میں سے کوئی نہیں

2۔ پانی کا سالمی وزن ہے۔

(a)۔18 ڈالٹن (b)۔ڈالٹن (c)۔100 (d)۔ان میں سے کوئی نہیں

3۔ پانی کا نقطہ جوش ہے۔

(a)۔200°C (b)۔100°C (c)۔150°C (d)۔کوئی بھی نہیں۔

4۔ پانی کا نقطہ اماعت----------ہے۔

5۔ درختوں میں ژائلم کی نالیوں میں-----اوپر چڑھتا ہے۔

6۔ آبی بالقوۃ(Water potential) کی اصطلاح-----نے وضع کی۔

7- سسپنشن(Suspension)سے کیامراد ہے۔

8۔ براؤنین مومنٹ(Brownin Movement)سے کیامراد ہے؟

9۔ عام طورپر کولائیڈل سلوشن کاآسماٹک پریشر۔۔۔ہوتاہے۔

10۔ ڈیالائیسس(Dialysis)سے کیامراد ہے؟

1.5.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات(Short Answer Type Questions)

1۔ پانی کے خواص بیان کریں۔

2۔ واٹرپوٹینشیل کیاہے۔مساوات سے بھی ظاہر کریں۔

3۔ پانی کے پودوں میں افعال اور پانی کی حل پذیری کے بارے میں لکھیں۔

4۔ ڈیالائسس سے کیامراد ہے؟Dialyzerکے بارے میں لکھیں۔

5۔ پانی میں سطح تناؤ، یکجائی کی قوت سالمات کی باہمی کشش اور کثافت کے بارے میں تحریر کریں۔

1.5.3 طویل جوابات کے حامل سوالات(Long Answer Type Questions)

1۔ پانی کی ساخت کے بارے میں شکل کے ساتھ وضاحت کریں۔

2۔ کولائیڈل سلوشن میں کے برقی خواص اور براونین مومنٹ(Brownian Movement)کے بارے میں لکھیں۔

3۔ پودوں میں ٹرگرپریشر کی اہمیت بیان کریں۔

4۔ سسپنشن(Suspension)اور کولائیڈل سلوشن(Colloidal solutions)میں کیافرق ہے۔

Key:1.a 2.a 3.b 4.0° C 5.پانی

6. Taylor (1960)

7۔ سسپنشن(Suspension) : ایساغیر یکساں محلول جس میں ذرات حل نہیں ہوتے بلکہ معلق رہتے ہیں اور وقت کے ساتھ نیچے بیٹھ سکتے ہیں۔

8۔ براؤنین موومنٹ(Brownian Movement) :مائع میں معلق چھوٹے ذرات کی بے ترتیب حرکت جو سالمات کی ٹکراؤ کی وجہ سے ہوتی ہے۔

9۔ کولائیڈل سلوشن کاآسماٹک پریشر عموماً کم (Low) ہوتاہے۔

10۔ڈیالائیسس(Dialysis) : نیم نفوذی جھلی کے ذریعے چھوٹے محلول اجزاء کو بڑے ذرات سے الگ کرنے کا عمل۔

اکائی 2: سریان اور اس کی اہمیت

(Transpiration and its significance)

اکائی کے اجزاء

2.0 تمہید

2.1 مقاصد

2.2 سریان

2.2.1 سریان کا تناسب

2.2.2 سریان کی شرح

2.2.3 پوٹومیٹر

2.2.4 سریان کی قسمیں

2.2.5 پتوں سے سریان

2.2.6 دہنوں کے حرکات کا نظام

2.2.7 سریان پر اثرانداز ہونے والے عوامل

2.2.8 روٹ پریشر

2.2.9 گیٹشن

2.2.10 سریان اور گٹیشن کا فرق

2.3 اکتسابی نتائج

2.4 کلیدی الفاظ

2.5 نمونہ امتحانی سوالات

2.5.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات

2.5.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات

2.5.3 طویل جوابات کے حامل سوالات

2.0 تمہید(Introduction)

پودے زمین سے جڑوں کے ذریعے پانی کی ایک وافر مقدار حاصل کرتے ہیں لیکن یہ سارے کا سارا پانی پودے استعمال نہیں کرتے بلکہ اس کا صرف ایک تھوڑا سا ہی حصہ وہ اپنے استعمال میں لاتے ہیں اور بقیہ زائد پانی اپنے بالائی حصوں سے آبی بخارات کی شکل میں خارج کر دیتے ہیں۔اس عمل کو سریان(Transpiration) کہتے ہیں۔ سریان کا یہ عمل زیادہ تر پتوں سے اسٹومیٹا(Stomata) کے ذریعے ہوتا ہے۔اسٹومیٹا کھلنے اور بند ہونے کی اپنی حرکات سے پانی کا اخراج کرتے ہیں۔ سریان کا عمل پودوں کی زندگی میں ایک اہم رول رکھتا ہے۔ یہ پودوں میں پانی کے اوپری حصوں میں ایصال ہونے(Ascent of sap) میں مدد دیتا ہے۔ پودوں میں معدنی نمکیات کا بھی مختلف حصوں میں تقسیم ہونا اس کی مدد سے ہو پاتا ہے۔ پودوں میں مناسب درجہ حرارت کی برقراری میں بھی عمل سریان مددگار ہوتا ہے۔اسٹومیٹا جو سریان کے عمل کو انجام دیتے ہیں۔اپنی کارکردگی میں مختلف عوامل جیسے روشنی، Co2، درجہ حرارت اور آبسیک ایسڈ(ABA) وغیرہ کے تابع ہوتے ہیں۔ بعض اوقات پانی پتوں کی رگوں(Veins) کے سروں پر پائے جانے والے ہیڈاتھوڈس(Hydathodes) کے ذریعے بھی خارج ہوتا ہے جس کو گٹیشن(Guttation) کہتے ہیں۔

2.1 مقاصد(Objectives)

اس باب میں حسب ذیل موضوعات کا احاطہ کرنا مقصود ہے۔

- ☆ ٹرانسپریشن۔ تناسب اور پیمائش
- ☆ ٹرانسپریشن کی قسمیں
- ☆ ٹرانسپریشن میں اسٹومیٹا کی حرکات
- ☆ ٹرانسپریشن پر اثرانداز ہونے والے عوامل
- ☆ ٹرانسپریشن کی افادیت
- ☆ روٹ پریشر
- ☆ گٹیشن

موضوعات بالا کے مطالعہ سے طالب علم کو ٹرانسپریشن کے عمل، میکانکزم، اس کی افادیت اور اس پر اثرانداز ہونے والے عوامل سے آگہی ہوگی۔ ٹرانسپریشن سے ملتے جلتے عمل گٹیشن کا بھی احاطہ طالب علموں کو ٹرانسپریشن اور گٹیشتن کے عمل کے فرق سے روشناس کرائیگا۔

2.2 سریان(Transpiration)

جانوروں کے برخلاف پودے ایک جگہ قائم رہتے ہیں اور وہ اپنی غذائی ضروریات اور پانی کیلئے ایک جگہ سے دوسری جگہ نہیں جاسکتے۔ان کیلئے زمین ہی پانی کی فراہمی کا ذریعہ ہے جس میں ان کی جڑیں ان کو تھامے رہتی ہیں اور یہی جڑیں ان کو زمین سے پانی پہونچانے کا کام انجام دیتی ہیں۔ جڑوں سے حاصل کردہ سارے کا سارا پانی پودوں کے استعمال میں نہیں آتا۔ زمین سے حاصل ہونے والے پانی کا بالکل معمولی

سا حصہ جو تقریباً ایک فی صد (1%) سے بھی کم ہوتا ہے پودوں کے حیاتیاتی افعال میں کام آتا ہے۔ بہت سارا پانی پتوں کے ذریعہ فضاء میں خارج ہو جاتا ہے۔ پودوں میں پائے جانے والا زائد باقی بخارات کی شکل میں خارج ہونے والے عمل کو عمل سریان کہتے ہیں۔ پودوں کے بالائی حصوں جیسے پتوں سے فضاء میں پانی کا آزاد ہونا بھی سریان کہلاتا ہے۔ ٹرانسپریشن کا عمل پودوں کے کسی بھی بالائی حصہ سے ٹرانسپریشن انجام پاسکتا ہے۔ تاہم یہ زیادہ تر پتوں ہی سے ہوتا ہے جو اپنے مسامات (Stomata) کے ذریعے سے انجام دیتے ہیں۔

ٹرانسپریشن کے عمل کو ایک سادہ توجیہ سے دیکھا جاسکتا ہے۔ ایک گملے میں لگا ہوا پودا لیا جاتا ہے اور اس کو ایک بیل جار Bell jar میں رکھا جاتا ہے۔ اس سے پہلے اس گملے کو ایک پالی تھین کی تھیلی سے ڈھانک لیا جاتا ہے تاکہ گملے کی مٹی اور گملے کی سطح سے آبی بخارات کو باہر آنے نہ دیا جائے اس آلے کو یعنی بیل جار کو ویزلین (Vaseline) کے ذریعے اچھی طرح کسی بھی افقی سطح جیسے ٹیبل وغیرہ پر رکھ کر بیرونی ہوا سے محفوظ بنایا جاتا ہے۔ کچھ دیر گزرنے کے بعد دیکھا جاتا ہے کہ بیل جار کی اندرونی سطح پر پانی کے قطرے نمودار ہونے لگتے ہیں۔ یہ پانی کچھ اور نہیں بلکہ پودے سے خارج کردہ پانی ہے۔ یہی ٹرانسپریشن کا عمل ہے۔

2.2.1 ٹرانسپریشن کا تناسب (Transpiration Ratio)

پانی جو پودوں میں خشک مادے (Dry matter) کے بننے میں استعمال میں آتا ہے اور پانی جو ٹرانسپریشن کے ذریعے فضاء میں چلا جاتا ہے مختلف پودوں میں مختلف تناسب (Ratios) میں ہوتا ہے۔ اس تناسب کو ٹرانسپریشن کا تناسب بھی کہا جاتا ہے۔ یہ تناسب پودوں میں پانی کے استعمال کی صلاحیت کو بھی ظاہر کرتا ہے۔ پودوں میں اس طرح کا تناسب 200 تا 500 یا اس سے زیادہ ہوتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ پودوں میں ایک گرام خشک مادے کے پیدا کرنے کیلئے کوئی 200 تا 500 گرام پانی کی ضرورت ہوتی ہے۔ یہ صلاحیت مختلف پودوں میں مختلف ہوتی ہے۔ عام زمینوں میں اُگنے والے پودوں میں یہ تناسب بہت زیادہ ہوتا ہے۔ C4 پودوں میں C3 پودوں کی بہ نسبت پانی کے استعمال کی صلاحیت زیادہ ہوتی ہے۔

2.2.2 ٹرانسپریشن کی شرح (Transpiration Rate)

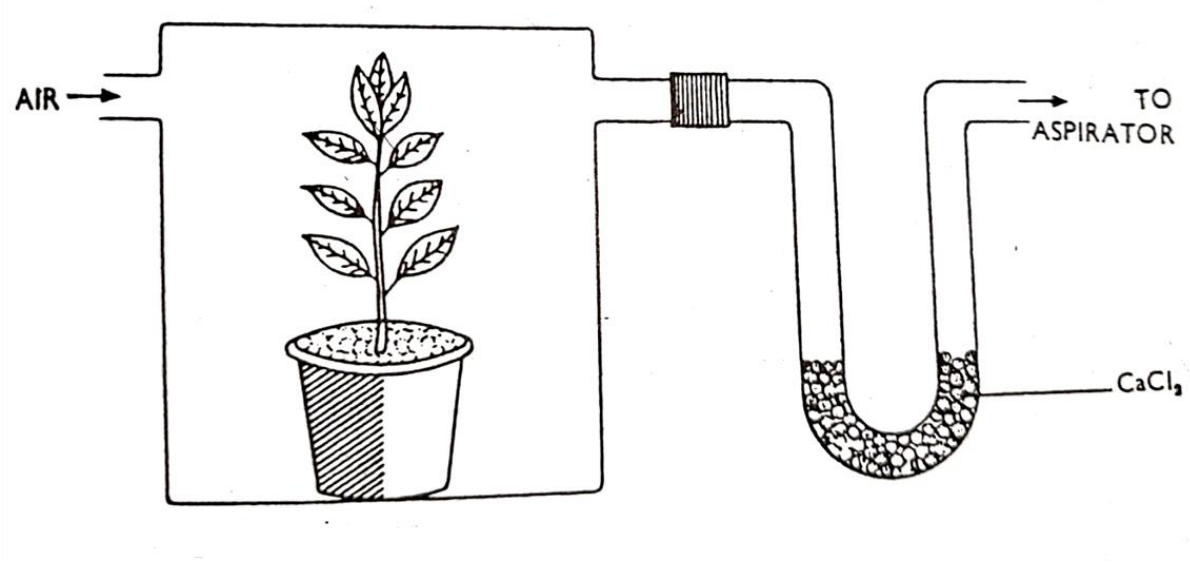
پودوں میں ٹرانسپریشن کی شرح مختلف ہوتی ہے سبھی پودے یکساں طور پر پانی کی ایک خاص مقدار خارج نہیں کرتے۔ عام پودوں کی بہ نسبت ریگستانی اور صحرائی پودے جہاں پانی کی دستیابی خود ایک مشکل امر ہے ٹرانسپریشن سے بہت کم پانی خارج ہو پاتا ہے۔ ٹرانسپریشن کی شرح کو پانی کے بخارات گرام فی سیکنڈ کے لحاظ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ جب ٹرانسپریشن کو پتوں کے ذریعے ہونے کے ضمن میں ناپا جاتا ہے تو اس کو Transpirational flux کہا جاتا ہے جس سے مراد پانی کی وہ مقدار ہے جو پتوں کی اکائی رقبہ سے اکائی وقت کے دوران خارج ہوتی ہے۔ اس کے لیے زیادہ تر استعمال کی جانے والی اکائی $gm^{-2}h^{-1}$ (گرام فی گھنٹہ ہے) یا پھر $\mu g cm^{-2} s^{-1}$ ہے۔

بعض اوقات اس شرح کو زمینی رقبہ کے لحاظ سے بھی ظاہر کیا جاتا ہے جیسے پانی کی مقدار فی ہیکٹر اور فی دن (Liters lecture^{-1} day^{-1}) یہاں یہ بات دلچسپی سے خالی نہیں کہ معتدل علاقوں (Temperate regions) میں بارش سے حاصل ہونے والے پانی کی تقریباً دو تہائی مقدار ٹرانسپریشن کے ذریعے فضاء میں لوٹائی جاتی ہے۔

ٹرانسپریشن کی شرح کو ناپنے کیلئے بہت سارے طریقے ہیں جن میں سادہ آلات سے لیکر بڑے عصری آلات شامل ہیں۔

- ٹرانسپریشن کے ذریعے خارج ہونے والے پانی کو جمع کرنا اور اس کا وزن (Collecting and Weighing (Transpired Water

اس طریقے میں ایک گملے میں لگا ہوا پودا لیا جاتا ہے اور اس پودے سے نم ہوا کو گزارا جاتا ہے ہوا میں مقدار رطوبت پہلے سے معلوم کرلی جاتی ہے۔ پودے کو ایک بند شیشے کے چیمبر میں رکھا جاتا ہے۔ ہوا جب پودے کے اوپر سے گزرتی ہے تو اس میں پتوں سے خارج ہونے والے آبی بخارات بھی شامل ہو جاتے ہیں۔ اس ہوا کو خشک کیلسیم کلورائیڈ سے گزارا جاتا ہے جسکا وزن پہلے سے ہی معلوم کیا جاتا ہے۔ اب ہوا کے گزرنے کے بعد کیلسیم کلورائیڈ کا پھر سے وزن کیا جاتا ہے۔ اس کے وزن میں جو اضافہ ہوتا ہے وہ ٹرانسپریشن کے ذریعے خارج ہونے والے آبی بخارات اور پانی میں شامل رطوبت کا مجموعہ ہوتا ہے۔ اب چونکہ پانی میں شامل رطوبت کا وزن پہلے سے ہمیں معلوم ہے اس وزن کو کل وزن سے منہا کردیں۔ تو ٹرانسپریشن کے ذریعے خارج ہونے والے پانی کی مقدار معلوم ہو جاتی ہے۔



شکل 2.2.5: سریان کے ذریعے خارج ہونے والے پانی کی پیمائش

(An apparatus for the measurement of transpiration)

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

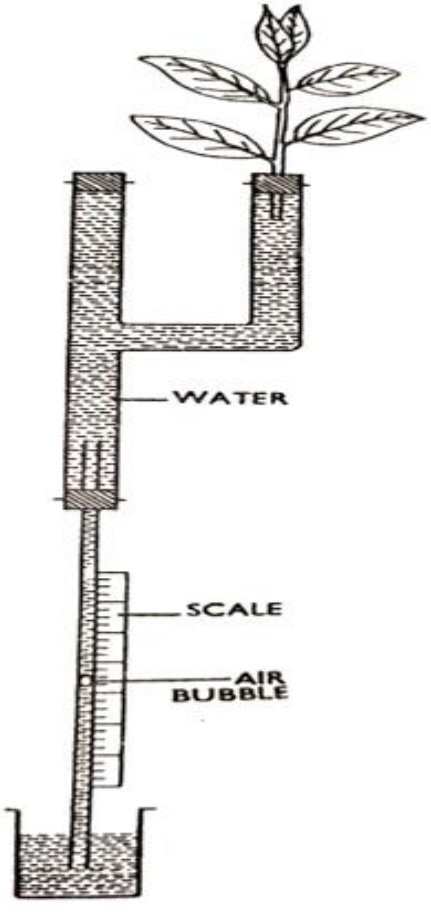
2.2.3 پوٹومیٹر کا طریقہ (Potometer methods)

پوٹومیٹر میتھڈس اس مفروضہ پر مبنی ہیں کہ پانی کے انجذاب کی شرح تقریباً ٹرانسپریشن کی شرح کے مساوی ہوتی ہے۔ تاہم ان طریقوں میں صرف پانی کی وہ مقدار ناپی جاتی ہے جو پودے جذب کرتے ہیں جو ہر وقت ٹرانسپریشن کی شرح کے برابر نہیں ہوسکتی۔ ان میں استعمال ہونے والے آلات کو پوٹومیٹر کہا جاتا ہے۔ ذیل میں چند عام طور پر استعمال ہونے والے پوٹومیٹر بیان کیئے جاتے ہیں۔

- ڈارون پوٹومیٹر (Darwin's Potometer)

یہ آلہ ایک لمبی کانچ کی سیدھی نلی پر مشتمل ہوتا ہے جو ایک طرف جانبی طور پر ایک اور نلی لیئے ہوئے ہوتی ہے۔ان دونوں نلیوں کے منہ کارک سے بند کیئے ہوئے ہوتے ہیں۔ لمبی نلی کے نچلے سرے سے ایک اور لامبی اور تنگ کیاپلری ٹیوب(Capillary tube) گزاری جاتی ہے جس کے ایک جانب پیمائش نما(Scale)لگا ہوتا ہے۔ یہ کیاپلری نلی ایک Beaker سے جڑی ہوتی ہے۔اب اس سارے آلے میں پانی بھرا جاتا ہے اور جانبی نلی کے منہ میں ایک تازہ پتوں کی ٹہنی لگائی جاتی ہے۔اور اس کے آلے کے تمام منہ اچھی طرح(Air tight)بند کر دیئے جاتے ہیں کہ بیرونی ہوا کا داخلہ نہ ہو۔اب جیسے ہی ٹرانسپریشن کا عمل ہوتا ہے کیاپلری ٹیوب میں پانی کی سطح بڑھنے لگتی ہے۔ٹرانسپریشن کے ساتھ ساتھ کیاپلری ٹیوب میں پیدا شدہ ہوا کا بلبلہ اوپر کی طرف جانے لگتا ہے۔اب اسکیل پر ہوا کے بلبلہ کا طئے کردہ فاصلہ(l)ریکارڈ کر لیا جاتا ہے۔ کیاپلری ٹیوب کے قطر(r)کے لحاظ سے پانی کی جذب کردہ مقدار اور ٹرانسپریشن سے فضاء میں آزاد ہونے والے پانی کی مقدار ذیل کے فارمولے معلوم کی جاتی ہے۔

$$= \pi r^2 l$$

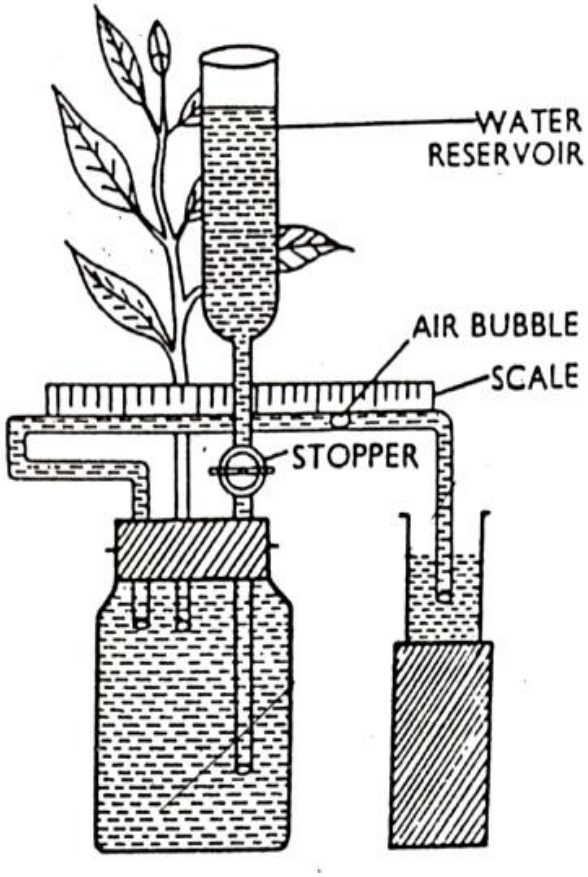


شکل(a) 2.2.7:ڈارون پوٹومیٹر

(Source: Fundamentals of Plant Physiology
by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

- فارمرس پوٹومیٹر(Farmer's Potometer)

اس پوٹومیٹر میں ایک چوڑے منہ کا کانچ کا برتن ہوتا ہے جس کا منہ کارک سے بند کیا ہوتا ہے جس میں تین سوراخ ہوتے ہیں۔ایک سوراخ میں ایک تنگ کیا پلری ٹیوب ہوتا ہے جس پر اسکیل لگا یا جاتا ہے۔دوسرے یا درمیانی سوراخ میں ایک تازہ ٹہنی کو لگا یا جاتا ہے۔تیسرے سوراخ سے ایک اور ٹیوب جوڑا جاتا ہے جو پانی کو محفوظ کرنے کا کام کرتا ہے۔اس میں ایک ٹیوب کو بند کرنے والا کاک(Cock) بھی ہوتا ہے۔اس سارے آلہ میں پانی بھر دیا جاتا ہے۔پانی کے محفوظ کرنے والے ٹیوب(Water reservoir)کا کاک بند کر دیا جاتا ہے۔۔جیسے ہی ٹرانسپریشن کا عمل شروع ہوتا ہے۔کیا پلری ٹیوب میں ہوا کا بلبلہ داخل ہوتا ہے۔اس کے دوسرے سرے کو ایک پانی سے بھرے بیکر (Beaker)میں ڈبو یا جاتا ہے۔کیا پلری ٹیوب میں ہوا کے بلبلہ کے طئے کردہ فاصلہ سے کردہ فاصلہ سے ٹرانسپریشن کی شرح کا پتہ چلتا ہے۔ اس طرح کے پوٹومیٹر میں فائدہ یہ ہے کہ واٹر ریسر وائر والے ٹیوب کا کاک کھول کر کے بلبلہ کو پیچھے ڈھکیلا جاسکتا ہے۔اسطرح کے عمل سے کئی بار ٹرانسپریشن کی شرح ناپی جاسکتی ہے۔

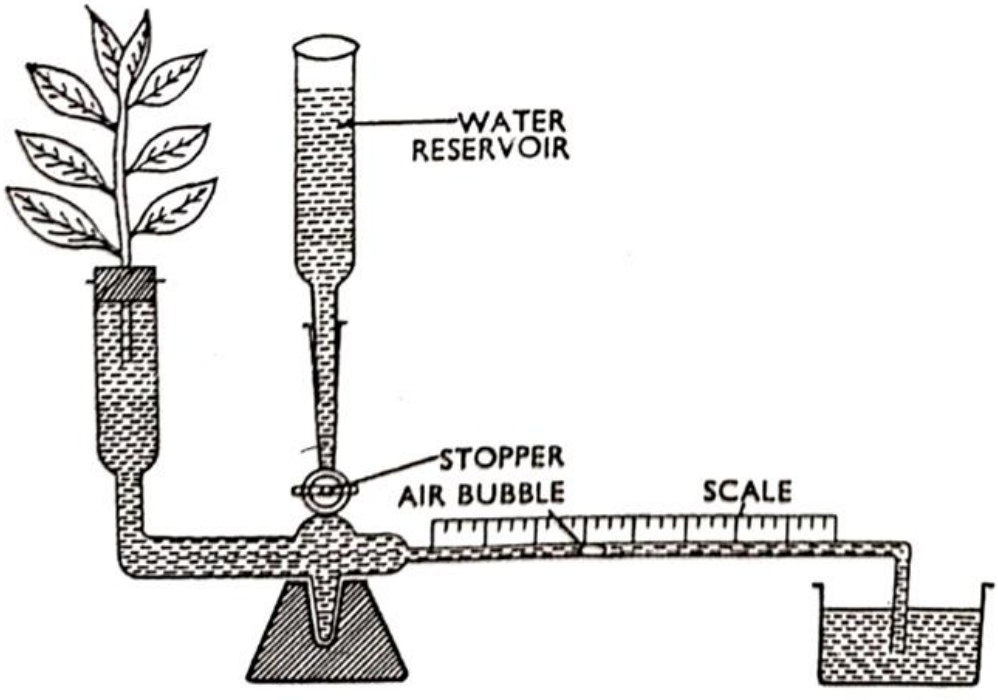


شکل(b)2.2.7:فارمرس پوٹومیٹر

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

- گینانگس پوٹومیٹر (Ganong's Potometer)

اس آلہ میں ایک عمودی ٹیوب ہوتا ہے جس کے منہ میں ایک تازہ ٹہنی لگائی جاتی ہے۔اس ٹیوب کے نچلے سرے کو موڑ کر افقی وضع میں لیا جاتا ہے اور اس کے ساتھ ایک اسکیل لگایا جاتا ہے۔اس کے آزاد سرے کو موڑ کر ایک بیکر میں ڈبویا جاتا ہے۔ٹیوب کے افقی حصہ میں واٹر ریسر وائیر والا ٹیوب جوڑا جاتا ہے۔ جیسے ہی کیا پلری ٹیوب میں ہوا کا بلبلہ داخل ہوتا ہے مرکزی ٹیوب کا نچلا آزاد سرا جو مڑا ہوتا ہے پانی سے بھرے بیکر میں ڈبویا جاتا ہے۔ ہوا کے بلبلہ کی حرکت جو کیا پلری ٹیوب میں ہوتی ہے اس کا طئے کردہ فاصلہ ٹیوب کے ساتھ لگے ہوئے اسکیل کی مدد سے نوٹ کیا جاتا ہے جس سے ٹرانسپریشن کی شرح معلوم ہوتی ہے۔



شکل(c) 2.2.7:گینانگ پوٹومیٹر

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

2.2.4 سریان کی قسمیں

(1)۔ اسٹومیٹل ٹرانسپریشن(Stomatal Transpiration)

(2)۔ کیوٹی کولر ٹرانسپریشن(Cuticular Transpiration)

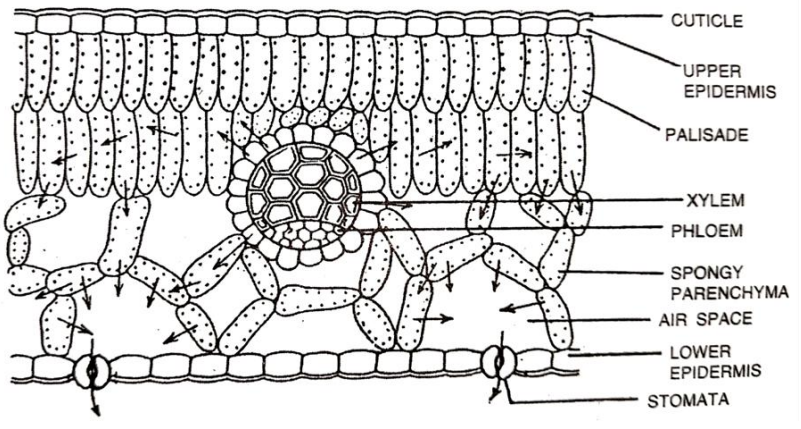
(3)۔ لینٹی کیولر ٹرانسپریشن(Lenticular Transpiration)

پتوں سے ہونے والے ٹرانسپریشن کو فولیار ٹرانسپریشن(Foliar transpiration) کے نام سے بھی جانا جاتا ہے۔ فولیار ٹرانسپریشن میں اہم پتے ہوتے ہیں جن سے یہ عمل انجام پاتا ہے۔اس میں پتوں کے اسٹومیٹا کا اہم حصہ ہوتا ہے جن کے کھلنے سے یہ عمل انجام پاتا ہے۔

ٹرانسپریشن کا کچھ حصہ کیوٹیکل(Cuticle)سے بھی انجام پاتا ہے۔ کیوٹیکل پتوں کی اوپری سطح پر پائی جانی والی حفاظتی پرتlayer ہے۔اس سے کل ٹرانسپریشن کا کوئی زیادہ سے زیادہ10 فی صد حصہ انجام پاتا ہے۔Lenticular transpiration میں پانی کا کچھ حصہ تنے میں پائے جانے والےLenticels کے ذریعے خارج ہوتا ہے۔

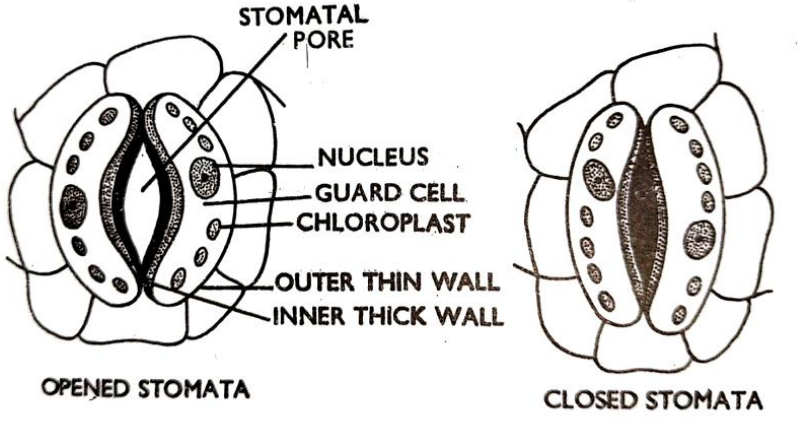
2.2.5 پتوں سے سریان(Foliar Transpiration)

متذکرہ بالا صورتوں میں سب سے زیادہ اہم فولیار ٹرانسپریشن ہے جو پتوں کے ذریعے ہوتا ہے اس میں اسٹومیٹا اہمیت کے حامل ہیں۔ اسٹومیٹا بعض پودوں میں پتوں کی نچلی جانب کی سطح پر پائے جاتے ہیں جبکہ بعض پودوں میں یہ اوپری سطح پر پائے جاتے ہیں۔ بعض پودوں میں یہ پتوں کی اوپری اور نچلی دونوں جانب ہوتے ہیں۔ بعض پودوں جیسے آبی پودوں میںAquatic plants یہ ہوتے ہی نہیں کیونکہ وہاں ان کی ضرورت ہی نہیں رہتی۔عام طور پر اسٹومیٹا پتوں کی نچلی سطح پر ہی زیادہ پائے جاتے ہیں۔90% فیصد پودوں میں سریان کا عمل دہن کے ذریعے انجام پاتا ہے۔



شکل(a) 2.2.9:دو بیج پتے پودے کے پتے کی عمودی تراش(V.T.S. of a typical dicot leaf)

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)



شکل(b) 2.2.9:Opened and closed Stomata(a)۔دہن کھلا ہوا،(b)۔دہن بند حالت میں

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

دہن کے کھلنے اور بند ہونے کی مکانیت پر دہن عام طور پر دو قسم کے خلیوں سے ملکر بنتا ہے۔ اسکے درمیان میں دو سیم کے بیج کی شکل کے خلیے پائے جاتے ہیں۔ ان کو محافظی خلیے یا(Guard cells) کہتے ہیں۔ انکی دیواریں لچکدار ہوتی ہیں۔ یعنی اس میں پھیلنے اور سکڑنے کی صلاحیت پائی جاتی ہے۔ دہن کے کھلنے اور بند ہونے کی میکانیت کو سمجھانے کے لئے دو نظریئے پیش کیئے گئے۔

1۔ شوگر اسٹارچ نظریہ(Sugar starch hypothesis): اس کو سب سے پہلے Lyod 1908 اس کے بعد اس کو Fujino نے 1959 میں اسکی حمایت کی۔ اسکے مطاق جب سورج کی روشنی کی موجودگی میں محافظی خلیے میں موجود نشاستہ کاربوہائیڈریٹ میں تبدیل ہوتا ہے۔ اسکی وجہ سے دہن پھول جاتے ہیں۔ اور یہ سوراخ کے ذریعے پانی باہر خارج کرتے ہیں۔ اسکے بعد محافظی خلیے پلپلے(Flaccid) ہوتے ہیں تو بند ہو جاتے ہیں۔

2۔ پوٹاشیم پمپ نظریہ: اس کو Levitt 1974 نے پیش کیا۔ اس کے مطابق جب پوٹاشیم کا ارتکاز روشنی کی موجودگی میں محافظی خلیے میں بڑھ جاتا ہے۔ تو دہن کھلتے ہیں۔ پر پروٹان کے Efflux سے جڑے ہیں جو محافظی خلیے میں pH کو بڑھاتے ہیں۔ پوٹاشیم روانوں کا محافظی خلیوں میں جمع ہونا کلورائیڈ روانوں کے انفعالی(In-flux) سے جڑ جاتا ہے۔ جس کی وجہہ سے محافظی خلیے میں آبی بالقوہ کم ہوتی ہے۔ تب پانی محافظی خلیے میں داخل ہوتا ہے جو اس کو پھولا ہوا بناتا ہے۔ چونکہ بیرونی دیوار لچکدار اور پتلی ہوتی ہے۔ محافظی خلیے بیرونی جانب پھلتے ہیں اور درمیان میں سوراخ چھوڑ دیتے ہیں۔

رات میں روشنی کی غیر موجودگی میں پوٹاشیم K^+ اور کلورائیڈ Cl^- رواں محافظی خلیے سے باہر کی جانب حرکت کرتے ہیں جس کی وجہہ سے پانی کی آبی بالقوۃ محافظی خلیے میں بڑھتی ہے۔ اور پانی ان کے باہر حرکت کرنا شروع کرتا ہے جس کی وجہ سے دہن بند ہوتے ہیں۔ پانی کی کمی کے حالت میں ترشہ Abscisic acid ایک قدرتی ہارمون ہے جو کہ خلیوں میں تیار ہوتا ہے اور یہ دھن کو بند کرنے ہیں مدد کرتا ہے۔

2.2.6 دہنوں کے حرکات کا نظام

اسٹومیٹا کے کھلنے اور بند ہونے کا نظام بھی تین طرح کا ہے جو درج ذیل ہیں:

(1)۔ الفاالفاٹائپ(Alfa alfa type) (2)۔ پوٹاٹوٹائپ(Potato type)

(3)۔ بارلی ٹائپ(Barley type)

دہن جو دن میں کھلتے ہیں انکو نوری سرگرم(Photoactive) کہتے ہیں۔

(1)۔ الفاالفاٹائپ: اس قسم کے اسٹومیٹارات میں بند رہتے ہیں اور دن بھر کھلے رہتے ہیں۔ مثلاً مٹر(Peas)، رائی(Mustard) وغیرہ۔

(2)۔ پوٹاٹو ٹائپ: اس طرح کے اسٹومیٹاں سارا دن اور رات کھلتے رہتے ہیں۔ سوائے شام کے چند گھنٹوں کے جب یہ بند ہوتے ہیں یہ پیاز (Onion) اور موز(Plantain) وغیرہ میں پائے جاتے ہیں۔

(3)۔ بارلی ٹائپ: اس طرح کے اسٹومیٹا دن کے اوقات میں صرف چند گھنٹوں کیلئے کھلے رہتے ہیں اس قسم کے اسٹومیٹا اناج کے پودوں (Cereals) میں ہوتے ہیں۔

اسٹومیٹل ٹرانسپریشن(Stomatal Transpiration):

شکلیات کے بنیاد پر اسٹومیٹا کے چار اقسام ہوتے ہیں۔

(a)۔Anamocytic Stomata: محافظ خلیوں کے اطراف تین سے زائد Accessory cells پائے جاتے ہیں۔ جو کہ شکل کے اعتبار سے ایک جیسے ہوتے ہیں۔

(b)۔Anisocytic Stomata: محافظ خلیوں کے اطراف تین accessory خلیے پائے جاتے ہیں جن میں دو خلیے ایک جسامت کے ہوتے ہیں اور تیسرا خلیہ چھوٹی شکل کا ہوتا ہے۔

(c)۔ Paracytic Stomata: محافظ خلیوں کے اطراف دو Accessory خلیے ہوتے ہیں جو کہ محافظ خلیوں کے برابر Parallel پائے جاتے ہیں۔

(d)۔Diacytic Stomata: محافظ خلیوں کے اطراف دو Accessory خلیے پائے جاتے ہیں جو کہ محافظ خلیوں سے سیدھے زاویہ قائمہ (Opposite directions) بناتے ہیں۔

اسٹومیٹل ٹرانسپریشن تین مراحل میں انجام پاتا ہے۔

(1)۔ آسموس کے عمل کے ذریعے پانی پتوں کے دہن یا اسٹومیٹا کے اوپری خلیوں میں جمع ہوتا ہے۔

(2)۔ اسٹومیٹا کھلتے اور بند ہوتے ہیں۔

(3)۔ خلیوں کی درمیانی فضاء میں جمع شدہ پانی اسٹومیٹا کے کھلتے ہی باہر ہوا میں خارج ہو جاتا ہے۔

اسٹومیٹا کے حرکات: اسٹومیٹا کا کھلنا اور بند ہونا اس کے گارڈ سیلس پر منحصر ہوتا ہے۔ گارڈ سیلس (Guard cells) وہ حفاظتی خلیے ہیں جو اسٹومیٹا کے دونوں جانب ہوتے ہیں۔ ان گارڈ سیلس میں اطراف کے خلیوں سے پانی جمع ہوتا ہے اور اس کے نتیجے میں ان خلیوں کی دیواروں پر اندرونی طرف ایک دباؤ پڑتا ہے۔ اور یہ پھول جاتے ہیں جب یہ خلیے بیرونی جانب پھول جاتے ہیں تو ان کی اندرونی دیواریں ایک دوسرے سے دور ہونی لگتی ہیں۔ یہ دیواریں دور ہو جاتی ہیں تو ان کے درمیان ایک خلاء سی پیدا ہو جاتی ہے اور یہی اسٹومیٹا کی کشادگی یا کھلنا ہے۔ اس طرح اسٹومیٹا کے کھلنے سے وہاں پر جمع شدہ پانی کو گویا باہر نکلنے کا ایک راستہ مل جاتا ہے اور یہ پانی باہر نکل جاتا ہے۔ جب گارڈ سیلس کا پانی خارج ہو جاتا ہے تو ان کا تناؤ بھی جاتا رہتا ہے اور ان کی دیواریں پھر سے قریب ہو جاتی ہیں اور اسٹومیٹا بند ہو جاتے ہیں۔ بعض پودوں میں دہن رات میں کھلتے ہیں۔ اسکو تاریکی سرگرم Scoto active کہتے ہیں مثلاً زخم حیات (Bryophyllum)۔ دہن جو دن میں کھلتے ہیں نوری سرگرم (Photo active) کہلاتے ہیں۔

2.2.7 ٹرانسپریشن پر اثرانداز ہونے والے عوامل (Factors Affecting Transpiration)

(1)۔ روشنی (Light): روشنی ٹرانسپریشن پر راست طور پر اثرانداز ہوتی ہے۔ اسٹومیٹا سورج کی روشنی میں یا پھر دھیمی روشنی میں بھی کھل جاتے ہیں اور روشنی نہ ہونے پر بند ہو جاتے ہیں۔ روشنی پروٹوپلازم کی دیواروں کی نفوذپذیری (Permeability) کو بھی بڑھاتی ہے جس سے پانی کا پودوں سے فضاء میں خارج ہونا آسان ہو جاتا ہے۔

(2)۔ فضائی رطوبت (Humidity): فضاء میں رطوبت اگر زیادہ ہو تو ٹرانسپریشن کی رفتار گھٹ جاتی ہے۔ فضائی رطوبت کم ہو اور فضاء خشک ہو تو ٹرانسپریشن کا عمل تیز ہو جاتا ہے۔

(3)۔ حرارت (Temperature): درجۂ حرارت زیادہ ہو تو پودے میں آبی بخارات کی دباؤ میں بھی اضافہ ہو جاتا ہے۔ جس کے نتیجے میں ٹرانسپریشن کی شرح تیز ہو جاتی ہے۔ درجۂ حرارت زیادہ ہو تو اس سے فضائی رطوبت گھٹ جاتی ہے جس سے اسٹومیٹا کے کھلنے میں مدد ملتی ہے۔

(4)۔ ہوا (Wind): ہوا بھی ٹرانسپریشن کو متاثر کرتی ہے۔ ہوا چل رہی ہو تو ٹرانسپریشن کا عمل تیز ہو جاتا ہے۔ ہوا کے چلنے سے فضائی رطوبت دور ہوتی ہے اور تازہ ہوا کے آنے سے فضاء میں پانی کو جذب کرنے کی صلاحیت بڑھ جاتی ہے اور ٹرانسپریشن کا عمل تیز تر ہو جاتا ہے۔

(5)۔ زمینی رطوبت (Soil water): زمین میں موجود پانی میں اگر زیادہ نمک ہوں تو اس سے ٹرانسپریشن کا عمل دھیما پڑ جاتا ہے کیونکہ نمک آلود پانی پودے مشکل سے جذب کر پاتے ہیں۔

(6)۔ فضائی دباؤ (Atmospheric Pressure) :اونچے مقامات پر جہاں فضائی دباؤ کم ہوتا ہے ٹرانسپریشن کا عمل زیادہ ہوتا ہے ۔تاہم ایسے مقامات پر درجۂ حرارت کی کمی ٹرانسپریشن کو گھٹا بھی سکتی ہے۔

(7)۔ پودوں کی ساخت (Structural Features of Plants): پودوں کی ساخت کا بھی ٹرانسپریشن کے عمل پر اثر پڑتا ہے۔ یہاں ساخت سے مراد اسٹومیٹا کے سائیز اور پتوں پر ان کے جائے وقوع سے ہے۔ پتوں پر موٹی کیوٹیکل (Cuticle) اور موم کی تہہ ہو تو ٹرانسپریشن کا عمل کم ہو جاتا ہے۔ ریگستانی پودوں (Xerophytes) میں پتوں کے سائیز میں کمی اور کانٹوں کی موجودگی ٹرانسپریشن کو گھٹانے کا موجب ہوتی ہیں۔

- سریان کی افادیت

ٹرانسپریشن کی افادیت ایک متنازعہ موضوع رہا ہے۔ چند ایک کے نزدیک یہ عمل پودوں کیلئے فائدہ مند ہے جب کہ دوسرے اس کو غیر ضروری اور نقصان دہ عمل سمجھتے ہیں۔ ذیل میں ان اُمور کا ذکر ہے جو ٹرانسپریشن کے فوائد کے ضمن میں بیان کئے جاتے ہیں۔

(1)۔ پودوں میں پانی کی منتقلی (Ascent of Sap) رس چڑھاؤ

بعضوں کے نزدیک ٹرانسپریشن کے نتیجے میں پودوں کے اندر پانی کی اوپر کی طرف منتقلی تیز تر ہوتی ہے۔

(2)۔ معدنیات کی منتقلی(Translocation of Mineral Salt)

پودوں میں ٹرانسپریشن کی وجہ سے پانی میں گھلے ہوئے نمک اور معدنیات کی منتقلی میں آسانی ہوتی ہے۔ بعض ماہرین کو اس سے اختلاف بھی ہے وہ یہ کہتے ہیں کہ ٹرانسپریشن کا عمل نہ بھی ہو تو پودوں میں معدنیات کی کوئی کمی واقع نہیں ہوتی۔

(3)۔ حرارت پر قابو(Regulation of Temperature)

پتے سورج کی روشنی جذب کرتے ہیں۔اس روشنی کا کچھ حصہ تو فوٹو سینتھس میں استعمال ہوتا ہے اور بقیہ حصہ حرارت کی توانائی میں تبدیل ہو جاتا ہے جس سے پودوں کے درجہ حرارت میں اضافہ ہوتا ہے۔ٹرانسپریشن کا عمل جس میں پانی پودوں کے بالائی زمین حصوں سے فضاء میں خارج ہوتا ہے پودوں کے درجۂ حرارت کو قابو میں رکھتا ہے اور پودوں میں درجۂ حرارت کو بہت زیادہ بڑھنے نہیں دیتا۔

متذکرہ بالا نقطہ نظر سے بہت سوں نے اختلاف بھی کیا ہے جن کا یہ کہنا ہے کہ پودوں میں سخت اور تیز دھوپ میں بھی جب کہ ان کے اسٹومیٹا کو تجرباتاً بند بھی کر دیا گیا تھا درجہ حرارت میں بہت زیادہ اضافہ درج نہیں کیا گیا۔ ریگستانی پودوں میں بھی جہاں پتوں کی مخصوص ساخت کی بناء ٹرانسپریشن بہت کم ہوتا ہے۔ پودوں میں درجہ حرارت کے بڑھنے کا کوئی اثر نہیں دیکھا گیا اور پودوں کے پروٹوپلازم پر کوئی منفی اثر نہیں پایا گیا۔

2.2.8 روٹ پریشر (Root Pressure)

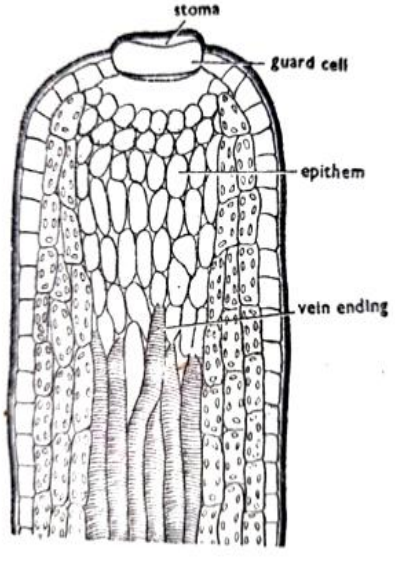
یہ بھی قدرت کا ایک عجوبہ ہے کہ پانی جڑوں سے اوپری حصوں کو منتقل ہوتا ہے۔ بعض اوقات یہ بلندی 400فیٹ کی بھی دیکھی گئی ہے اور پانی اس اونچائی تک بھی پہونچتا ہے۔ علم نباتات کے طالب علم جانتے ہیں کہ پانی جڑوں سے اوپر کی جانب زائلم(Xylem) کی نالیوں سے پہونچتا ہے۔ پانی کے اس طرح اوپر پہونچنے کے عمل کو(Ascent of Sap) کہتے یں۔ یہ عمل کیونکر انجام پاتا ہے اس کی مختلف توجیہات پیش کی گئی ہیں ان میں سے ایک نظریہ روٹ پریشر تھیوری(Root pressure theory) بھی ہے جو درج ذیل ہے۔

کسی بھی پودے کے تنے میں اس کے قاعدے Base کے قریب شگاف لگایا جائے تو یہ عام مشاہدہ ہے کہ اس شگاف سے زائلم کا رس نکلنے لگتا ہے۔ پریسٹلی(Priestly) نے اسکی توضیح یوں کی کہ اسے جڑوں کے تحت ہونے والا عمل قرار دیا۔ بعد ازاں اسٹیفن ہالس(Stephen hales) نے اس دباؤ کو جس کے تحت زائلم سے پانی اوپر کی طرف جارہا ہے۔روٹ پریشر(Root pressure) کا نام دیا اور اس کو ناپنے کا طریقہ بھی بتایا(1727)۔ اس نے بتایا کہ پودے کے کاٹے ہوئے تنے پر ایک افقی ٹیوب لگا کر اس کو مانو میٹر(Mercury Manometer) سے منسلک کر دیا جائے تو روٹ پریشر کو ناپا بھی جاسکتا ہے۔ بعد میں اسٹاکنگ (Stocking)(1959) نے اس کی مزید وضاحت کی کہ روٹ پریشر وہ دباؤ ہے جو زائلم کے ٹریکیری خلیوں(Tracheary elements) میں جڑوں میں ہونے والے میٹابالسم تعاملات کے نتیجے میں پیدا ہوتا ہے۔

روٹ پریشر کے حرکیاتی عمل ہونے میں کوئی شک وشبہ کی گنجائش نہیں ہے۔تاہم یہ بات بھی بعید از حقیقت لگتی ہے کہ یہی ایک وہ قوت ہے جو جڑوں سے چار سو فٹ کی بلندی تک بھی پانی پہونچانے کی ذمہ دار ہے کیونکہ یہ دیکھا گیا ہے کہ روٹ پریشر جو پودوں میں درج کیا گیا

ہے وہ زیادہ سے زیادہ دو اٹما سفیر (2 atmospheres) کا ہوتا ہے جب کہ بہت اونچے درختوں میں ان کی چوٹی تک پانی پہونچنے کیلئے (20 atmospheres) بیس اٹما سفیر دباؤ کی ضرورت ہوتی ہے۔ یہ بھی دیکھا گیا ہے کہ تنوں کے شگاف سے نکلنے والے رس اور روٹ پریشر میں کوئی تناسب نہیں ہوتا۔ اس کے علاوہ یہ بھی مشاہدہ ہے کہ موسم گرما میں روٹ پریشر بہت کم ہوتا ہے حالانکہ اسوقت پودوں کو پانی کی سخت ضرورت رہتی ہے۔ اس کے باوجود پودوں کو پانی مل جاتا ہے۔ اس کے برخلاف موسم بہار میں روٹ پریشر بہت زیادہ ہوتا ہے۔ جب کہ پودوں کو پانی کی اتنی ضرورت نہیں رہتی۔ یہ بھی دیکھا گیا ہے کہ زائلم رس (Xylem sap) عام طور پر ایک تناؤ کی کیفیت میں رہتا ہے۔ جس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ صرف روٹ پریشر ہی زائلم اس کو اوپر کی طرف روانہ کرنے والی قوت نہیں ہے۔ بسا اوقات یہ بھی دیکھا گیا ہے کہ روٹ پریشر کی عدم موجودگی میں بھی زائلم کے ذریعے پانی بدستور اوپر پہونچتا رہتا ہے۔

موجودہ تحقیق کے مطابق یہ ہو سکتا ہے کہ روٹ پریشر چھوٹے پودوں (Herbs) میں زائلم کی نالیوں کو پانی سے لبریز کر دیتا ہو۔ موسم گرما میں جب پانی کی قلت ہوتی ہے تو اس قلت کے نتیجے میں زائلم کی نالیوں میں ہوائی خالی جگہیں یا گیاپس (Aerial gaps) پیدا ہو سکتی ہے۔ ان صورتوں میں رات کے اوقات میں روٹ پریشر اپنے طبعی دباؤ کو بروئے کار لا کر ان وقفوں یا گیاپس کو دور کر کے پانی کے تسلسل کو پھر سے بحال کر سکتا ہے۔



شکل 2.2.15: گٹیشن Hydathodes showing connection with Xylem elements (Guttation)
Source: Plant Anatomy by)
(M.S. Dayal Rastogi Publications, Meerut

2.2.9 قطرہ ریزی، گٹیشن (Guttation): پودوں میں جب جڑوں کے ذریعے جذب شدہ پانی کی مقدار ریسپریشن کے ذریعے خارج ہونے والی پانی کی مقدار سے بڑھ جاتی ہے تو پانی کی یہ زائد مقدار عدسی خانے (Lenticel) کے ذریعے فضاء میں خارج ہوتی ہے۔ ہیڈا تھوڈس پتوں میں رگوں کے سروں پر پائے جاتے ہیں۔ بعض دفعہ پانی تنوں کے شگافوں اور عدسی خانے (Lenticels) سے بھی باہر خارج کیا جاتا ہے۔ پانی کے اس طرح خارج ہونے کے عمل کو گٹیشن (Guttation) کہا جاتا ہے۔ یہ عمل عام طور پر رات کے اوقات میں عمل پذیر ہوتا ہے جب پودے مرطوب موسم میں بھی گیلی زمین میں اُگ رہے ہوں ۔کرامر (Kramer, 1949, 1959)۔

یہ قیاس کیا جاتا ہے کہ گٹیشن کا عمل اس وقت پانی اور اسمیں تحلیل شدہ مادوں کی پیش رفت میں مددگار ثابت ہوتا ہے جب ٹرانسپریشن کا عمل ناقابل لحاظ حد تک گھٹ جاتا ہے۔ گٹیشن کا عمل روٹ پریشر سے بھی جڑا ہوتا ہے۔ یہ زائلم کی نالیوں میں روٹ پریشر کے باعث ہی پیدا ہوتا ہے۔ روٹ پریشر کی عدم موجودگی میں گٹیشن وقوع پذیر نہیں ہو سکتا۔ گٹیشن کے دوران جو رس خارج ہوتا ہے اسمیں ہمہ اقسام کے نامیاتی اور غیر نامیاتی مادے ہوتے ہیں اس طرح سے خارج شدہ رس جب ہوا میں تبخیر کے ذریعے اڑ جاتا ہے تو پتوں کے کناروں پر نمکیات جم جاتے ہیں جو پتوں کے لیئے نقصان دہ ثابت ہو سکتے ہیں۔

2.2.10 ٹرانسپریشن اور گٹیشن کا فرق

ٹرانسپریشن	گٹیشن
1۔ٹرانسپریشن کا عمل پتوں کے علاوہ پودے کے دوسرے بالائی زمین حصوں سے بھی ہوتا ہے۔	گٹیشن کا عمل صرف پتوں سے ہوتا ہے۔یا پھر تنوں کے شگافوں اور لینٹی سلس سے ہوتا ہے۔
2۔پانی آبی بخارات کی شکل میں خارج ہوتا ہے۔	2۔پانی محلول کی طرح خارج ہوتا ہے۔
3۔یہ زیادہ تر اسٹومیٹا اور کچھ حد تک کیوٹیکل اور لینٹی سلس سے انجام پاتا ہے۔	3۔یہ پتوں میں Hydathodes سے انجام پاتا ہے۔
4۔یہ دن بھر جاری رہتا ہے۔اور دوپہر کے وقت سب سے زیادہ ہوتا ہے۔	یہ زیادہ تر صبح کے اوقات میں انجام پاتا ہے جب روٹ پریشر اور پانی کا انجذاب زیادہ ہوتا ہے۔

2.3 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

جڑوں کے ذریعے جذب کیا جانے والا سارا پانی پودوں کے استعمال میں نہیں آتا بلکہ استعمال کے بعد بچے رہنے والا پانی پودے اپنے بالائی حصوں سے فضاء میں خارج کر دیتے ہیں۔یہ سریان (Transpiration) کہلاتا ہے۔سریان کا عمل زیادہ تر پتوں سے انجام پاتا ہے۔ پتوں میں پائے جانے والے دہن (Stomata) کے ذریعے یہ انجام پاتا ہے۔دہن اپنے کھلنے اور بند ہونے کے ذریعے اسے انجام دیتے ہیں ان کا کھلنا اور بند ہونا یا ان کی حرکات پر بیرونی عوامل جیسے درجہ حرارت، Co_2، روشنی اور آبسیک ایسڈ (ABA) اثرانداز ہوتے ہیں۔سریان کے عمل کی پیمائش بھی کی جاسکتی ہے۔ سریان کا عمل پودوں کیلئے افادیت کا حامل ہے۔ یہ پودوں میں پانی کے اوپری حصوں تک پہونچنے (Ascent of sap) میں مدد دیتا ہے۔معدنی نمک جو پودے زمین سے جذب کرتے ہیں ان کی تقسیم بھی مختلف حصوں تک اس عمل کے نتیجے میں ہو پاتی ہے۔پودے راست طور پر سورج کی روشنی جذب کرتے ہیں۔اب پودوں میں مناسب درجہ حرارت کی برقراری بھی سریان کی وجہ سے ہو پاتی ہے۔ سریان کے علاوہ بعض اوقات پودوں میں زائد پانی کی مقدار ہائیڈاتھوڈس (Hydathodes) آزاد جو پتوں میں ان کے رگوں کے سروں پر ہوتے ہیں کے ذریعے فضاء میں آزاد کی جاتی ہے۔اس کو گٹیشن (Guttation) کہتے ہی۔یہ عمل زیادہ تر صبح کے اوقات میں ہوتا ہے اور سریان کے برخلاف جس میں پانی آبی بخارات کی شکل میں خارج ہوتا ہے اس عمل میں پانی محلول کی طرح خارج ہوتا ہے۔

2.4 کلیدی الفاظ (Keywords)

سریان (Transpiration) اسٹومیٹا، اسٹومیٹا کی حرکات۔ بیرونی عوامل کا اثر، سریان کی پیمائش، سریان کی پودوں میں افادیت۔ گٹیشن (Guttation)۔

2.5 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

2.5.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Types Questions)

1۔ زیادہ تر پودوں میں سریان کا عمل اس کے ذریعہ ہوتا ہے۔

(a)۔ بروں ادمہ (b)۔ بشرہ (c)۔ دہن (d)۔ کوئی بھی نہیں

2۔ ٹرانسپریشن کی شرح کو ناپنے کے لئے جو آلہ استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کو کیا کہتے ہیں۔

(a)۔ پوٹومیٹر (b)۔ رین گیج (c)۔ تھرمامیٹر (d)۔ کوئی بھی نہیں۔

3۔ دہن جو دن میں کھلتے ہیں۔ اسکو کیا کہتے ہیں۔

(a)۔ تاریکی سرگرم (b)۔ نوری سرگرم (c)۔ دہن (d)۔ ان میں سے کوئی نہیں

4۔ سریان کا عمل جو عدسی خانوں کے ذریعے انجام پاتا ہے۔

(a)۔ لینٹی کیولر ٹرانسپریشن (b)۔ نیوٹیکولر ٹرانسپریشن Cuticular

(c)۔ دونوں (d)۔ کوئی بھی نہیں

5۔ اسٹومیٹا جو رات اور دن کھلے رہتے ہیں۔ مثلاً۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔اور۔۔۔۔ میں پائے جاتے ہیں۔

6۔ ۔۔۔۔۔۔ پودے میں دہن رات میں کھلتے ہیں۔

7- تاریکی سرگرم دہن سے کیا مراد ہے۔ ایک مثال دیجئے۔

8۔ سریان کی تعریف کیجئے۔

9۔ آبی دہن (Hydathodes) سے کیا مراد ہے؟

10۔ رس چڑھاؤ (Ascent of Sap) سے کیا مراد ہے؟

2.5.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1۔ ٹرانسپریشن سے کیا مراد ہے۔ فولیار ٹرانسپریشن کی وضاحت کریں۔

2۔ ٹرانسپریشن پر اثر انداز ہونے والے عوامل بیان کریں۔

3۔ گٹیشن کیا ہے۔ ٹرانسپریشن اور گٹیشن میں کیا فرق ہے؟

4۔ پودوں میں روٹ پریشر کی کیا اہمیت ہے؟

5۔ ٹرانسپریشن کی شرح اور ٹرانسپریشن کے تناسب میں کیا فرق ہے؟

2.5.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1۔ ٹرانسپریشن کا تناسب کسے کہتے ہیں۔

2۔ ٹرانسپریشن کی شرح سے کیا مراد ہے۔

3۔ Ganong's Potometer کے بارے میں لکھیں۔

4۔ پودوں میں ٹرانسپریشن کی افادیت بیان کریں۔

Key:1.a 2.a 3.b 4.a

5. Potamogeton اور بعض آبی پودوں میں

6. CAM پودے (Crassulacean Acid Metabolism plants)

7. Opuntia (کیکٹس)

8۔ سریان: پودوں کے ہوائی حصوں خصوصاً پتوں سے پانی کے بخارات کی صورت میں خارج ہونے کے عمل کو سریان کہتے ہیں۔

9۔ آبی دہن (Hydathodes): پتوں کے کناروں پر موجود خاص ساختیں جو پانی کو قطرات کی شکل میں خارج کرتی ہیں (Guttation)۔

10۔ رس چڑھاؤ (Ascent of Sap): جڑوں سے پانی اور حل شدہ معدنیات کا اوپر کی طرف پتوں تک پہنچنے کا عمل۔

اکائی 3: معدنی تغذیہ

(Mineral Nutrition)

اکائی کے اجزاء

3.0		تمہید
3.1		مقاصد
3.2		منرل نیوٹریشن
	3.2.1	لازمی عناصر کی پہچان
	3.2.2	لازمی عناصر
	3.2.3	عناصر کی قسمیں
	3.2.4	لازمی عناصر کے افعال
	3.2.5	پودوں کی غذائی ضروریات کا پتہ چلانا
	3.2.6	پتوں کے ذریعے غذائی عناصر کی فراہمی
	3.2.7	اعلیٰ پودوں میں غیر خود مکتفی تغذیہ
	3.2.8	عناصر صغیر کی زیادتی کے اثرات
3.3		اکتسابی نتائج
3.4		کلیدی الفاظ
3.5		نمونہ امتحانی سوالات
	3.5.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
	3.5.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
	3.5.3	طویل جوابات کے حامل سوالات

3.0 تمہید(Introduction)

زمانۂ قدیم سے یہ بات تسلیم کی جاتی رہی ہے کہ زمین پودوں کی غذائی ضروریات کی تکمیل کا کلیدی ذریعہ ہے۔اسی سے پودے پانی اور دوسرے غذائی اجزاء حاصل کرتے ہیں۔زمین سے حاصل ہونے والے غذائی اجزاء کی اہمیت اس وقت اُجاگر ہونے لگی جب 19 ویں صدی کے اوائل میں سائنس دانوں نے محسوس کیا کہ پودے اسی وقت اچھی طرح نمو پاتے ہیں جب ان کو چند مخصوص غذائی اجزاء میسر آتے ہیں۔ ان غذائی اجزاء یا عناصر کو ضروری عناصر(Essential elements)کا نام دیا گیا۔ ان عناصر کو پودے غیر نامیاتی رواں (Inorganic Ions)کی حالت میں جذب کرتے ہیں اور یہ سارے زمین میں موجود معدنیات سے آتے ہیں۔اسی لیئے ان عناصر یا غذائی اجزاء کو معدنی غذائی اجزاء(Mineral Nutrient)کا نام دیا جاتا ہے۔

اعلیٰ پودے انہی غیر نامیاتی معدنی اجزاء کو استعمال کرتے ہوئے نامیاتی مادے تیار کرتے ہیں جو پودوں کے حیاتیاتی افعال میں کام آتے ہیں۔پودوں میں زمین کے ذریعے کھاد کی فراہمی کے علاوہ چھڑکاؤ کے ذریعے بھی پتوں اور بالائی حصوں سے غذائی اجزاء فراہم کئے جاتے ہیں جس کو Foliar nutrition کہا جاتا ہے۔پودے دوسرے جانداروں سے بھی ہم باشی(Symbiosis)کے ذریعے غذائی اجزاء حاصل کرتے ہیں۔اسے Heterotrophic Nutrition کہا جاتا ہے۔

3.1 مقاصد(Objectives)

اس باب میں حسب ذیل موضوعات کا مطالعہ مقصود ہے۔

- ☆ منرل نیوٹریشن(Mineral nutrition)
- ☆ عناصر کے لازمی ہونے کی شرائط
- ☆ عناصر کے افعال
- ☆ عناصر کی قسمیں
- ☆ لازمی عناصر کی تقسیم
- ☆ Macro nutrients اور Micro nutrients کی تفصیل
- ☆ پودوں میں لازمی عناصر کی کمی سے ہونے والے اثرات
- ☆ Foliar Nutrition پودوں کے بالائی حصوں کے پتوں کے ذریعے غذائی عناصر کی فراہمی۔
- ☆ Heterotrophic nutrition دوسرے جانداروں سے غذا کا حصول۔

درج بالا موضوعات کے مطالعہ سے طالب علموں کو پودوں منرل نیوٹریشن کی اہمیت لازمی عناصر کی پہچان، ان کے افعال و خصوصیات اور ان کے نہ ہونے سے پودوں میں ہونے والے اثرات کا علم ہوگا۔

3.2 منرل نیوٹریشن

منرل نیوٹریشن(Mineral nutrition) سے مراد عام طور پر نامیاتی اجزاء روانوں(Ions) کا زمین سے وہ حصول ہے جو پودوں کے تغذیہ اور نشو نما کیلئے ضروری ہے۔ یہ ایک وسیع میدان ہے جس میں غیر نامیاتی اجزاء سے پودوں میں نامیاتی اجزاء کی تیاری کا احاطہ بھی شامل ہے۔ اس میں پودوں کا غیر نامیاتی مادوں کا حصول یا انجذاب ہوتا ہے جو پودوں کے مختلف حصوں جیسے جڑوں، تنوں، پتوں وغیرہ سے ہوتا ہے اور بالآخر نامیاتی مادوں میں تبدیل ہوتا ہے۔ پودے ضروری غذائی اجزاء(Nutrients) تین ذرائع سے حاصل کرتے ہیں جو فضاء(Atmosphere) پانی اور زمین ہیں۔ فضاء سے Co_2 اور O_2 کا حصول ہوتا ہے جبکہ پانی کے حصول کا ذریعہ جڑیں ہیں۔ زمین غیر نامیاتی اجزاء کے حصول کا اہم ذریعہ ہے۔ معدنی اجزاء(Mineral Ions) زمین سے حاصل ہوتے ہیں۔

سبز پودے اپنی غذا کے حصول میں خود مکتفی ہوتے ہیں۔ وہ اپنی غذا آپ تیار کرنے کی صلاحیت رکھتے ہیں۔ وہ فضاء سے کاربن ڈائی آکسائیڈ لیتے ہیں اور زمین سے پانی اور معدنیات حاصل کرتے ہیں۔ فوٹو سینتھس کے عمل سے پودے اپنی غذا آپ تیار کر لیتے ہیں۔ پودوں کا زمین سے معدنیات کا حصول اور ان معدنیات کا پودوں کے تحول(Metabolism) میں جو حصہ ہے اس کا مطالعہ منرل نیوٹریشن کہلاتا ہے۔(Mineral Nutrition of Plants) پودوں کی راکھ Ash کا تجزیہ کرنے پر پتہ چلتا ہے کہ پودوں میں کوئی ساٹھ (60) سے زیادہ عناصر ہوتے ہیں۔ ان میں سے چند عناصر پودوں کے افعال اور نشو نما کیلئے انتہائی ضروری اور ناگزیر ہیں۔ چنانچہ ان کی اس اہمیت کے پیش نظر ان کو لازمی عناصر (Essential elements) کا نام دیا جاتا ہے۔ بقیہ دوسرے عناصر کو کم اہم عناصر(Non-essential elements) کا نام دیا جاتا ہے۔

3.2.1 لازمی عناصر کی پہچان(Criteria for Essential Elements)

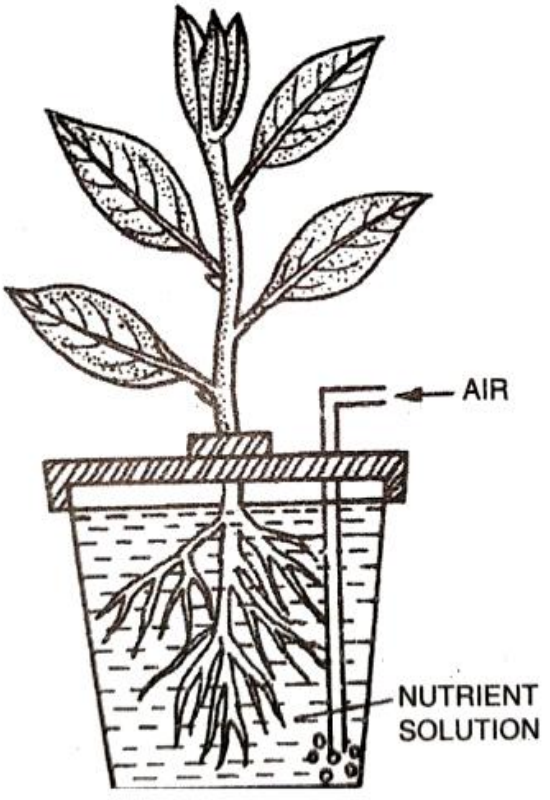
اپسٹین(Epstein 1972) کے بموجب کسی بھی عنصر کیلئے ضروری عنصر کہلائے جانے کیلئے اس میں مندرجہ ذیل دو خصوصیات کا ہونا ضروری ہے۔

(1)۔ ایک عنصر اسی وقت ضروری کہلایا جاسکتا ہے جب اس عنصر کے بغیر پودے کے حیاتیاتی افعال انجام نہیں پا سکتے۔

(2)۔ دوسری خصوصیت جو ضروری عناصر میں پائی جانی چاہئے وہ یہ ہے کہ ضروری عنصر بطور ایک جز کے پودوں میں پائے جانے والے مادوں میں پایا جائے مثال کے طور پر نائٹروجن جو پروٹین کا ایک جز ہے۔ کسی بھی معدنی عنصر کے لازمی عنصر ہونے کا پتہ ایک سادہ طریقہ سے جسے سلوشن کلچر(Solution culture) کہا جاتا ہے کیا جاسکتا ہے۔ اس طریقہ میں یہ کیا جاتا ہے کہ پودے کو ایک ایسے محلول میں رکھا جاتا ہے جس میں تمام ضروری یا لازمی عناصر ملے ہوتے ہیں پودے کا بالائی حصہ اوپر کی جانب آزاد ہوتا ہے۔ جبکہ اس کی جڑیں محلول میں ڈوبی رہتی ہیں۔ اس محلول کو مناسب طریقے سے ہوا بھی پہنچائی جاتی ہے کہ جڑوں کی مناسب طریقہ پر نمو ہوتی ہے اور وہ باقاعدگی سے غذائی عناصر جذب کرتے ہیں۔

یہ پودا ایک نارمل پودے یا Control کا کام کرتا ہے۔ اب ایک دوسرے محلول یا Nutrient solution میں دوسرے پودے کو رکھا جاتا ہے اور اس محلول میں اس عنصر کو شامل نہیں کیا جاتا جس کے لازمی ہونے یا نہ ہونے کی جانچ کرنی ہے۔ اب ان دونوں پودوں کا مشاہدہ کیا جاتا ہے پہلے والے محلول میں پودے کی نمو نارمل ہوتی ہے۔ دوسرے محلول میں رکھے ہوئے پودے کی نمو بھی اگر پہلے والے پودے کی طرح ہو تو زیر بحث عنصر پودے کی نشو نما کیلئے ضروری نہیں مانا جائیگا جب کہ اس دوسرے پودے میں کسی بھی قسم کی خامی دیکھی جائے تو وہ اس بات کا اشارہ ہوگا کہ یہ عنصر پودے کی نارمل نشو نما کیلئے ضروری ہے بصورت دیگر اس کی نشو نما میں خامی ہوگی۔

احتیاط: یہاں اس بات کا خاص خیال رکھا جانا ضروری ہے کہ نیوٹرنیٹ سلوشن میں دوسرے غیر ضروری عناصر خاص پر شائیبہ عناصر Trace elements کی آمیزش نہ ہونے پائے۔ نیوٹرنیٹ سلوشن پوری طرح سے خالص (pure) ہونا چاہئے ورنہ نتائج کے متاثر ہونے کے اندیشہ ہو سکتا ہے۔



شکل 3.2.1: Solution Culture

3.2.2 لازمی عناصر (Essential Elements)

بہت سے پودوں میں لازمی عناصر حسب ذیل ہیں۔

1۔ کاربن (C)	10۔ لوہا (Fe)
2۔ ہائیڈروجن (H)	11۔ مینگنیز (Mn)
3۔ آکسیجن (O	12۔ جست (Zn)

4۔نائیٹروجن(N)　　13۔بوران(Bo)

5۔فاسفورس(P)　　14۔تانبہ(Cn)

6۔پوٹاسیم(K)　　15۔نکل(Ni)

7۔کیلسیم(Ca)　　16۔کلورین(Cl)

8۔ میگنیشیم(Mg)　　17۔مالبڈینم(Mo)

9۔سلفر(S)

ان سترہ17 ناصر کے علاوہ بعض پودوں میں V, Co, NA, Se, Si, Al اور Ga بھی ضروری ہوتے ہیں۔

مندرجہ بالا عناصر کے علاوہ بعض پودوں میں دوسرے عناصر بھی جیسے المونیم(Al)، سلیکا(Si)، سیلنیم(Se)، سوڈیم(Na)، کوبالٹ(Co)، ونیاڈیم(V) اور گیالیم(Ga) بھی ضروری ہوتے ہیں اور ان پودوں میں یہ عناصر ضروری عناصر کے زمرہ میں آتے ہیں۔

3.2.3　　لازمی عناصر کی قسمیں

لازمی عناصر کو بھی مزید دو زمروں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔

(1)۔کلاں عناصر(Macro element or Major element)

(2)۔خرد عناصر(Micro element or Minor element)

متذکرہ زمروں میں یہ فرق ہے کہ میجر کلان وہ ضروری عناصر ہیں جو پودوں کو زیادہ مقدار میں درکار ہوتے ہیں۔ یہ مقدار 1000mg/kg of dry matter یعنی ایک کلو خشک مادہ میں ایک ہزار ملی گرام ہے۔ جب کہ خوادایلمنٹ وہ ضروری عناصر ہیں جو نسبتاً کم مقدار میں درکار ہیں یہ ایک کیلو خشک مادہ میں ایک سو(100mg/kg. of dry matter) سے کم ہوتے ہیں۔

3.2.4

1.　کلاں عناصر(Macronutrients)

نائٹروجن(N): نائٹروجن کی پودوں میں کلیدی اہمیت ہے۔ یہ پروٹین نیوکلک ایسڈ، چند وٹامنس اور خامروں(Enzymes) وغیرہ کا جز ہے۔ نائیٹروجن خلیوں کے انجام پانے والے میٹابالسم، نشونما، تولیدی عمل اور موروثی نظام کا حصہ ہے۔

جب پودوں میں نائیٹروجن کی کمی ہوتی ہے تو پودے متاثرے ہو جاتے ہیں۔ اس کمی کے علامات میں پتوں کا پیلا پڑ جانا ایک عام علامت ہے۔ اس کے علاوہ پودوں کی نشونما بھی رک جاتی ہے۔ بعض پودوں میں نائٹروجن کی کمی نیتجے میں جیسے ٹماٹر وغیرہ کے پودوں میں تنے، پتے اور پتے کی وریدیں رنگ دار ہو جاتی ہیں۔

فاسفورس(P): فاسفورس بھی پودوں کیلئے بڑی اہمیت کا حامل ہے فاسفورس نیوکلک ایسڈ فاسفولپیڈس، خامروں کا NAD، NADP اور ATP کا اہم حصہ ہے۔ یہ فوٹو سینتھسس، تنفسی عمل اور میٹابالسم(Fat Metabolism) کا بھی اہم حصہ ہے۔

پودوں میں فاسفورس کی کمی سے پتے قبل از وقت جھڑ جاتے ہیں۔ پتوں اور پھلوں پر دھبے نمودار ہوتے ہیں۔ اس کے علاوہ پتے گہری رنگت یا اودے رنگ کے بھی ہو جاتے ہیں۔

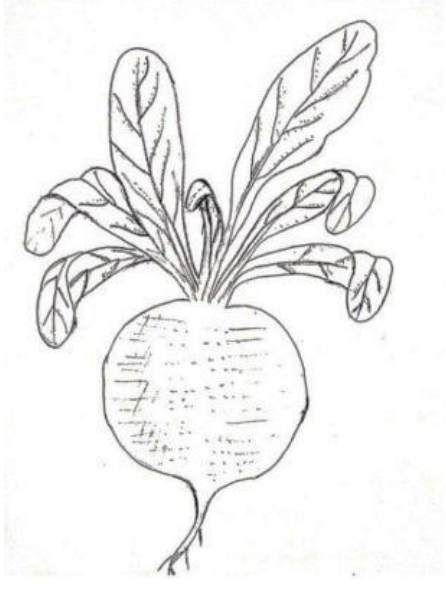
پوٹاسیم (K): پوٹاسیم کے افعال میں کاربوہائیڈریٹ میٹابالسم اور پروٹین کے بننے میں مدد کرنا شامل ہے۔ یہ عنصر آسمٹیک پوٹنشیل اور اسٹومیٹآ کے حرکات میں بھی معاون و مددگار ہے۔

پوٹاسیم کی کمی کی وجہ سے پتوں پر پیلے رنگ کے دھبے نمودار ہوتے ہیں۔ پتوں کے سرے اور کنارے مرجھا جاتے ہیں اور نیچے کی طرف مڑنے لگتے ہیں۔ پودوں کی نشو نما رک جاتی ہے۔ تنوں پر دو گانٹھوں کا درمیانی فاصلہ (Internodal distance) گھٹ جاتا ہے۔

سلفر (S): سلفر امینو ایسڈ کا جز ہے جو پروٹین بناتے ہیں۔ یہ پروٹین کی ساخت بنائے رکھتا ہے۔ اس کے ساتھ ساتھ سلفر وٹامن، بیوٹن، تھیامن اور خامرہ Coenzyme A کا بھی جز ہے۔ پودوں میں سلفر کی کمی بناء پتوں کے کنارے اندرونی طرف (Leaf roll) مڑ جاتے ہیں اور ایسے پودوں کے تنے سخت ہو جاتے ہیں۔

کیلسیم (Ca): کیلسیم خلیوں کی دیوار بناتے ہیں۔ یہ کروموزومس کی ساخت کو بھی بنائے رکھتے ہیں۔ کیلسیم میٹابالسم کے عمل میں بھی معاون و مددگار ہوتا ہے اور اس وجہ سے بہت سے خامروں کا عمل تیز تر ہو جاتا ہے۔ پودوں میں کیلسیم کی کمی پتوں کی نشو نما کو متاثر کرتی ہے۔ چنانچہ کیلسیم کی کمی کے شکار پودوں میں نئے پتے ٹھیک سے بن نہیں پاتے اور نوخیز پتوں اور تنوں کے نمو پاتے ہوئے حصے متاثر ہو جاتے ہیں۔

میگنیشیم (Mg): میگنیشیم کی ایک اہم صفت اس کا کلوروفل کا جز ہونا ہے۔ اس کے علاوہ بہت سے خامروں کے عمل میں میگنیشم مدد دیتا ہے۔ کاربوہائیڈریٹ میٹابالسم اور نیوکلک ایسڈ کے بننے میں یہ معاون ہے۔ پودوں میں میگنیشم کی کمی کیوجہ سے پتوں کے وریدوں کا درمیانی حصہ پیلا پڑ جاتا ہے۔ پتے مرجھا جاتے ہیں اور ان پر دھبے بھی آنے لگتے ہیں۔



شکل (a)3.2.3: کیلیسیم کی کمی کے اثرات مولی کی پتوں میں



شکل (b)3.2.3: مینگنیشم کی کمی کے اثرات مولی کی پتوں میں

2) خرد عناصر(Micro Nutrients)

لوہا(Fe): پودوں میں لوہا بھی کافی اہمیت کا حامل ہوتا ہے۔ یہ پاری فائرن پروٹین(Porphyrin Protein)جیسے سائٹوکرومس پر آکسی ڈینز کا ایک اہم جز ہے۔ کلوروفل کے بننے کیلئے یہ ضروری ہے ۔ قدرتی طور پر نائٹروجن کے حصول کے عمل(Nitrogen Fixation)میں اس کا اہم رول ہے۔ پودوں میں اگر لوہے کی کمی واقع ہو تو اس سے پودوں میں جلد ہی پتے پیلے پڑنے لگتے ہیں اور پتوں کے وریدوں(Veins)کا درمیانی حصہ پیلا پڑ جاتا ہے۔پتوں میں نئے پتے پہلے متاثر ہوتے ہیں اور یہ پیلے یا سفید رنگ کے ہو جاتے ہیں جب کہ ان پتوں کی وریدیں سبز رنگ ہی کی رہتی ہیں۔

تانبہ(Cu):تانبہ پودوں میں تکسیدی خامروں کاOxidizing enzymesکا جز ہے۔تاہم اس کی زیادہ مقدار پودوں کیلئے مضر ثابت ہوتی ہے۔پودوں میں تانبے کی کمی ہو تو نئے پتوں کے سرے مرجھا جاتے ہیں۔اس کی کمی سےCitrusاور دوسرے پھلوں کے درخت ڈائی بیاکDie-backنامی بیماری کا شکار ہو جاتے ہیں۔

بوران(Bo): بوران پودوں میں شکر کی منتقلی کے عمل میں معاون ہوتا ہے۔ جن پودوں میں بوران کی کمی ہوتی ہے ان پودوں میں پھولوں کی نشو نما رک جاتی ہے۔جڑوں کی بھی نشو نما متاثر ہو جاتی ہے اور تنوں کے سرے مرجھانے لگتے ہیں۔
بوران پھولوں کے ساتھ پھلوں کے بننے پر بھی اثر انداز ہوتا ہے۔اس کے علاوہ خلوی تقسیم میٹابالسم اور فوٹو سینتھسس بھی اس سے متاثر ہوتے ہیں۔

مالبڈینم(Mo): یہ نائٹروجن کے میٹابالسم میں حصہ لیتا ہے۔اس کی کمی سے پھولوں کا بننا رک جاتا ہے۔ گوبھی کے پھول میں اس کی کمی کیوجہ سے ویپ ٹیل(Whip tail)نامی بیماری پیدا ہوتی ہے۔پودوں کے نچلے پتوں میں وریدوں کے درمیان پیلا پن(Chlorosis)نمودار ہوتا ہے۔

کلورین(Cl): کلورین پتوں اور جڑوں میں خلوی کی تقسیم کیلئے ضروری ہے۔ کلورین فوٹو سینتھسس میں پانی کے فوٹولائیسس (Photolysis)اور آکسیجن کے نکلنے میں معاون ہوتا ہے۔جن پودں میں کلورین کی کمی ہوتی ہے ان پودوں میں پتوں کے سرے مرجھانے لگتے ہیں اس کے بعد پتوں میں عام پیلا پن اور مرجھانا شروع ہو جاتا ہے۔ پتے بھورے رنگ کے بھی ہو جاتے ہیں۔ جڑیں چھوٹی ہو جاتی ہیں۔

نکل(Ni): نکل پودوں میں ایک ضروری خامرے یوریس(Urease)کے کام کرنے میں مدد کرتا ہے۔ جن پودوں میں نکل کی کمی ہوتی ہے ان پودوں میں پتوں میں یوریا جمع ہونے لگتا ہے جس کی وجہ سے پتوں کے سرے مرجھانے لگتے ہیں۔

مینگنیز(Mn): فوٹو سینتھسس کے دوران آکسیجن کے نکلنے کے عمل میں مینگنیز بہت اہم ہے۔اس کے علاوہ عمل تنفس میں بھی یہ خامروں کے عمل کو تیز کرتا ہے۔مینگنیز کی کمی والے پودوں میں پتوں پر وریدوں کے درمیانی حصے پیلے اور مرجھائے ہوئے دھبے لئے ہوئے ہوتے ہیں۔



شکل(c)3.2.3:پتوں میں مینگنیز کی کمی کے اثرات

(Textbook of Plant Physiology by V. Verma)

جست(Zn)پودوں میں جست کی کمی کیوجہ سے پرانے پتے اپنے سروں اور کناروں پر پیلے پڑنے لگ جاتے ہیں۔ پھلوں جیسے سیب،اخروٹ وغیرہ کے درختوں میں ماٹل لیف (Mottle Leaf)نامی بیماری لاحق ہو جاتی ہے۔

3.2.4 لازمی عناصر کے افعال(Role of essential elements)

1۔ لازمی عناصر جیسے کاربن،ہائیڈروجن،آکسیجن،نائیٹروجن،سلفر اور فاسفورس پروٹوپلازم اور خلوی دیواروں کا مستقل جز ہیں۔

2۔ ضروری عناصر جیسے کلورین اور پوٹاسیم خلیوں میں تحلیل پاکر آسماٹک پریشر یاد باؤ(Osmotic Pressure)بنائے رکھتے ہیں جو پودوں کیلئے ناگزیر اور ضروری ہے۔

3۔ بہت سے ضروری عناصر جیسے لوہا،تانبا، جست، مالبڈنیم، میگنیشیم، مینگنیز اور کلورین وغیرہ مختلف خلوی تعاملات(Cellular activities)میں حصہ لیتے ہیں۔

4۔ چند ضروری عناصر ایسے ہیں جو دوسرے عناصر کے مضر اور نقصان دہ اثرات کو زائل کر دیتے ہیں۔ کیلسیم، میگنیشیم اور پوٹاسیم وغیرہ ان عناصر کی اچھی مثال ہیں۔

3.2.5 پودوں کا تجزیہ اور اس کی مدد سے ان کی ضروریات کا پتہ چلانا

(Determining Plants nutritional requirements)

اعلیٰ پودوں خاص طور پر ان پودوں کی کاشت کاری میں جو غذا فراہم کرنے والی فصلوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ یہ ضروری ہوتا ہے کہ زمین میں پودوں کو درکار تمام معدنی اجزاء(Nutrients) موجود رہیں اور پودوں کے لئے بروقت دستیاب بھی ہوں۔ جب تک پودوں کی غذائی ضروریات کی تکمیل نہیں ہوتی وہ بھرپور فصل دینے کے لائق نہیں رہتے۔ چونکہ سبھی زمینات میں پودوں کی غذائی ضروریات کے عناصر موجود نہیں رہتے ان کو کیمیائی طور پر کھادوں کی فراہمی سے پورا کیا جاتا ہے۔

پودوں کی غذائی ضروریات اور ان کی تکمیل کے لئے ضروری معلومات دو طریقوں سے حاصل کئے جاتے ہیں ایک تو مٹی کے تجزیہ(Soil analysis) اور دوسرے پودوں کے تجزیہ(Plant analysis) سے۔

مٹی کا تجزیہ(Soil Analysis)

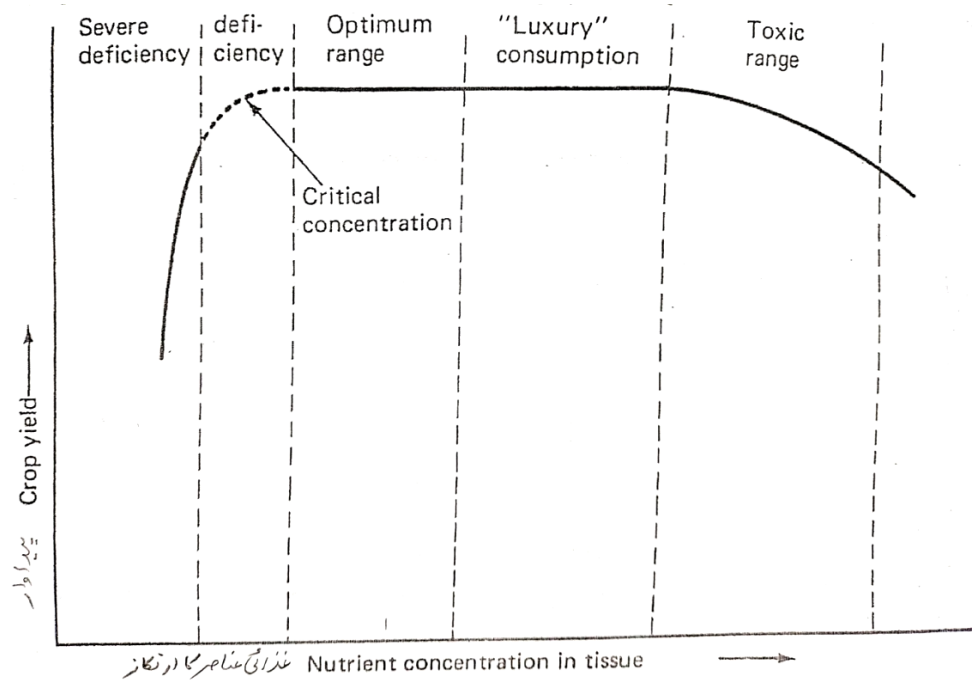
مٹی کے تجزیہ سے اس میں موجود کل معدنی غذائی عناصر اور دستیاب عناصر کے بارے میں معلومات حاصل ہوتی ہیں۔ اس سے زمین میں کس مقدار میں کھاد کی ضرورت ہے معلوم ہوتا ہے۔ تاہم پودوں کی جانب سے معدنی غذائی اجزاء کس قدر حاصل کئے جارہے ہیں اس بات کا پتہ نہیں چلتا۔ اس قسم کی معلومات پودوں کے تجزیہ(Plant analysis) سے حاصل ہوتی ہیں۔ چونکہ عام طور پر اس قسم کے تجزیہ کیلئے پودوں کے پتے استعمال کیئے جاتے ہیں اس مناسبت سے اس تجزیہ کو Leaf Analysis یا Foliar Analysis بھی کہا جاتا ہے۔

پودوں کا تجزیہ(Plant Analysis)

پودوں کا تجزیہ پودوں کی نشو نما اور کسی خاص معدنی غذائی اجزاء کے ارتکاز کے باہمی تعلق کی مدد سے کیا جاتا ہے۔ اس باہمی تعلق کو دیکھنے کیلئے پودوں کو ایسی زمین یا غذائی اجزاء کے محلول میں اگایا جاتا ہے جس مین تمام دوسرے معدنی اجزاء شامل رہتے ہیں سوائے اس ایک عنصر کے جس کے تعلق سے مطالعہ کیا جارہا ہے۔ اب اس عنصر کو آہستہ آہستہ پودوں کے مختلف گروپس کو فراہم کیا جاتا ہے۔ یہ فراہمی پودوں کی عنصر مذکورہ کی بھر پائی ہونے تک جاری رکھی جاتی ہے۔ پودوں کے مختلف گروپس کا فصل کٹنے کے بعد تجزیہ کیا جاتا ہے۔ کہ ان میں پیداوار(Yield) کیا رہی اور کیمیائی تجزیہ سے عناصر(Nutrients) کی موجودگی کا پتہ کیا جاتا ہے۔

ہر ایک فصل میں کسی بھی غذائی عنصر(Nutrient) کا ایک خاص ارتکاز ہوتا ہے۔ جو Critical concentration کہلاتا ہے۔ پودوں میں جب یہ ارتکاز کم ہوتا ہے تو پیداوار کم ہوتی ہے۔ ارتکاز کی کمی، زیادتی کے ساتھ پیداوار میں بھی کمی، زیادتی ہوتی ہے۔ Critical concentration ارتکاز کی وہ کم سے کم سطح ہے جہاں پر پودوں کی آعظم ترین نشو نما واقع ہوتی ہے۔

عناصر کے مختلف ارتکاز اور ان پر ہونیوالی پیداوار کا مشاہدہ ایک طرح سے پودوں کو درکار کھاد کی ضروریات کا اشارہ کرتی ہے۔ اس سے کم ارتکاز پر ہونے والے مضر اثرات کا بھی پتہ چلتا ہے۔



شکل 3.2.5: فصل کی پیداوار اور پودوں کے لیے غذائی عناصر کی فراہمی کا باہمی ربط

(Relationship between Crop Yield and Nutrient Concentration)

\A Schematic representation of the empirically determined relationship between crop yield and tissue concentration of nutrient (after smith, 1962)

زمین کے تجزیہ کا طریقہ اور پودوں کا تجزیہ باہم ایک دوسرے کے گویا مددگار ہیں۔ مجموعی اعتبار سے ان دو طریقوں سے حاصل شدہ مواد پودوں کے لیئے درکار غذائی عناصر کی زمین میں دستیابی اور پودوں میں ان کے ضروری ارتکاز (Critical Concentration) کا پتہ دیتا ہے۔ پودوں کے تجزیہ سے غذائی عناصر کی کمی سے ہونے والے مضر اثرات (Deficiency Symptoms) کا بھی پتہ چلتا ہے۔ جس سے پودوں میں اصلاحی اقدام (Corrective measures) کیئے جانے کی رہنمائی ہوتی ہے۔

پتوں کے ذریعے غذا کی عناصر کی فراہمی (Foliar Nutrition)

عصری کاشت کاری کے طریقوں میں پودوں کو زمین سے کھاد پہونچانے کے علاوہ بالائے زمین پتوں کے ذریعے غذائی عناصر (Nutrients) محلول کی شکل میں اور چھڑکاؤ کے ذریعہ فراہم کیئے جارہے ہیں۔ اسکو Foliar nutrition کہا جاتا ہے۔ اس طرح کیڑ مار دوائیں اور مانع امراض دوائیں تو عرصہ دراز سے فراہم کی جاتی رہی ہیں۔ پودوں کی نشونما میں مددگار مادے (Growth regulators) اور غیر ضروری پودوں کے خاتمہ کیلیئے دوائیں (Herbicides) بھی اسی طریقہ سے دیجاتی ہیں۔

اس طرح کا غذائی عناصر کا فراہم کرنا ان فصلوں میں قابل عمل ہے جہاں چھڑکاؤ کے ذریعے غذائی عناصر کا دیا جانا مضر ثابت نہیں ہوتا۔ جن پودوں میں اس طرح کا عمل کیا جاسکتا ہے وہ عام طور پر موٹے، دبیز پتوں والے ہوتے ہیں جن میں Waxy Cuticle Layer مومی پرت پائی جاتی ہے۔ اس طرح کی فراہمی ان حالات میں بھی کام آتی ہے۔ جہاں زمین سے کھادوں کی فراہمی کا روایتی طریقہ کسی وجہ سے مشکل ہورہا ہے۔

Foliar application سے پودوں کے لئے درکار غذائی عناصر ان کی نشو نما کے اہم مراحل میں بہ آسانی فراہم کیئے جا سکتے ہیں جب کہ موسمی حالات کیوجہ سے جیسے خشک حالات میں ان عناصر کی زمین سے فراہمی ایک مشکل امر ہوتی ہے۔

اس طرح کی فراہمی اس وقت بھی اہمیت کی حامل ہے جب کھاد کی زمین میں فراہمی اور غذائی عناصر کے پودوں میں انجذاب کے درمیان بہت زیادہ وقت ہوتا ہے۔ان صورتوں میں غذائی عناصر کی جلد یا تیز تر فراہمی کیلئے یہ طریقہ سود مند ہوتا ہے۔

مذکورہ طریقہ میں یہ ضروری ہوتا ہے کہ پودے بھی غذائی عناصر کو جذب کرنے کے قابل ہوں۔عناصر (Nutrients) اوپری سطح Cuticle layer سے ہوتے ہوئے Epidermal cells اور پھر اندر کی طرف منتقل ہونے چاہیں بعض پودوں میں غذائی عناصر کا انجذاب (Wax Bodies) مومی اجسام کی وجہ سے ہونے نہیں پاتا۔ان صورتوں میں چھڑکاؤ کیئے جانے والے محلول میں صفائی کرنے والے مادے (Detergents) شامل کئے جاتے ہیں جو اس طرح کی مزاحمت کو دور کر سکتے ہیں۔

Cuticle سے غذائی عناصر کا انجذاب اور پھر Epidermal cells سے ان کا گزرنا دھاگہ نما خوردبینی ساختوں (Ectodesmata) کے ذریعہ ہوتا ہے۔ان ساختوں کو الیکٹرون مائیکرو اسکوپ سے دیکھا جا سکتا ہے۔معدنی رواں (Ion) جو پانی میں حل ہو جاتے ہیں۔Epidermal cells میں اسی طرح داخل ہوتے ہیں۔جیسے یہ جڑوں میں ہوتا ہے۔

تاہم پتوں سے غذائی عناصر کا لیا جانا leaching کے ذریعے ایک حد تک ضائع بھی ہو سکتا ہے۔کھیتوں میں پیش آنے والے موسمی حالات جیسے بارش، برف باری، شبنم اور کہر وغیرہ سے اس طرح کا نقصان ممکن ہے۔اس طرح کے نقصانات بعض حالات کے تحت 24 گھنٹوں میں 25% تک درج کئے گئے ہیں۔نامیاتی مادے بارش سے دھل کر ضائع ہو جاتے ہیں۔اس طرح کے مادے پتوں وغیرہ سے دھل کر زمین پر آجاتے ہیں تو پودے ان کو جذب بھی کر لیتے ہیں۔پرانے پتوں میں نئے پتوں کے مقابلے میں اس طرح کا نقصان زیادہ ہوتا ہے۔

3.2.7 پودوں میں غیر خود مکتفی تغذیہ (Heterotrophic Nutrition in Higher Plants)

اعلیٰ پودے اپنی غذا خود تیار (Autotrophic) کر سکتے ہیں۔تاہم پودوں میں بھی ایسے خلیے ہوتے ہیں جن میں کلوروفل نہیں ہوتا۔جیسے جڑوں میں کلوروفل نہیں ہوتا اور یہ خود سے اپنی غذا تیار نہیں کر سکتے یہ (Heterotrophic) غیر خود مکتفی ہیں۔جڑیں شوگرس کی فراہمی کیلئے تنوں پر منحصر ہوتی ہیں۔اسی طرح جنین (Embryo) کی جڑیں اور تنے جو نمو پائے ہوئے بیجوں سے نکلتے ہیں غیر خود مکتفی (Heterotrophic) ہوتے ہیں۔نوخیز پودوں (Seedlings) کیلئے بیج پتیوں (Cotyledon) میں محفوظ مادے غذا فراہم کرتے ہیں۔اس طرح بیج پتیے نمو پاتے ہوئے پودوں کو اجو اچھی اپنی غذا آپ تیار کرنے کے قابل نہیں ہوتے غذائی مادے فراہم کرتے ہیں۔تاہم بعض ایسے بھی بیج ہوتے ہیں جو جسامت میں بالکل کم ہوتے ہیں اور ان میں کوئی محفوظ غذا نہیں ہوتی اور ان کو نمو پانے کیلئے درکار شوگر کسی بیرونی ذریعہ سے فراہم کرنا پڑتا ہے۔ان کی مثال آرکڈ (Orchid seeds) ہیں۔

غیر خود مکتفی خلیے خود پتوں میں بھی ہوتے ہیں۔دھاری دار پتوں میں بعض حصوں میں کلوروفل نہیں ہوتا۔ان حصوں میں جہاں کلوروفل نہیں ہوتا وہ اپنی غذا خود تیار نہیں کر سکتے اور غذا کیلئے دوسرے حصوں پر منحصر ہوتے ہیں۔

بعض بیج ایسے بھی ہوتے ہیں جن سے بے رنگ پودے(Albino seedlings)نمو پاتے ہیں جن میں کلوروفل بالکل نہیں ہوتا۔ایسے پودے(Endosperm)اور بیج پتیوں سے محفوظ غذا کی فراہمی ختم ہو جانے کے بعد مر جاتے ہیں۔تاہم ان پودوں میں دورِ حیات کی تکمیل ہوسکتی ہے ۔ جس کیلئے بیرونی ذریعہ سے غذائی عناصر فراہم کیئے جاتے ہیں۔ اسطرح یہ پودے غیر خود مکتفی تغذیہ(Heterotrophic nutrition)کے ذریعے زندہ رہتے ہیں۔

بہت سے اعلیٰ پودے غیر خود مکتفی تغذیہ کے سہارے زندہ رہتے ہیں۔ان میں سے بعض میں کلوروفل نہیں ہوتا۔ بعض میں کلوروفل ہوتا ہے لیکن ان میں غذا کی تیاری ناکافی ہوتی ہے۔ ایسے اعلیٰ پودے جو کسی بیرونی ذریعہ سے اپنی غذا حاصل کرتے ہیں۔ طفیلی(Parasite)یا(Saprophyte)کہلائے جاتے ہیں۔

طفیلی(Parasite) پودا وہ ہے جو اپنی غذا دوسرے پودوں سے حاصل کرتا ہے۔اس کی ایک صورت تو یہ ہے کہ اعلیٰ پودا دوسرے اعلیٰ پودے پر بسیرا کرتا ہے اور ایک دوسرے پودے کے غذائی مادے استعمال کرتا ہے۔یہ غذائی مادے مخصوص ساختوں کے ذریعے جنہیں Suckers کہا جاتا ہے میزبان پودے(Host Plant)سے طفیلی پودے(Parasite)میں منتقل ہوتے ہیں۔ان کی مثالوں میں Cuscuta،Figworts وغیرہ شامل ہیں۔

اعلیٰ پودوں میں پایا جانے والا طفیلی نظام سب سے زیادہ فنجی(Fungi)کے ساتھ ہم باشی(Symbiosis) ہے۔ ہم باشی(Symbiosis)سے مراد دو جانداروں کی آپسی شراکت ہے جس میں ایک جاندار دوسرے جاندار کو فائدہ پہونچاتا ہے۔اس کی ایک اچھی مثال(Mycorrhiza)ہیں اس میں اعلیٰ پودوں کی جڑوں اور چند فنجی کی اقسام کے درمیان شراکت ہوتی ہے۔ فنجی کے دھاگے نما ساختیں جڑوں کے اطراف ہوتی ہیں اور جڑوں میں پیوست ہو جاتی ہیں۔

Mycorrhizal fungi جنگلاتی درختوں اور غذائی فصلوں میں ہوتے ہیں۔ایسی زمینیں جن میں غذائی معدنیات کی کمی ہوتی ہے۔ان میں فنجی کے ذریعے پودے معدنیات کو جذب کر سکتے ہیں۔ بعض ایسے معدنی عناصر ہیں جن کو جڑیں حاصل کرنے سے قاصر رہتی ہیں۔ لیکن ان کو فنجی حاصل کرنے کے قابل ہوتے ہیں اور بعد میں یہ جڑوں کے ذریعے پودوں میں پہونچائے جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر بہت کم pH کے سطح پر یعنی ترشی حالت میں جڑیں فاسفورس کو بہ آسانی زمین سے جذب نہیں کر سکتیں تاہم فنجی ان کو حاصل کر سکتے ہیں۔اس طرح سے اعلیٰ پودے بھی غیر خود مکتفی تغذیہ کے طریقہ سے غذائی مادے حاصل کر سکتے ہیں۔ جس میں طفیلی جاندار(Parasitic Organism)مدد دیتے ہیں۔

Mycorrhizae پودوں کے تغذیہ اور ان کی غذائی ضرورتوں کو پورا کرنے میں ایک اہم رول ادا کر سکتے ہیں جن سے کھادوں کی بڑھتی ہوئی قیمت کے مسئلے سے بھی نپٹا جاسکتا ہے۔Mycorrhizal fungi کے ذریعے جنگلاتی درختوں اور فصلی پودوں(Crop plants)میں زمین سے معدنی غذاؤں کے حصول یا انجذاب میں بہتری لائی جاسکتی ہے۔

3.2.8 مائیکرونیوٹرنیٹ کے مضر اثرات(Harmful effects of excessive micro nutrients)

مائیکرونیوٹرنیٹ جہاں پودوں کے نارمل نشونما کیلئے ضروری ہیں وہیں یہ بات بھی مسلمہ ہے کہ ان کی ضرورت صرف قلیل مقدار ہی میں ہوتی ہے ان کی زیادتی پودوں کیلئے نقصان دہ ہوتی ہے۔ان کی درکار مقدار مختلف مائیکرونیوٹرنیٹ اور مختلف پودوں کیلئے یکساں نہیں ہوتی۔مثال کے طور پر کاپر، بوران اور زنگ کا ارتکاز علی الترتیب20,75 and 200 mg g^{-1} dry wt ہے۔اس ارتکاز کو اگر ایک حد(Critical toxic level) سے بڑھایا جائے تو پودوں پر مضر اثر پڑتا ہے۔عناصر کی درکار مقدار پودوں کے لحاظ سے بھی بدلتی ہے۔ مثال کے طور پر مینگنیز کی درکار مقدار مکئی میں200mg g^{-1} dry wt ہے تو یہی عنصر کی درکار مقدار سویابین میں 600 mg g^{-1} dwt ہے اور سورج مکھی میں5300 mg g^{-1} dwt ہے۔

مائکرونیوٹرنیٹ کی زیادتی کے مضر اثرات کو پہچاننا بعض اوقات مشکل ہو جاتا ہے کیونکہ یہ ہوتا ہے کہ ایک مائیکرونیوٹرنیٹ کی زیادتی دوسرے مائیکرونیوٹرنیٹ کی دستیابی کو کم کرنے کا سبب ہوتی ہیں۔مینگنیز کی زیادتی سے پتوں پر بھورے رنگ کے دھبے نمودار ہوتے ہیں لیکن اس کے ساتھ یہ دوسرے عناصر جیسے Fe،mgاورCa کی دستیابی کو کم کر دیتی ہے اور ان سے ہونے والے اثرات کو بھی ظاہر کرنے کا سبب بن جاتی ہے۔اس طرح مضر اثرات کی شناخت ایک مشکل کام بن جاتا ہے۔عام طور پر مائیکرونیوٹرنیٹ کی زیادتی کا مضر اثر جڑوں کی نشونما پر ہوتا ہے اور نشونما رک جاتی ہے۔

3.3 اکتسابی نتائج(Learning Outcomes)

پودوں کی راکھ(Ash) کا تجزیہ کرنے سے پتہ چلتا ہے کہ اس میں کوئی ساٹھ سے زیادہ عناصر ہوتے ہیں۔ان میں سے چند پودوں کی نشونما کیلئے لازمی ہوتے ہیں اور بقیہ دوسرے عناصر کم اہم ہوتے ہیں۔اول الذکر عناصر کو لازمی عناصر(Essential elements) اور دوسروں کو (Non-essential elements) کہا جاتا ہے۔ لازمی عناصر کو بھی ان کی درکار مقدار کے لحاظ سے میاکرو ایلمنٹ(Macro element) اور مائیکروایلمنٹ(Micro elements) میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ان میں سے ہر ایک کی اہمیت مسلمہ ہے۔نائیٹروجن کی ان میں کلیدی اہمیت ہے جو بہت سے اہم مادوں کا جز ہے۔اسی طرح فاسفورس(P) اور پوٹاسیم(K) بھی بہت اہم ہیں۔کیلسیم خلوی دیوار کا حصہ ہیں تو میگنیشم کلوروفل کا جز ہے۔اسی طرح لازمی عناصر کی اپنی اپنی اہمیت ہے۔ان کی کمی سے پودوں کی نشوونما رک جاتی ہے اور ان میں مختلف علامتیں ظاہر ہوتی ہیں جو ان عناصر کی کمی کی غماز ہوتی ہیں۔

3.4 کلیدی الفاظ(Keywords)

منرل نیوٹرین(Mineral nutrition)، لازمی عناصر(Essential elements)، میاکروایلمنٹ(Macro elements)، معدنی تغذیہ(Micro elements)، عناصر کے افعال، عناصر کی کمی کی علامات (Deficiency symptoms)، پودوں کا تجزیہ، مٹی کا تجزیہ، Foliar nutrition۔

3.5 نمونہ امتحانی سوالات(Model Examination Questions)

3.5.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات(Objective Answer Types Questions)

1۔ ایسے مقویات جو مٹی میں زیادہ مقدار میں پائے جاتے ہیں۔ان کو کہتے ہیں۔

(a)۔خرد مقویات (b)۔کلاں مقویات

(c)۔معدنی مقویات (d)۔ان میں سے کوئی بھی نہیں

2۔ لازمی عناصر کن کو کہتے ہیں۔

(a)۔کلاں عناصر (b)۔ خرد عناصر

(c)۔خامروں (d)۔کوئی بھی نہیں

3۔ پودوں میں سلفر کی کمی کی علامات ہے۔

(a)۔پتوں کے کنارے اندرونی جانب مڑ جاتے ہیں (b)۔پتوں کے اوپر دھبے نمودار ہوتے ہیں

(c)۔پتے کے کنارے اندرونی جانب مڑ جاتے ہیں (d)۔کوئی بھی نہیں۔

4۔ پودوں میں جست(Zn) کی کمی سے۔۔۔۔۔۔۔۔ بیماری لاحق ہوتی ہے۔

5۔ ایسے پودے جو سڑے گلے اور مردہ اشیاء پر اُگتے ہیں۔۔۔۔ کہلاتے ہیں۔

6- ۔۔۔۔۔۔کے ذرائع جنگلاتی درختوں اور فعلی پودوں میں زمین سے معدنی غذاؤں کے حصول یا انجذاب میں بہتری لائی جاسکتی ہے۔

7- کونسے عنصر کی کمی کی وجہ سے Die-back نامی بیماری ہوتی ہے۔

8- مینگنیز کی کمی والے پودوں میں پتوں پر وریدوں کے درمیان حصے۔۔۔۔اور۔۔۔ نظر آتے ہیں۔

9۔ طفیلی سے کیا مراد ہے۔ایک مثال دیجئے؟

10- ہم باشی(Symbiosis) سے کیا مراد ہے۔

3.5.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات(Short Answer Type Questions)

1۔ پودوں کیلئے لازمی عناصر کتنے ہیں لکھیں۔ان کی قسمیں اور عام افعال کو بیان کریں۔

2۔ Heterotrophic nutrition سے کیا مراد ہے۔ تفصیلی نوٹ لکھیں۔

3۔ پودوں میں Micro nutrients کے مضر اثرات کے بارے میں لکھیں۔

4۔ زمین کے تجزیہ اور پودوں کے تجزیہ کے بارے میں لکھیں۔

5۔ کسی معدنی عنصر کے لازمی ہونے کا پتہ کس طرح لگایا جاسکتا ہے۔

3.5.3 طویل جوابات کے حامل سوالات(Long Answer Type Questions)

1۔ منرل نیوٹریشن سے کیا مراد ہے۔

2۔ کسی عنصر کے لازمی ہونے کا پتہ تجربہ سے کس طرح کرینگے۔

3۔ لوہا(Fe)اور جست(Zinc)کی کمی کے اثرات پودوں میں کس طرح ظاہر ہوتے ہیں۔

4۔ پودوں میں مینگنیشم(Mg)اور پوٹاسیم(K)کی اہمیت بتایئے۔

Key: 1. B 2.d 3.b 4. Little leaf بیماری

5. Saprophytes (سپروفائٹس) 6. Mycorrhiza (مائیکورائزا) 7.Copper

8-زرد (Yellow) اور ہلکے سبز (Chlorotic) نظر آتے ہیں8-

9۔ طفیلی(Parasite) :وہ پودا جو دوسرے زندہ پودے سے غذا حاصل کرتا ہے۔

مثال Cuscuta (Amarbel)

10۔ہم باشی(Symbiosis) :دو جانداروں کے درمیان ایسا تعلق جس میں دونوں کو فائدہ ہو۔

مثال Rhizobium :اور Legume plants

اکائی 4: روانوں کی خلوی جھلیوں کے پار منتقلی

(Transport of Ions across cell Membrane)

اکائی کے اجزاء

4.0	تمہید
4.1	مقاصد
4.2	ایان ایکسچینج
4.2.1	معدنی نمک کے انجذاب کے طریقے
4.2.2	واسطہ کا نظریہ
4.2.3	جھلیوں کے پار مادوں کے منتقلی
4.2.4	برداریں/کیاریرس
4.2.5	پمپس
4.2.6	ثانوی منتقلی
4.2.7	معدنی نمکیات کے انجذاب کو متاثر کرنے والے عوامل
4.3	اکتسابی نتائج
4.4	کلیدی الفاظ
4.5	نمونہ امتحانی سوالات
4.5.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
4.5.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
4.5.3	طویل جوابات کے حامل سوالات

4.0 تمہید(Introduction)

پہلے یہ سمجھا جاتا تھا کہ زمین سے پانی کے انجذاب کے ساتھ ساتھ پودے معدنی نمک بھی جذب کرتے ہیں۔تاہم بعد کی تحقیقات سے یہ بات عیاں ہوئی کہ یہ دونوں عمل یعنی زمین سے پانی کا انجذاب اور معدنی نمک کا حصول دو الگ الگ عمل ہیں۔ معدنی نمک دراصل زمینی محلول سے روانوں(Ions) کی شکل میں جذب کیئے جاتے ہیں اور جڑوں کے نو مقسمی حصوں(Meristematic regions) سے جو ان کے سروں کے قریب واقع ہوتے ہیں یہ عمل انجام پاتا ہے۔تاہم بعض معدنی نمک ان حصوں کے علاوہ جڑوں کے دوسرے حصوں جیسے Root hairs یا پھر جڑ کی ساری سطح سے جذب کیئے جاتے ہیں جو ان نمکیات کی دستیابی پر بھی منحصر ہوتا ہے۔

جڑوں کے خلیوں کے پلازما ممبرین(Plasma membrane) سبھی ایانس کے لیے نفوذ پذیر نہیں ہوتے بلکہ یہ بعضوں کیلیئے رسائی دیتے ہیں تو دسروں کے لیئے نا قابل گزر ہوتے ہیں۔ یہ بھی ہوتا ہے کہ ایک ہی نمک کے سارے ایان ان سے یکساں طور پر گزر نہیں پاتے بلکہ ان میں بھی ایک غیر مساوی انجذاب ہوتا ہے۔

معدنی نمکوں کے جذب ہونے میں پہلا مرحلہ ایان ا کسچینج (Ion-exchange) ہے جس کے لئے کسی میٹا بالک توانائی کی ضرورت نہیں ہوتی۔

4.1 مقاصد(Objectives)

اس باب میں ذیل کے امور کا مطالعہ مقصود ہے۔

- ☆ خلوی جھلیوں کے پار سے روانوں (ایانس) کا گزرنا
- ☆ روانوں کے گزرنے کی وضاحت کرنے والے نظریات
- ☆ معدنی نمک کے انجذاب کے طریقے
- ☆ معدنی نمک کا خلوی جھیلوں سے گزرنا
- ☆ ایانس چیانلس
- ☆ بردار کے ذریعے منتقلی کا نظام
- ☆ پمپس اور اس کی قسمیں
- ☆ سکنڈری ٹرانسپورٹ
- ☆ معدنی نمک کے انجذاب پر عوامل کا اثر

یہ مطالعہ طالب علموں کو ان موضوعات کی درکار معلومات فراہم کریگا۔

4.2 ایان ا کسچینج(Ion Exchange)

جڑوں کے خلیوں میں جذب ہونے والے روان کا بیرونی محلول کے اسی طرح روان سے تبادلہ ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر مثبت بردار Cation K^+ کا تبادلہ بیرونی محلول سے جڑوں کے خلیوں کے H^+ سے ہو سکتا ہے۔

ایان ایکسچینج کے متعلق دو نظریات (Theories) ہیں جو درج ذیل ہیں۔

1۔ Contract Exchange theory:

اس تھیوری کی رو سے جڑوں کی سطح پر جذب ہونے والے ایان اور چکنی مٹی (Clay particles) کے ذرات باہم یکجا نہیں ہوتے بلکہ چھوٹی سی خالی جگہ (Space) میں حرکت پذیر رہتے ہیں۔ اگر جڑیں اور مٹی کے ذرات ایک دوسرے سے بہت قریب ہو جائیں تو جڑوں پر جذب کئے گئے ایانس مٹی کے ذرات کی حرکت پر غالب آجاتے ہیں اور مٹی کے ذرات پر جذب شدہ ایان کا جڑوں کی سطح پر جذب شدہ ایان سے تبادلہ عمل میں آتا ہے۔ یہ تبادلہ زمینی محلول میں حل ہوئے بغیر راست طور پر انجام پاتا ہے۔

2۔ کاربونک ایسڈ ایکسچینج تھیوری (Carbonic Acid Exchange Theory)

اس تھیوری کے بموجب ریسپریشن کے دوران خارج ہونے والی کاربن ڈائی آکسائیڈ پانی سے مل کر کاربونک ایسڈ (H_2Co_3) بناتی ہے۔ پھر کاربونک ایسڈ H^+ اور HCO^{3-} میں تقسیم ہو جاتی ہے۔ اب H^+ کے ایان کا مٹی کے ذرات پر لگے ہوئے کٹیان (Cation) سے تبادلہ عمل میں آتا ہے۔ اس طرح کے زمینی محلول میں آزاد ہونیوالے کیٹیان کا جڑوں کے خلیوں میں H^+ ایانس کے بدلے میں انجذاب عمل میں آتا ہے۔ اس طرح اول الذکر تھیوری کے برخلاف یہاں زمینی محلول کا اہم کردار ہوتا ہے۔

4.2.1 معدنی نمک کے مزید انجذاب کے دو طریقے ہیں:

1۔ Passive Absorption of Mineral Salts:

جب زمینی محلول (Soil Solution) میں معدنی نمکوں کا ارتکاز خلیوں کے رس کی بہ نسبت زیادہ ہوتا ہے تو معدنی نمک ارتکاز کی سمت میں Diffusion کے سادہ عمل سے خلیوں میں جذب ہو جاتے ہیں۔ اس طرح کے انجذاب کو Passive absorption کہا جاتا ہے کیونکہ اس عمل کیلئے کوئی میٹابالک توانائی درکار نہیں ہوتی۔ اس طریقہ میں معدنی نمک خلیوں کی جھلیوں سے لیپڈس کی پرت (Lipid bilayer) سے راست طور پر گزر جاتے ہیں۔ یہ مخصوص ایان والے چیانلس (Ion Selective Protein Channels) یا جھلیوں کے درمیان پروٹین کیاریر (Protein Carrier) کے ذریعے منتقل ہوتے ہیں۔ ایانس کی جھلیوں کے پار اس طرح کی منتقلی جو کیاریر (Carrier) یا چیانل (Channel) کی وساطت سے ہوتی ہے۔ Facilitated diffusion بھی کہلاتی ہے۔

2۔ Active Absorption of Mineral Salts:

پودوں میں دیکھا گیا ہے کہ خلیوں کا رس ارتکاز کے بہاؤ کی مخالف سمت معدنی نمک کی وافر مقدار اپنے اندر کر لیتا ہے۔ اس کی ایک مثال آلجی نائیٹیلا (Nitella) ہے جس کے خلوی رس میں K^+ اور فاسفیٹ ایان اس قدر جمع ہو جاتے ہیں کہ ان کا ارتکاز سینکڑوں بلکہ ہزاروں گنا اس ارتکاز سے بڑھ جاتا ہے جو کہ اس تالاب (Pond water) کے پانی کا تھا جس میں یہ پودا لگا ہوا تھا۔

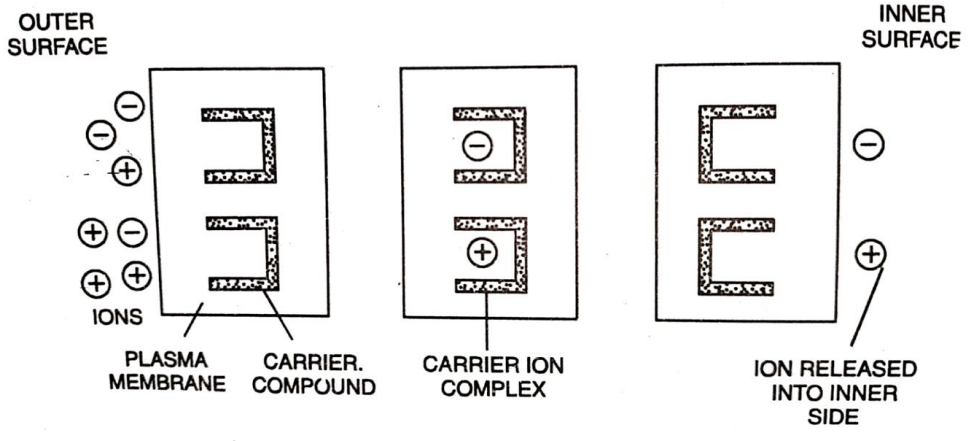
خلوی رس میں ایان کا اس طرح جمع ہو جانا نفوذ (Diffusion) کے سادہ سے عمل سے سمجھا یا نہیں جا سکتا۔ یہ کسی توانائی کے بغیر عمل میں نہیں آ سکتا۔ اس کیلئے میٹا بالک توانائی کی ضرورت ہوتی ہے اور یہ ایک Active Process ہے۔ اس بات کے ثبوت کے لئے درج ذیل دلائل پیش کیئے جاتے ہیں۔

i۔ بعض عوامل جیسے کم درجہ حرارت، آکسیجن کی کمی، مانع میٹا بالزم مادے وغیرہ جو پودوں میں میٹا بالزم کو گھٹانے کا باعث ہوتے ہیں ایانس کے جمع ہونے کو بھی گھٹا دیتے ہیں۔

ii۔ پودوں میں جب انہیں پانی سے نمک کے محلول میں منتقل کیا جاتا ہے۔ تو ان میں ریسپریشن کی شرح بڑھ جاتی ہے۔

4.2.2 The Carrier Concept

اس تھیوری کے بموجب خلیوں کے پلازما ممبرین آزاد ایانس (Free ions) کے لیئے ناقابل نفوذ پذیر ہوتے ہیں۔ اب ان کے گزرنے کیلئے چند مرکبات ایک ذریعہ یا واسط کا کام کرتے ہیں ان کو کیاریرس (Carriers) کہا جا سکتا ہے۔ یہ مرکبات ایانس سے مل کر کیاریر ایان کا مپلکس بناتے ہیں جو جھلیوں کے پار سے گزر سکتا ہے۔ جھلیوں کے اندرونی جانب پہونچنے کے بعد یہ کامپلکس ایانس کو آزاد کر دیتے ہیں۔ یہ کیاریرس پھر سے باہر آجاتے ہیں اور دوسرے ایانس کو لیکر یہ عمل دہراتے ہیں۔ اس طرح کیاریرس کے ذریعے ایانس خلیوں کے اندر پہونچ جاتے ہیں۔



شکل.4.2.2. کیاریرس کے ذریعے ایان کی منتقلی

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

4.2.3 Transport of Solute Across Membranes in Plants

معدنی نمک جیسا کہ بیان کیا جا چکا ہے ایانس کی شکل میں پودوں میں جذب ہوتے یں۔ تاہم بعض مادے جیسے شکر جھلیوں کے پار منتقل ہوتے ہیں تو ان میں کسی قسم کا چارج نہیں ہوتا۔

اس قسم کے سالیوٹ (Solutes) جن میں کوئی چارج نہیں ہوتا خلوی جھلیوں سے ارتکاز کے بہاؤ کی سمت منتقل ہو جاتے ہیں۔ لیکن چارج رکھنے والے سالیوٹ یا ایانس (Electrolytes) کی منتقلی میں ان کی کیمیائی نوعیت اور برقی چارج کا دخل رہتا ہے۔ بالفاظ دیگر ان ایانس کی خلوی جھلیوں کے پار منتقلی برقی کیمیائی صلاحیت (Electro chemical potential gradient) پر منحصر ہوتی ہے۔

ہر دو صورتوں میں سالیوٹس(Solutes)کا خلوی جھلیوں کے پار منتقلی کا عمل اگر صرف کیمیائی صلاحیت(Chemical Potential gradient)یا برقی کیمیائی صلاحیت(Electro Chemical Potential Gradient)کے تابع ہوتا ہو تو اسے(Passive Transport)کہا جائیگا۔اس کے بر خلاف اگر سالیوٹس کی منتقلی کیمیائی صلاحیت یا برقی کیمیائی صلاحیت کے رجحان کی مخالف سمت میں ہو رہی ہو تو سے Active transport کہا جائیگا اور اس عمل میں توانائی بھی درکار ہوتی ہے۔

سالیوٹ کا خلوی دیوار سے سائی ٹو سال(Cytosol)میں آنا Influx کہلاتا ہے جب کہ اسکا سائی ٹو سال(خلیہ مائع)سے باہر نکلنا Efflux کہلاتا ہے۔

حالیہ عرصہ میں خلوی جھلیوں کی نفوذ پذیری پر بہت کام ہوا ہے اس ضمن میں خاص طور پر پلازما ممبرین(Pleasure Membrane)ہے اور دوسرے جھلیوں کے درمیان منتقلی میں مدد دینے والے (Transmembrane transportation)کی دریافت ہوئی ہے جو جھلیوں کے پار سالیوٹس کی منتقلی میں مدد دیتے ہیں۔اس طرح کے ٹرانسپورٹرس یا ٹرانسپورٹر پروٹین اپنی نوعیت میں خاص ہوتے ہیں اور پیچیدہ نوعیت کے ہوتے ہیں۔ان کو تین گروہوں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔

i۔ ایان چیانلس(Ion-Channels)

ii۔ کیاریرس(Carriers)

iii۔ پمس(Pumps)

i۔ Ion-Channels ایان چیانلس:

☆ ایان چیانلس ایسے ٹرانس ممبرین پروٹین(Transmembrane Protein)ہیں جو بطور مسامات(Selective Pores)کے کام کرتے ہیں جن کے ذریعے ایانس خلوی جھلیوں کے پار گزر(Diffuse)جاتے ہیں۔

☆ ایان چیانلس خاص نوعیت کے ہوتے ہیں جو صرف ایک یا محدود ایانس کے لیئے ہوتے ہیں۔یہ تخصیص مسامات کے سائیز اور برقی چارج کی نوعیت کے لحاظ سے ہوتی ہے۔

☆ ایانس کی منتقلی ان چیانلس کے ذریعہ ہمیشہ(Passive)ہوتی ہے۔

☆ یہ چیانلس ہر وقت کیلئے نہیں رہتے بلکہ ان کو گیٹ(Gate)لگے ہوتے ہیں یہ گیٹ کھلتے اور بند ہوتے رہتے ہیں جس کا انحصار برقی چارج، روشنی، ہارمونس اور خود ایانس پر ہوتا ہے۔جب یہ گیٹ کھلے رہتے ہیں تو ان کا اندر داخلہ بھی بند ہو جاتا ہے۔ان چیانلس کے پروٹین میں ایک حساس علاقہ(Sensing region)یا(Sensor)ہوتا ہے جو مذکورہ بالا عوامل کو پہچانتا اور اس کے مطابق کام کرتا ہے۔

☆ کیونکہ ایانس برقی چارج کے حامل ہوتے ہیں اور متحرک بھی ہوتے ہیں۔ان کی منتقلی کے عمل میں بھی ایک برقی رو ہوتی ہے جسے Patch clamp electrophysiology تکنیک سے معلوم کیا جاسکتا ہے۔

☆ پیاچ کلامپ ٹکنالوجی کی مدد سے یہ پتہ چلا ہے کہ کسی ایان کیلئے جھلی میں کئی چیانلس ہوتے ہیں جو مختلف برقی چارج پر کھلنے کی صلاحیت رکھتے ہیں یا پھر مختلف دوسری ترغیبات(Stimuli)جیسے خود ایانس ارتکاز، pH یا پھر پروٹین اور اینزائمس پر منحصر ہوتے ہیں۔

☆ ایانس ایک کھلے ہوئے چیانل سے تیزی سے (10^8 S^{-1}) گزر سکتے ہیں۔

☆ ایسے چیانلس جو ایناس کی اندرونی جانب منتقلی میں مدد دیتے ہیں (Inward Channels) کہلاتے ہیں اور وہ چیانلس جو باہر کی جانب یعنی سائی ٹوسال (Cytosol) سے باہر کی جانب منتقلی کے ذمہ دار ہیں Outward Channel کہلاتے ہیں۔

☆ Ca^{2+} چیانلس (Inward Rectifying Channels) ہوتے ہیں جب کہ Anion Channels ہمیشہ (Outward Channels) ہوتے ہیں۔

☆ K^+ ایک استثنائی حیثیت رکھتا ہے۔ یہ جھلی کے اندر بھی جا سکتا ہے اور باہر بھی آ سکتا ہے۔

☆ خلیے بہت سے چیانلس خود سے بنا سکتے ہیں (Inducible) جس کا انحصار سالیوٹس کی دستیابی پر ہے۔

4.2.4 کیاریرس (Carriers)

اس طرح کے ٹرانسپورٹر پروٹین جھلیوں میں مسامات (Pores) نہیں بناتے بلکہ وہ منتخب سالیوٹس کو اپنے آپ پر مخصوص جگہوں (Specific sites) پر باندھ لیتے ہیں۔ اس سے ان کی ہیت میں ایک طرح کی تبدیلی بھی آتی ہے جس سے وہ سالیوٹ کو خلوی جھلی کے پار گزارنے کا کام کرتے ہیں۔ جب اس سے سالیوٹ آزاد ہو کر دوسری طرف منتقل ہو جاتا ہے تو یہ کیاریر اپنی اصلی ہیت میں لوٹ آتے ہیں اور پھر سے کسی دوسرے ایان کو خود پر لاد کر منتقل کرتے ہیں۔

☆ کیاریرس کے ذریعے اس طرح کی منتقلی کے ذریعے نسبتاً بہت زیادہ سالیوٹس خلیوں میں آپاتے ہیں لیکن یہ چیانلس کی منتقلی کے مقابلہ میں سست رفتار ($About\ 10^4\text{-}10^{5S1}$) ہوتی ہے۔

☆ کیاریرس کے ذریعہ ہونے والی منتقل دو طرح کی ہوتی ہے۔

i۔ Passive transport

ii۔ Active transport

Passive transport: سالیوٹس کی منتقلی کا عمل الیکٹرو کیمیکل صلاحیت (Electrochemical Potential gradient) کے تابع ہوتا ہے جس میں کوئی توانائی درکار نہیں ہوتی۔ اس کو (Facilitated diffusion) بھی کہا جاتا ہے۔

Active Transport: اس میں سالیوٹس کی منتقلی کا عمل الیکٹرو کیمیکل صلاحیت یا رجحان (Electrochemical Potential gradient) کے خلاف ہوتا ہے۔ اور اس عمل کے لیئے توانائی کی ضرورت ہوتی ہے جو ATP کے ہائیڈرولائسس (Hydrolysis) سے حاصل ہوتی ہے۔ ان صورتوں میں کیاریر پروٹین کو پمپس (Pumps) کا نام دیا جاتا ہے۔ اور سالیوٹس کی منتقلی کو پرائمری اکٹیو ٹرانسپورٹ (Primary active transport) کہا جاتا ہے۔

4.2.5 پمپس (Pumps)

ٹراسپورٹر پروٹین جو سالیوٹ کے پرائمری اکٹیو ٹرانسپورٹ میں حصہ لیتے ہیں پمپس کہلاتے ہیں۔ ان میں بہت سے پمپس ایسے ہیں

جو H^+اور Ca^{2+}ایانس کی منتقلی کا کام انجام دیتے ہیں ان کو ایمان پمپس Ion-Pumps کہا جاتا ہے۔ان کے علاوہ دوسرے پمپس ایسے ہوتے ہیں جو بڑے نامیاتی سالیوٹس کی منتقلی کا کام انجام دیتے ہیں۔

ایان پمپس دو طرح کے ہوتے ہیں۔

1۔ الیکٹرونیوٹرل پمپس(Electroneutral pumps)

2۔ الیکٹروجینک پمپس(Electro genic Pumps)

الیکٹرونیوٹرل پمپس وہ ہیں جو ایانس کی منتقلی کا کام انجام دیتے ہیں۔ جہاں پر برقی چارج کی کوئی حرکت نہیں ہوتی۔مثال کے طور پر بعض جانوروں میں H^+/K^+-At Pase میں ہر ایک K^+ کے بدلے ایک H^+ایان دیا جاتا ہے۔اور کوئی برقی چارج میں نہیں آتا۔اسی بناء پر ایسے پمپس کو الیکٹرونیوٹرل پمپ کہتے ہیں۔

اس کے برخلاف الیکٹروجینک پمپس میں برقی روحجلیوں کے پار متحرک ہوتی ہے۔اس کی مثال نباتاتی اور جانوروں کے خلیوں میں پائے جانے والے H^+-ATPase ہیں جو H^+ کو پمپ(Pump out) کرتے ہیں اور مثبت برقی روحرکت پذیر ہوتی ہے۔

اس کے برخلاف الیکٹروجینک پمپس میں برقی روحجلیوں کے پار متحرک ہوتی ہے۔اس کی مثال نباتاتی اور جانوروں کے خلیوں میں پائے جانے والے H^+-ATPase ہیں جو H^+ کو پمپ(Pump out) کرتے ہیں اور مثبت برقی روحرکت پذیر ہوتی ہے۔اسی بناء پر ایسے پمپس کو الیکٹروجینک پمپس کہا جاتا ہے۔

H^+-ATPase، $H^-{}^+$PPase اور Ca^{2+}-ATPase نباتاتی خلیوں میں پائے جانے والے عام پمپس ہیں اور یہ اپنی سمت کے اعتبار سے باہر کی جانب(Outward) والے ہوتے ہیں۔

نباتاتی خلیوں میں پائے جانے والے چند عام پمپس حسب ذیل ہیں۔

1) پروٹان اے ٹی پیس پمپس(Proton-AT Pase Pumps)(H^+-ATPase)

اس پمپس کو پی ٹائپ اے ٹی پیس P-type ATPase بھی کہا جاتا ہے۔اور یہ پلازمہ ممبرین، ٹونوپلاسٹ اور ممکنہ طور پر دوسرے تمام خلوی جھلیوں میں پائے جاتے ہیں۔یہ ATP کو بنانے کے بجائے اس کو ہائیڈرولائیز(Hydrolyze) کرتے ہیں۔

شکل میں پلازما ممبرین H^+-ATPase کا ماڈل بتایا گیا ہے یہ انزائمی پروٹین واحد چین والا پالی پیپٹائیڈ ہے جس میں دس ہائیڈرو فوبک ٹرانس ممبرین سگمنٹس(10 Hydrophobic trans membrane segments) ہوتے ہیں۔ یہ حصے (Segments)ہائیڈرو فائیلک لوپس(Hydrophilic loops) کے ذریعے جڑے ہوتے ہیں۔ ATP جوڑنے والا حصہ اپسارٹک ایسڈ(Aspartic acid) لیئے ہوتا ہے اور یہ اندرونی جانب یعنی سائی ٹوسال(Cytosol) کی طرف چوتھے اور پانچویں حصے کو جوڑنے والے لوپ(Loop) پر ہوتا ہے۔ ATP کے ہائیڈرولائسس کے نتیجے میں پروٹین کی ہیت میں تبدیل واقع ہوتی ہے اور سائی ٹوسال سے باہر پلازما ممبرین سے گزرتے ہوئے ایک H^+ایان کی منتقلی ہوتی ہے۔

2) پروٹان۔پائیروفاسفاٹیس(Proton – Pyrophosphates)(H^+-PPase)

یہ زیادہ تر ٹونوپلاسٹ میں پائے جاتے ہیں لیکن گولگی باڈیز کی جھلیوں میں بھی یہ ہوتے ہیں۔یہ پروٹان کو خالیوں(Lumen of Vacuoles)اور گالگی سسٹرنے(Golgi-Cisternae) میں منتقل کرتے ہیں۔یہ پمپس اے ٹی پیس ATPase کے متوازی کام کرتے ہیں اور ٹونو پلاسٹ میں پروٹان بناتے ہیں۔ یہ انزائمی پروٹین واحد پیپٹائیڈ چین پر مشتمل ہوتا ہے اور غیر نامیاتی پائروفاسفیٹ(Inorganic Pyrophosphate- PPi) کے ہائیڈرولائسس سے توانائی حاصل کرتا ہے۔اس طرح کی توانائی اس توانائی سے نسبتاً کم ہوتی ہے جو ATP کے ہائیڈرولائسس سے حاصل ہوتی ہے۔

یہ پمپ ہر ایک(PPi) سالمہ کے بدلے میں ایک H^+ ایان کو منتقل کرتا ہے۔

4.2.9 Calcium Pumping ATPase (Ca^{2+}-ATPase)

یہ پلازمامبرین،ٹونوپلاسٹ اور دوسرے خلوی جھلیوں جیسے کلوروپلاسٹ اور انیڈوپلاسمک ریٹی کولم(ER) میں پائے جاتے ہیں۔ ان پمپس میں ATP کی ہائیڈرولائسس ہوتی ہے۔ Ca^{2+} کی منتقلی عمل میں آتی ہے۔

اے ٹی پی بائینڈنگ کیسیٹ ٹرانسپورٹرس(ATP Transporters)ان پمپس کے ذریعے بعض بڑے نامیاتی مادے جیسے اینتھوسیانن(Anthocyanin)اور دوسرے ثانوی مادے سائی ٹوسال سے ٹونوپلاسٹ سے گزرتے ہوئے خالیوں کو منتقل ہوتے ہیں۔ حالیہ عرصوں میں اس طرح کے پمپس پلازمامبرین اور مائیٹوکانڈریا میں بھی دیکھے گئے ہیں۔

4.2.6 سکنڈری ایکٹیوٹرانسپورٹ

(Secondary Active Transport – Symport and Antiport)

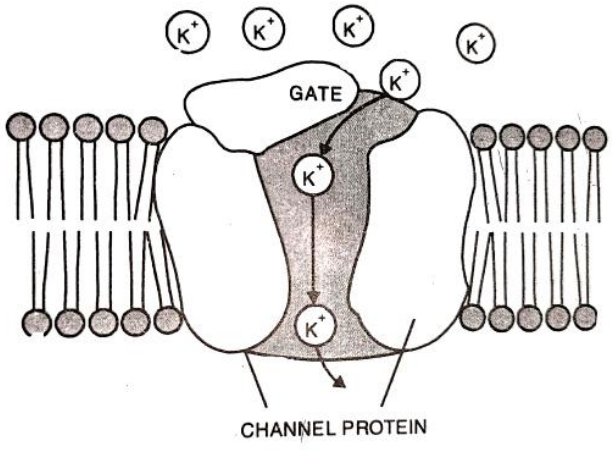
بہت سے نیوٹرنیٹس(Nutrients)ایسے ہیں جو خلوی جھلیوں کے پار ان کی مخفی کیمیائی صلاحیت یا الیکٹروکیمیائی مخفی صلاحیت کے رجحان کے برعکس منتقل ہوتے ہیں اسمیں ATP کے ہائیڈرولائیسس سے پیدا ہونے والی توانائی کا بھی راست استعمال نہیں ہوتا بلکہ بلواسطہ طور پر وہ توانائی استعمال ہوتی ہے جو پروٹان الیکٹروکیمیکل پوٹینشیل گریڈینٹ(Proton Electro Chemical Potential Gradient)میں محفوظ کی ہوئی ہوتی ہے۔اسے پروٹان موٹیو فورس(Proton motive force) بھی کہا جاتا ہے۔

الیکٹروجینک پروٹان اے ٹی پیس(H^+-ATPase) پروٹان منتقل کرنے والے کیاریرس کے طور پر کام کرتے ہیں اور ATP کی ہائیڈرولائسس سے حاصل ہونے والی توانائی پروٹان گریڈینٹ(Proton Gradient) کی صورت میں خلوی جھلیوں کے ساتھ محفوظ کی جاتی ہے۔یہ توانائی جھلیوں کی مخفی صلاحیت سے مل کر پروٹان الیکٹروکیمیکل پوٹینشیل گریڈینٹ یا پروٹان موٹیو فورس کے پیدا کرنے میں معاون ہوتی ہے جو خلوی جھلیوں کے پروٹان کو ایک طرف سے دوسری طرف لوٹاتے ہیں جو مخصوص کیاریر پروٹین کے ذریعہ انجام پاتا ہے۔

سیکنڈری ایکوٹرانسپورٹ دو طرح کا ہوتا ہے۔(i)۔ Symport (ii)۔ Antiport

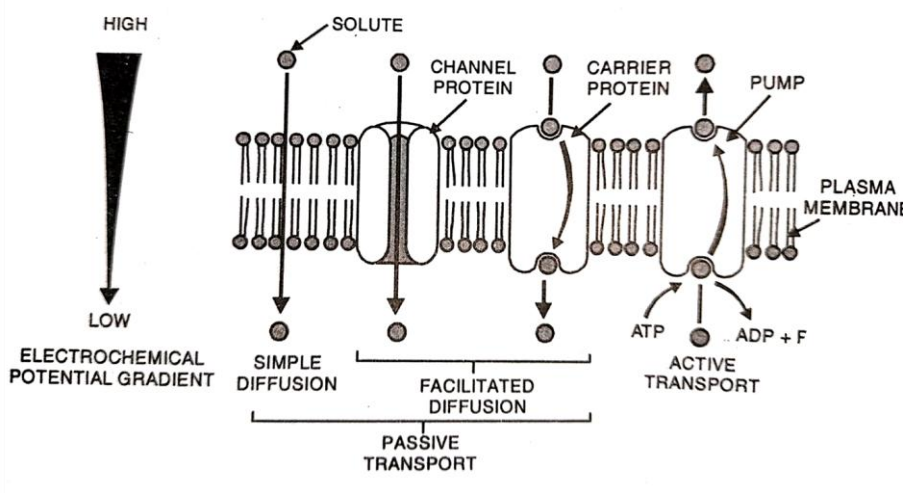
Symport: جب پروٹان کا خلوی جھلیوں سے سائی ٹو سال میں منتقل ہونا اس سمت میں منتقل ہونے والے دوسرے سالیوٹس (Solutes) کے ساتھ مل کر ہوتا ہے تو اس طرح کے میکانکزم کو (Symport) سمپورٹ کہا جاتا ہے اور کیاریر پروٹین کو سمپورٹر (Symporter) کہتے ہیں۔

Antiport: جب پروٹان کا سائی ٹوسال میں اندر جانا (Influx) دوسرے سالیوٹس کے سائی ٹوسال کے باہر جانے (Efflux) کے ساتھ مل کر واقع ہوتا ہے تو اس طرح کے منتقلی کے میکانکزم کو اینٹی پورٹ کہتے ہیں اور اس میں حصہ لینے والے کیاریر پروٹین کو اینٹی پورٹر (Antiporter) کہتے ہیں۔



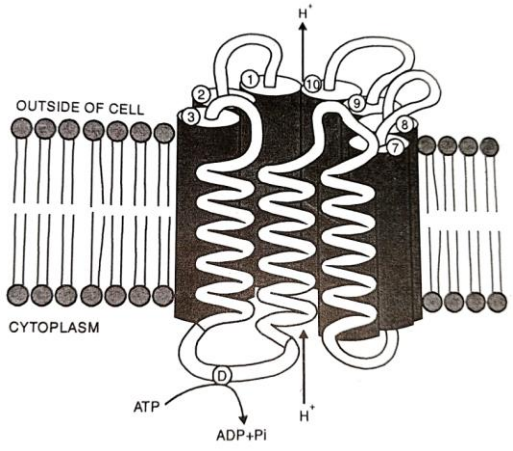
شکل(a) 4.2.6 A model showing gated ion-channel:

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)



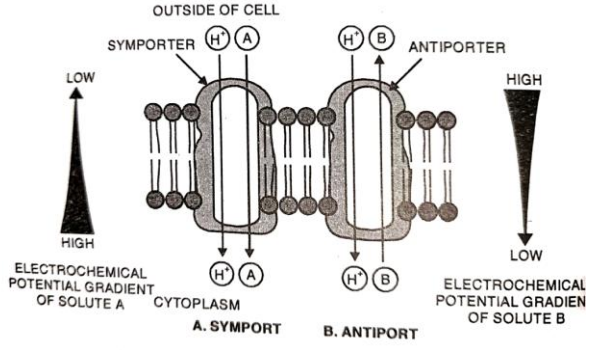
شکل(b) 4.2.6 Passive and Active Transport of Solutes across the membrane:

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)



شکل4.2.6(c) A model of plasma membrane H^+-ATPase

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)



شکل4.2.6(d): Secondary active transport (Cotransport) A. Symport, B. Antiport

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

4.2.7 معدنی نمکیات کے انجذاب کو متاثر کرنے والے عوامل(Factors affecting salt absorption)

دوسرے فعلیاتی عمل کی طرح پودوں میں معدنی نمکیات کا جذب ہونا کئی اندرونی وبیرونی عوامل سے متاثر ہوتا ہے۔ان کا ایک مختصر سا جائزہ درج ذیل ہے۔

1۔ درجہ حرارت: عام طور پر درجہ حرارت میں ایک حد تک اضافہ پودوں میں نمک کے انجذاب میں اضافہ کا باعث ہوتا ہے۔ تاہم ایک حد کے بعد درجہ حرارت میں اضافہ نمک کے جذب ہونے کے عمل کیلئے مضر ہوتا ہے بلکہ نمک کا انجذاب پوری طرح رک بھی سکتا ہے۔اس کی وجہ یہ ہوتی ہے کہ درجہ حرارت کے اضافہ سے انیزائم جو نمک کے انجذاب میں مدد دیتے ہیں متاثر ہو جاتے ہیں۔درجہ حرارت میں اضافہ سے دونوں طرح کا(Active)اکیٹواور پاسیو(passive)انجذاب کا عمل متاثر ہوتا ہے۔

2۔ Hydrogen Ion Concentration (pH): زمینی محلول میں معدنی ایانس کی دستیابی زمین کے pH پر بھی منحصر ہے۔pH کی تبدیلی کے ساتھ مختلف ایانس کی دستیابی بھی متاثر ہونے لگتی ہے۔مثال کے طور پر جب زمین کا pH ترشی(Acidic) ہوتا ہے تو فاسفورس کا انجذاب جڑوں میں بہ آسانی ہوتا ہے چونکہ اسوقت یہ مانو ویالنٹ فاسفیٹ $H_2P_{04}^-$ کی شکل میں ہوتا ہے۔زمینی محلول کے pH میں اضافہ کے ساتھ یہ قلئی(Alkaline) حالت میں آجاتا ہے تو فاسفورس کے ڈآئی ویالنٹ(HP_{04}^{2}) اور ٹرائی

ویالنٹ (P_{04}^{3-}) فارم بننے لگتے ہیں۔ اب ہوتا یہ ہیکہ فاسفورس کی دستیابی ڈآئی ویالنٹ حالت میں کم ہو جاتی ہے اور ٹرائی ویالنٹ حالت میں تو یہ بالکل پودوں کیلئے دستیاب نہیں رہتا۔

اسی طرح بوران (Boron) $H_2BO_3^-$ ایان کے فارم میں کم pH پر دستیاب ہوتا ہے۔

3۔ روشنی (Light): نمکوں کے انجذاب پر روشنی بھی اثر انداز ہوتی ہے۔ یہ پتوں کے کھلے ہوئے اسٹومیٹا کے ذریعے ہوتا ہے۔ اسٹومیٹا کھلے ہوں تو پانی ٹرانسپریشن کے ذریعے خارج ہوتا ہے۔ اس سے نمکوں کے انجذاب میں اضافہ ہوتا ہے۔ فوٹو سینتھسس اور آزاد کردہ آکسیجن سے پیدا ہونے والی توانائی ایانس (Ions) کے انجذاب میں مددگار ہوتی ہے۔

4۔ آکسیجن ٹینشن (Oxygen Tension): آکسیجن کی عدم موجودگی میں نمکوں کا اکٹیو (Active) انجذاب ماند پڑ جاتا ہے۔

5۔ ایان انٹرایکشن (Ion Interaction): ایک ایان کا انجذاب دوسرے ایان کی موجودگی سے متاثر ہوتا ہے مثال کے طور پر کیلیسیم کی عدم موجودگی میں پوٹاسیم اور برومین کا
انجذاب کم ہو جاتا ہے لیکن جیسے ہی ایک حد تک کیلیسیم کا ارتکاز بڑھتا ہے تو پوٹاسیم اور برومین کا انجذاب بھی بڑھ جاتا ہے اس حد کے بعد بھی کیلیسیم کے ارتکاز کو بڑھایا جائے تو پوٹاسیم اور برومین کے انجذاب میں تیزی سے کمی واقع ہوتی ہے۔

یہ سمجھا جاتا ہے کہ بہت سے ایان جیسے پوٹاسیم (K)، روبی ڈیم (Rb)، سسیم (Cs) یا بیریم (Ba) کیلیسیم (Ca) اور اسٹرونیم (Sr) کے درمیان ہونے والا انٹرایکشن دراصل ایک طرح کا مسابقتی عمل ہے جو کیاریرس پر دستیاب جگہوں اور ان کی تخصیص کے لحاظ سے ایان میں واقع ہوتا ہے۔ کیاریرس پر جڑنے کی جگہیں اگر بہت ساری ہوں تو کوئی مسابقت نہیں رہتی اور ایان بلا کسی رکاوٹ کے جذب ہو جاتے ہیں۔ اسی طرح کیاریرس پر دستیاب جڑنے کی جگہیں (Binding Sites) اگر کسی ایک خاص ایان کیلئے ہی ہیں تو اس ایان کے انجذاب میں دوسرے ایان سے مسابقت نہیں رہتی۔

6۔ نمو (Growth): نمکوں کا انجذاب پودوں کے نشو نما پانے کے مختلف مراحل پر بھی منحصر ہوتا ہے۔ ایک خاص مرحلہ پر ایک خاص ایان کی ضرورت رہتی ہے اور اسی کا انجذاب عمل میں آتا ہے۔

4.3 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

جڑوں کے خلیوں سے ایان کے انجذاب کے عمل کی توجیہہ کے دو نظریات ہیں۔ ان میں سے ایک سنٹرل اکسچینج تھیوری ہے اور دوسری کاربونک ایسڈ اکسچینج تھیوری ہے۔ معدنی نمک کے زینی محلول سے انجذاب کے دو طریقے ہیں۔ ایک تو یہ ہے کہ خلوی رس میں ایان کی منتقلی کم سے زیادہ ارتکاز کی سمت سادہ Diffusion کے عمل سے ہوتی ہے۔ اس میں کسی توانائی کی ضرورت نہیں ہوتی۔ اسے Passive absorption کہا جاتا ہے۔ برخلاف اس کے Active absorption میں توانائی کی مدد سے ارتکاز کی مخالف سمت

ایان کی منتقلی ہوتی ہے۔ بسااوقات خلیوں کی جھلیاں آزاد ایانس کو پار گزرنے نہیں دیتیں۔ انہیں جھلیوں کے پار گزارنے کیلئے چند مرکبات واسطہ یاCarrierکام انجام دیتے ہیں۔

حالیہ عرصوں میں خلوی جھلیوں کے پار سالیٹوس(Solutes) کے گزرنے کے عمل پر بہت کام ہوا ہے۔ سالیوٹس کی منتقلی میں مختلف مرکبات مددگار ہوتے ہیں۔ ان کو تین گروہوں یعنی ایان چیانلس، کیاریرس اور پمپس میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ ایان چیانلس مخصوص ایانس ہی کے کام آتے ہیں۔ جب کہ کیاریرس کے ذریعے بہت سے سالیوٹس منتقل ہو جاتے ہیں۔ پمپس H^+اور Ca^{2+}ایانس کی منتقلی کا کام انجام دیتے ہیں۔ بعض پمپس میں منتقلی کے دوران کوئی برقی چارج نہیں ہوتا جب کہ بعض دوسرے پمپس میں برقی رو رواں رہتی ہے۔

بہت سے نیوٹرینٹس(Nutrients) ایسے ہیں جو اپنی کیمیائی یا برقی کیمیائی صلاحیت کے رجحان کی مخالف سمت منتقل ہوتے ہیں اس میں کام آنے والی توانائی پروٹان موٹیو فورس ہوتی ہے۔ اس طرح کی منتقلی کو سیکنڈری اکٹیو ٹرانسپورٹ کہا جاتا ہے۔ اس کی دو قسمیں سمپورٹ Symportاور اینٹی پورٹAntiportہیں۔

پودوں میں معدنی نمک کا انجذاب کئی ایک اندرونی و بیرونی عوامل پر منحصر ہوتا ہے۔ جن میں درجہ حرارت،pH، روشنی، آکسیجن Tension، ایان انٹراکشن اور پودوں میں نمو کے مراحل(Growth stage) شامل ہیں۔

4.4 کلیدی الفاظ(Keywords)

ایان ایکسچینج، کنٹیکٹ ایکسچینج تھیوری، کاربونک ایسڈ ایکسچینج تھیوری، معدنی نمک کا پاسیو اور ایکٹو انجذاب، ایان چیانلس، کیاریرس، پمپس سکندری ایکٹو ٹرانسپورٹ، معدنی نمک کے انجذاب پر اثرانداز ہونے والے عوامل۔

4.5 نمونہ امتحانی سوالات(Model Examination Questions)

4.5.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات(Objective Answer Types Questions)

1۔ جڑ کے راس میں یہ خلیے پائے جاتے ہیں۔

(a)۔ سوماٹک (b)۔ مقسمی(Meristematic) (c)۔ سادہ (d)۔ کوئی بھی نہیں

2۔ معدنی نمک زمینی محلول سے کس کی شکل میں جذب کئے جاتے۔

(a)۔ روانوں (b)۔ ممبرین (c)۔ پانی (d)۔ کوئی بھی نہیں۔

3۔ جب پروٹان کا سائٹوسال میں اندر جانا(Influx) دوسرے سالیٹوس کے سائٹوسال کے باہر جانے(Efflux) کے ساتھ ملکر واضع ہوتا ہے تو اسطرح کی منتقلی کو۔۔۔۔۔ کہتے ہیں۔

4۔ آکسیجن کی عدم موجودگی میں نمکوں کا اکٹیوXانجذاب۔۔۔۔۔ جاتا ہے۔

5- زیادہ ارتکاز والے مقام سے کم ارتکاز والے مقام کی طرف مادوں کی حرکت کو _____ کہتے ہیں۔

6۔ پروٹیس پمپ سے کیا مراد ہے۔

7۔ Symport سے کیا مراد ہے۔

8۔ Antiport سے کیا مراد ہے۔

9۔ پروٹان موٹیو فورس کی تعریف کیجئے۔

10۔ ٹونوپلاسٹ کی تعریف کیجئے۔

4.5.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1۔ معدنی نمک کے انجذاب کے اکٹیو (Active) اور پاسیو (Passive) طریقہ کو بیان کریں۔

2۔ پمپس (Pumps) کے بارے میں لکھیں۔

3۔ کیاریرس سے کیا مراد ہے ان سے منتقلی کا عمل کس طرح انجام پاتا ہے؟

4۔ پروٹان اے ٹی پین پمپس اور پروٹان پائیروفاسفٹیس پر نوٹ لکھیں۔

5۔ کیاریرس کا نظریہ (Carriers Concept)۔

4.5.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1۔ کیاریرس کے بارے میں مختصراً بیان کریں۔

2۔ سیکنڈری اکٹیو ٹرانسپورٹ دو طرح کا ہوتا ہے۔ وضاحت کریں۔

3۔ معدنی نمکوں کے انجذاب پر pH کا کیا اثر ہے۔

4۔ ایان انٹرایکشن کے بارے میں لکھیں۔

Keys: 1. b 2.a 3.Co-transport (یا Secondary active transport)

4 . کم ہو جاتا ہے/رک جاتا ہے 5. diffusion

6۔ پروٹان پمپ: جھلی میں موجود پروٹین جو ATP کی مدد سے H^+ آئنز کو جھلی کے پار منتقل کرتا ہے اور electrochemical gradient پیدا کرتا ہے۔

7۔ Symport: دو مختلف مادوں کی ایک ہی سمت میں جھلی کے پار منتقلی۔

8۔ Antiport: دو مادوں کی مخالف سمتوں میں جھلی کے پار منتقلی۔

9۔ H^+ آئنز کے ارتکاز اور برقی فرق سے پیدا ہونے والی توانائی جو ٹرانسپورٹ کے عمل میں مدد دیتی ہے۔

10۔ Tonoplast: پودوں کے خلیے میں ویکیول (Vacuole) کو گھیرنے والی جھلی کو ٹونوپلاسٹ کہتے ہیں۔

اکائی 5: شعاعی ترکیب۔I

(Photosynthesis-I)

اکائی کے اجزاء

5.1		تمہید
5.1		مقاصد
5.2		فوٹو سینتھسس ضیائی ترکیب
	5.2.1	فوٹو سینتھسس پر ابتدائی تحقیق
	5.2.2	فوٹو سینتھسس پر اثرانداز ہونے والے عوامل
	5.2.3	کاربوہائیڈریٹ کی منتقلی
	5.2.4	پودوں میں فوٹو سینتھسس کی صلاحیت
	5.2.5	فوٹو سینتھسس کی شرح
	5.2.6	فوٹو سینتھسس اہم پودوں میں
	5.2.7	فصلوں میں پیداواری صلاحیت
	5.2.8	زراعت میں توانائی کا استعمال
5.3		اکتسابی نتائج
5.4		کلیدی الفاظ
5.5		نمونہ امتحانی سوالات
	5.5.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
	5.5.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
	5.5.3	طویل جوابات کے حامل سوالات

5.0 تمہید(Introduction)

فوٹو سینتھسس پودوں میں ہونے والے کلیدی عمل ہے جو سبز پودوں میں انجام پاتا ہے۔ پودے فضاء سے سورج کی توانائی کو کیمیائی توانائی میں تبدیل کرتے ہیں۔ اس عمل کے نتیجے میں پودوں میں سادہ کاربوہائیڈریٹ بنتے ہیں جو بالفاظ پودوں کے غذائی مادے ہیں۔ یہ مادے تبدیلیوں کے بعد پیچیدہ مرکبات جیسے Lipids نیوکلک ایسڈ، پروٹین وغیرہ میں بدل جاتے ہیں۔ فوٹو سینتھسس میں بننے والے مرکبات پودوں کے دوسرے حصوں کو منتقل ہوتے ہیں۔ فوٹو سینتھسس ایک تعمیری (Anabolic process) عمل ہے جو پودوں کی زندگی کی بقاء اور سلامتی کے لئے لازمی ہے۔ سبز پودے اپنی فوٹو سینتھسس کی صلاحیت میں یکساں نہیں ہوتے بلکہ اس میں ان کے جائے وقوع، پانی کی دستیابی، Co_2 کے ارتکاز اور خود ان کے شکلیاتی خواص کا بڑا دخل ہوتا ہے۔ پانی کی دستیابی ان میں بہت اہم ہے۔

پودوں کی فوٹو سینتھسس کی صلاحیت کو بہتر نگہداشت کے ذریعے بڑھایا جاسکتا ہے۔ خاص طور پر زراعت میں جہاں پیداوار مطلوب ہوتی ہے وہاں پر بہتر نگہداشت یا (Intensive agriculture) کے ذریعے اس صلاحیت میں اضافہ کر کے پیداوار میں اضافہ لایا جاسکتا ہے۔ ان میں پانی کی وافر فراہمی، کھاد کی مناسب فراہمی اور پھر کاشتکاری کے جدید طریقے استعمال کرنا شامل ہیں۔ پلانٹ بریڈرس نے بھی فعلیائی اعتبار سے فصلوں کے ایسے اقسام کو فروغ دیا ہے جو اپنے قد (Height)، پھیلاؤ (Spreading nature) پتوں کی ترتیب وغیرہ سے اس طرح کے ہوتے ہیں کہ زیادہ سے زیادہ سورج کی توانائی کو حاصل کرنے کے اہل ہوتے ہیں۔ یہ اقسام کم مدتی اور کم قد (dwarf) اور سیدھے (Erect) ٹائپ کے ہوتے ہیں جو ایک دوسرے پر سایہ انداز نہیں ہوتے۔ ان کی یہ خصوصیات انہیں بہتر طریقہ پر فوٹو سینتھسس کے لائق بناتی ہیں جس سے پیداوار میں اضافہ ہوتا ہے۔

5.1 مقاصد(Objectives)

اس باب میں درج ذیل اُمور پر توجہ دی جانی مقصود ہے۔

- ☆ فوٹو سینتھسس اور فوٹو سینتھسس پر اثرانداز ہونے والے عوامل
- ☆ پودوں کی فوٹو سینتھسس کی صلاحیت اور اس کی میں اضافہ کرنے کے عوامل
- ☆ زرعی شعبہ میں فوٹو سینتھسس کا اثر

ان موضوعات کا مطالعہ طالب علم کو فوٹو سینتھسس کے بارے میں معلومات فراہم کریگا جس میں اس پر ہوئے ابتدائی کام، اس پر اثر انداز ہونے والے عوامل، پودوں کی فوٹو سینتھسس کی صلاحیت اور عملی اعتبار سے زراعت میں اس کے اثرات سے آگہی حاصل ہوگی۔

5.2 فوٹو سینتھسس(Photosynthesis)

سبز پودے سورج کی توانائی کو لے کر اسے کیمیائی توانائی میں تبدیل کرتے ہیں اور یہ عمل فوٹو سینتھسس (Photosynthesis) کہلاتا ہے۔ اس عمل کے دوران کاربن ڈائی آکسائیڈ اور پانی سادہ کاربوہائیڈریٹ میں تبدیل ہوتے ہیں اور فضاء میں آکسیجن گیاس خارج ہوتی ہے۔ یہ

سادہ کاربوہائیڈریٹ مزید تعاملات کے نتیجے میں دوسرے پیچیدہ مرکبات جیسے لیپڈس(Lipids)، نیوکلک ایسڈ(Nucleic acids) پروٹین اور دوسرے نامیاتی سالمات میں بدلتے ہیں۔ اس طرح بننے والے نامیاتی سالمات پودوں کے مختلف حصوں جیسے پتوں، تنوں، جڑوں، پھل اور بیجوں اور دیگر حصوں کو تقسیم ہوتے ہیں۔

پودے اور پودوں سے حاصل ہونے والی چیزیں روئے زمین پر سبھی جانداروں کے لئے غذا کا کام کرتے ہیں۔ روئے زمین پر موجود جانداروں کے مجموعے کو جن میں سبھی قسم کے نباتات اور حیوانات شامل ہیں۔ بایواسپیر(Biosphere) کہا جاتا ہے جو زمین کے غیر جاندار حصے کے مقابلے میں بہت ہی قلیل ہے۔ زمین کی سطح(Crust) یعنی(Lithosphere) کا وزن $1.5x10^{22}$Kg ہے۔ سمندر(Hydrosphere)، $1.4x10^{22}$kg اور فضاء(Atmosphere)، $5.1x10^{18}$kg ہے جبکہ بایو اسپیر (Biosphere) اپنے خشک وزن(Dry weight) کے لحاظ سے صرف $1.2x10^{15}$kg ہے۔ تاہم یہ اس قدر کم ہونے کے باوجود اپنے گوناگوں افعال کی بناء پر Lithosphere، Hydrosphere اور Atmosphere کی برقراری اور صحت میں بنیادی دخیل ہے۔

کاربن کی مقدار جو سالانہ طور پر سبز پودے فضاء سے حاصل کرتے ہیں(Fixation) اسے ذیل کے جدول میں ظاہر کیا گیا ہے۔ اس میں دو طرح کی قیمتیں(Estimates) دی گئی ہیں۔ کالم(3) میں دی گئی قیمتیں(Values) کاربن کی سالانہ لی گئی(fixed) وہ مقدار ہے جو اکائی زمینی رقبہ کے لحاظ سے ہے۔ کالم(4) میں دی گئی قیمتیں وہ ہیں جو کالم(3) کی قیمتوں کا رقبہ کی قیمتوں کالم(2) کا حاصل ضرب ہیں۔ کالم(4) کی قیمتیں کاربن کی اس مقدار کو ظاہر کرتے ہیں جو پودوں کے مادوں میں جذب(Assimilate) ہوئی ہے۔ یہ وہ مقدار ہے جو کاربن کے رسپریشن کے عمل میں ضائع ہونے کے بعد محسوب کی گئی ہے۔ چنانچہ اس کو کاربن کی خالص پیداوار(Net productivity) سے بھی تعبیر کیا جاتا ہے۔ پودے کاربن کی جو مقدار اپنے میں لیتے ہیں(Fixation) اس کا کوئی تیس فی صد حصہ(30%) رسپریشن کے عمل میں خارج ہو جاتا ہے۔

اس جدول کے مطالعہ سے پتہ چلتا ہے کہ کاربن کا حصول(Productivity) پودوں میں ان کے جائے وقوع کے اعتبار سے مختلف ہوتا ہے۔ اس طرح کا فرق زیادہ تر ماحولیاتی عوامل جیسے درجہ حرارت، پانی کی دستیابی اور پودوں کے لیئے غذائی مادوں کی دستیابی یا پھر خود پودے کی شکلیاتی خصوصیات پر ہوت اہے۔ سدا بہار پودے(Evergreen plants) میں کوئی 1.4kg کاربن فی مربع میٹر لینے کی صلاحیت ہوتی ہے جبکہ(Deciduous plants) خزاں آور پودوں میں یہ صرف 0.54kg فی مربع میٹر ہے۔

Amounts of Carbon Fixed Annually by Green Plants

Plant community نباتاتی علاقے	Area (Km^2)	Carbon Fixed حاصل شدہ کاربن	
		$Kgm^{-2}\ yr^{-1}$	$Kg\ yr^{-3}$
Forests جنگلات	$44x10^6$	1.4	$0.62x10^{14}$
Arable Land قابل کاشت رقبہ	$23x10^6$	0.91	$0.21x10^{14}$

Grasslands گھانس کے علاقے	$27x10^6$	0.91	$0.25x10^{14}$
Deserts صحرا	$33x10^6$	0.045	$0.015x10^{14}$
Tundra and Rice سرد اور برفیلے علاقے	$22x10^6$	0.02	$0.005x10^{14}$
Total Land کل زمین	$149x10^6$		$1.10x10^{14}$
Fresh water, lakes, rivers تازہ پانی کے جھیل، دریائیں	$0.2x10^6$	0.1	$0.0002x10^{14}$
Ocean سمندر	$361x10^6$	0.08	$0.293x10^{14}$
Total for earth جملہ کرۂارض	$510x10^6$	0.27 (Mean)	$1.39x10^{14}$

اس جدول سے یہ بھی پتہ چلتا ہے کہ جنگلاتی علاقے اگرچیکہ کل زمینی رقبہ کے صرف 30% حصہ پر ہیں لیکن ان علاقوں میں حاصل شدہ کاربن کل حاصل شدہ کاربن کے آدھے سے زیادے سے حصہ کے برابر ہے اس کی وجہ یہ ہیکہ ان علاقوں میں پودوں کو کاربن کی ایک کثیر مقدار دستیاب ہوتی ہے۔ صحرائی علاقوں اور سرد برفیلے خطوں میں کاربن کی بہت کم مقدار ہی حاصل ہو پاتی ہے جس کی وجہ بہت زیادہ درجہ حرارت اور بالکل کم درجہ حرارت ہیں۔ یہ دونوں ہی صورتیں کاربن کے حصول میں مانع ہوتے ہیں۔ کرۂارض پر پودوں کے ذریعے حاصل شدہ کل کاربن کی مقدار ($1.39x10^{14}kg$) کو اگر میٹرک ٹن میں تبدیل کریں تو یہ $100x10^9 tons$ سالانہ ہوتی ہے۔ جب کہ انسانوں کی جانب سے سالانہ ($3x10^9$ tons) کاربن استعمال کی جاتی ہے۔ جو کوئلہ پٹرولیم اور قدرتی گیاس کی شکل میں ہوتی ہے۔ اس کو اگر فوٹو سینتھسس کے ذریعہ حاصل ہونے والے کاربن کے مقابلہ میں دیکھا جائے تو پتہ چلتا ہے فوٹو سینتھسس میں حاصل شدہ کاربن کی مقدار کس قدر اہمیت رکھتی ہے۔

5.2.1 فوٹو سینتھسس پر ابتدائی مطالعہ

فوٹو سینتھسس کے بارے میں بہت سے توضیحات موجود تھیں لیکن اس ضمن میں اٹھارویں صدی میں قابل لحاظ ترقی ہوئی جب اس عمل کی تشریح کی گئی تاہم یہ سہرا رابرٹ میئر (Robert Mayer, 1845) کے سر جاتا ہے جنہوں نے بیان کیا کہ نباتات میں فوٹو سینتھسس ایک اہم عمل ہے جس میں سورج کی توانائی کیمیائی توانائی میں تبدیل ہوتی ہے۔ سال 1845ء کے بعد اس بارے میں قابل لحاظ پیش رفت نہیں ہوئی لیکن بعد کے برسوں میں اس کے بارے میں بہت کام ہوا۔ اس بات مشاہدہ ہوا کہ پودوں میں کاربو ہائیڈریٹ، لپڈس (Lipids)، پروٹین اور دوسرے سالمات کئی ایک تعاملات کے نتیجے میں بنتے ہیں۔ ان کے مرکبات کو پودوں سے حاصل کیا گیا اور مزید مطالعہ کیا گیا۔

سال 1930ء کے بعد کام:

فوٹو سینتھسس پر ابتدا گافی کام ہوا لیکن ابھی اس بات کی توضیح ہونی باقی تھی کہ پودے سورج کی توانائی کو کس طرح کیمیائی توانائی میں تبدیل کرتے ہیں۔ یہ تمام معلومات اگرچیکہ حیاتیاتی کیمیائی اعتبار سے اہم تھیں تاہم ہنوز ان سے فوٹو سینتھسس میں وقوع پذیر ہونے والے فوٹو

کیمیکل تعاملات کے بارے کوئی جانکاری نہیں ملی۔اس بارے میں مطلوبہ معلومات ایک دوسرے بیکٹیریا کے گروپ کے مطالعہ سے حاصل ہوئیں۔یہ گروپ(Photosynthetic bacteria)ہے۔یہ بیکٹیریا اس وصف کے حامل ہیں کہ یہ سورج کی توانائی کو لے کر اسے پروٹو پلازم میں تبدیل کر دیتے ہیں اگرچیکہ اس عمل کے دوران آکسیجن کا اخراج عمل میں نہیں آتا۔ان میں کلوروفل(a) کی طرح ایک پگمنٹ(Pigment)ہوتا ہے جو اسی طرح کام کرتا ہے جس طرح اعلیٰ پودوں میں ہوتا ہے۔اس گروپ کے ایک بیکٹیریا(Green sulphur bacteria) میں دیکھا گیا کہ کاربن ڈائی آکسائیڈ کے لینے(Assimilation) کے دوران ہائیڈروجن سلفائیڈ(Hydrogen sulphide)ہائیڈروجن کے حصول کا ذریعہ تھا۔

$$CO_2 + 2H_2S \xrightarrow[\text{Green sulphur bacteria}]{\text{Radiant energy}} CH_2O + H_2O + 2S$$

C.B. Van Neil جو ایک مائیکروبیالوجسٹ تھا اس نے اس پر کافی کام کیا اور Photosynthetic bacteria کی اہمیت کو اجاگر کیا۔فوٹو سینتھسس عمل کے دوران آکسیجن کے اخراج ہونے اور اس کے ذریعہ(Source)پر اس نے کام کیا۔پہلے یہ خیال کیا جاتا تھا آکسیجن یا تو Co_2 کے سالمہ کے ٹوٹنے سے پیدا ہوتی ہے یا پھر پانی کے سالمات کے ٹوٹنے سے وجود میں آتی ہے۔تاہم تحقیقی مطالعہ نے یہ بتایا کہ پانی ہی آکسیجن کا منبع(Source)ہے۔سال1930ء کے بعد فوٹو سینتھسس کے باب میں بہت سی دریافتیں ہوئیں اور اس بات پر بھی توجہ دی گئی کہ فوٹو سینتھسس پر دوسرے پہلوؤں سے بھی غور کیا جائے۔اس اثناء میں حیاتیاتی کیمیاء(Biochemistry)میں ہوئیں نئی تکنیک(Techniques)نے حیاتیاتی تعاملات میں تحقیق کے نئے دروازے کھول دیئے۔

بیکٹیریا کے مطالعہ:

1930ء کے دہے میں یہ بات دریافت ہوئی کہ بیکٹیریا کی مختلف اقسام کاربن ڈائی آکسائیڈ کو پروٹو پلازم(Bacterial Protoplasm)میں تبدیل کرتی ہیں۔اس کا عمل فوٹو سینتھسس نہیں ہے لیکن یہ کاربن ڈائی آکسائیڈ کو حاصل کر کے اسے خلوی مادے(Cellular material)میں تبدیل کرتے ہیں۔جلد ہی یہ بات بھی معلوم ہوئی کہ دوسرے بہت سے جاندار بھی اس طرح کی صلاحیت کے حامل ہیں اور صرف اعلیٰ نباتات ہی کی حد تک یہ بات محدود نہیں۔بہت سے جانداروں میں خامروں کے ایسے نظام (Enzyme System)دیکھے گئے جو لیبارٹری(Invitro)کے حالات میں کاربن کے حصول کا فعل انجام دے سکتے ہیں اس طرح کے خامروں کے نظام کی موجودگی کا پتہ پودوں میں بھی چلا۔بیکٹیریا اور پودوں کے حیاتیاتی کیمیائی مطالعہ کے تقابل سے بھی فوٹو سینتھسس کے دوران ہونے والے مختلف تعاملات کی نوعیت کا پتہ چلا۔

جیسا کہ اس باب کے اوائل میں بھی آچکا ہے پودوں میں کاربن کے حصول(Assimilation)کی شرح پودوں میں ان کے جائے وقوع کے لحاظ سے الگ الگ ہوتی ہے۔جنگلات کے پودوں میں فوٹو سینتھسس کی شرح دوسرے علاقوں کے پودوں سے زیادہ ہوتی ہے۔سرد برفیلے علاقوں اور گرم علاقوں کے پودوں میں یہ ایک دوسرے قطعی مختلف ہوتی ہے۔یہ اختلاف کئی ایک عوامل کی بناء پر ہوتا ہے جن میں سورج کی روشنی، درجہ حرارت، پانی کی دستیابی وغیرہ شامل ہیں۔ان کے علاوہ خود پودوں کی قسمیں(Species) بھی اپنی

فوٹو سینتھسس صلاحیت(Photosynthesis capacity)میں مختلف ہوتی ہیں۔اس کے علاوہ پودوں کی یہی قسمیں جب موزوں حالات میں اُگتے ہیں تو ان کی صلاحیت میں بھی اضافہ ہوتا ہے جب کہ خراب موسمی حالات یا غیر موزوں ماحول میں ان کی صلاحیت گھٹ جاتی ہے۔

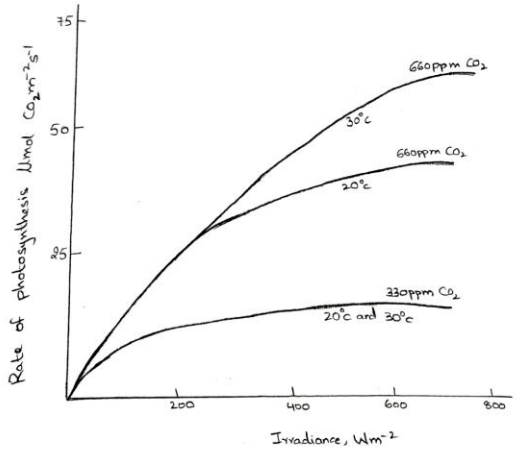
5.2.2 فوٹو سینتھسس پر اثرانداز ہونے والے عوامل

فوٹو سینتھسس پر اثر انداز ہونے عوامل کا جائزہ لیا جائے تو پتہ چلتا ہے کہ ان عوامل میں سب سے زیادہ اہم پانی کی دستیابی ہے۔ صحراؤں میں فوٹو سینتھسس کی شرح پودوں میں بہت کم ہوتی ہے جبکہ آبی علاقوں میں یہ زیادہ ہوتی ہے۔ پانی کی عدم دستیابی سے اول تو خلوی بڑھوتی رک جاتی ہے جو نشو نما کو روک دیتی ہے۔اس کے بعد پانی کی کمی میں اسٹومیٹا بند ہونے لگتے ہیں۔ جس سے Co_2 کا حصول کم ہونے لگتا ہے۔اس کے بعد پانی کی کمی اور Co_2 کی محدود فراہمی کے نتیجے میں فوٹو سینتھسس میں کمی واقع ہوتی ہے۔

درجہ حرارت(Temperature) بھی فوٹو سینتھسس پر اثر انداز ہوتا ہے۔ درجہ حرارت پودوں میں دوسرے فعلیاتی عمل جیسے ریسپریشن وغیرہ کو بھی متاثر کرتا ہے کاربن ڈائی آکسائیڈ کا ارتکاذ بھی فوٹو سینتھسس کی شرح پر اثرانداز ہوتا ہے۔کاربن ڈائی آکسائیڈ کے ارتکاذ میں اضافہ سے فوٹو سینتھسس کے عمل میں بھی اضافہ لایا جاسکتا ہے۔ لیبارٹری یا تجرباتی طور پر ایک محدود حصے جیسے گرین ہاؤز (Green house)وغیرہ میں تو اس طرح کے عمل یعنی Co_2 کے ارتکاز میں اضافہ سے فوٹو سینتھسس میں اضافہ کیا جانا ممکن ہے لیکن باہر یعنی قدرتی طور پر کھیت وغیرہ اس طرح نہیں کیا جاسکتا۔ تاہم پودوں کو گھنے طور پر اگانے (Dense Planting)اور ان کی قامت(Height)موزوں حد تک متعین کرتے ہوئے Co_2 کی دستیابی کو بہتر بنایا جاسکتا ہے جس سے فوٹو سینتھسس کی شرح میں اضافہ ممکن ہے۔اسی طرح زمین میں نامیاتی مادوں وافر فراہمی اور زمینی جانداروں(Soil micro organism)کی کارکردگی سے Co_2 کی فراہمی کو بڑھایا جاسکتا ہے۔

فوٹو سینتھسس روشنی کی عدم موجودگی میں انجام نہیں پاتا۔ روشنی میں اضافہ کے ساتھ فوٹو سینتھسس کی شرح میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔ قدرتی طور پر ہوا میں Co_2 کا ارتکاز 330ppm ہوتا ہے۔اس ارتکاذ پر درجہ حرارت 20^oC ہو یا 30^oC کوئی اثر نہیں پڑتا۔ جب یہ ارتکاذ بڑھ کر 660ppm ہو جاتا ہے اور روشنی(Irradiance)کی سطح بھی $500\ wm^{-2}$ ہو جاتی ہے تو فوٹو سینتھسس کی شرح بڑھنے لگتی ہے اس سطح سے زیادہ کی روشنی سے کوئی مثبت نتیجہ نہیں ہوتا۔ تاہم Co_2 کی 660ppm سطح پر درجہ حرارت 20^oC سے 30^oC کر دیا جائے۔اور روشنی(Irradiance)کی سطح بھی بڑھادی جائے تو فوٹو سینتھسس کی شرح میں اضافہ ہوتا ہے۔

Co_2 روشنی(Irradiance)اور درجہ حرارت کے علاوہ دوسری چیزیں جو فوٹو سینتھسس کی شرح پر اثر انداز ہوتی ہیں ان میں ایسے عناصر(Elements)شامل ہیں جو پودوں کی نشو نما کیلئے لازمی سمجھے جاتے ہیں جیسے مینگنشیم(mg)، لوہا(Fe)، کاپر(Cu)، کلورائیڈ، مینگنیز(Mn)اور فاسفورس(P)،ان عناصر کی کمی سے فوٹو سینتھسس کے عمل میں بھی خامیاں ظاہر ہوتی ہیں۔



Irradiance, Wm^{-2}

ہوائی آلودگی لانے والی اشیاء(Air pollutants) بھی فوٹو سینتھسس پر مضر اثر ڈالتی ہیں۔ بعض گیسوں کا جمع ہو جانا یا ارتکاز میں زائد ہو جانا عارضی طور پر فوٹو سینتھسس کے عمل کو روک سکتا ہے ۔ اس طرح کے Pollutants میں اوزون(Ozone)، ہائیڈروجن فلورائیڈ، سلفر ڈائی آکسائیڈ اور سورج کی روشنی کے عمل سے ہائیڈروکاربن کی تکسید اور نائیٹروجن کی تکسید سے پیدا ہونے والے مادے ہیں۔ یہ تکسیدی مادے پیچیدہ نوعیت کے ہوتے ہیں اور انہیں Chemical smog سے بھی موسوم کیا جاتا ہے۔

Leaf Age پودوں کی عمر:

پودے جیسے بڑھتے جاتے ہیں ان کے پتوں کی فوٹو سینتھسس کی صلاحیت میں بھی اضافہ ہوتا رہتا ہے۔ یہاں تک کہ وہ پورے طور پر نشو نما پا لیتے ہیں۔ اس کے بعد ان میں صلاحیت میں کمی آنے لگتی ہے۔ پرانے اور پیلے پڑنے والے پتوں میں کلوروفل کی عدم موجودگی سے پتوں کی صلاحیت میں کمی آجاتی ہے یا بالکلیہ مفقود ہو جاتی ہے۔

5.2.3 کاربوہائیڈریٹ کی منتقلی(Carbohydrate Translocation)

پودوں کے اندر فوٹو سینتھسس کے ذریعے بننے والے کاربوہائیڈریٹ کی پتوں سے دوسرے حصوں کی منتقلی بھی فوٹو سینتھسس کے عمل پر اثر انداز ہوتی ہے۔ یہ عام طور پر دیکھا جاتا ہے نمو پاتے ہوئے tubers، بیجوں(Seeds)، یا پھلوں(Fruits) کو پودوں سے توڑ لیا جائے تو فوٹو سینتھسس میں کمی واقع ہوتی ہے۔ یہ کمی خاص طور پر دوسرے متصل(Adjacent) پتوں میں دیکھی جاتی ہے۔ جو ان پتوں کے قریب ہیں جہاں سے کاربوہائیڈریٹ منتقل ہوئے تھے۔ اس کے برخلاف بعض پودے ایسے ہیں جن میں فوٹو سینتھسس کی شرح بہت زیادہ ہوتی ہے اس سے ان میں Co_2 کے حصول کی شرح میں برقراری میں مدد ملتی ہے۔ بسا اوقات یہ دیکھنے میں آتا ہے کہ پتوں پر اگر Pathogen کا بہت زیادہ حملہ ہوا اور پتے متاثر ہو جائیں تو پتے اپنے پودے کے دوسرے حصوں کو کاربوہائیڈریٹ نہیں دے سکتے بلکہ حملہ آور Pathogen ہی اس کو اپنی غذا بنا لیتے ہیں۔ ایسی صورت حال میں متاثرہ پتوں کے نزدیک واقع صحت مند پتے بتدریج زیادہ رفتار سے

فوٹو سینتھسس انجام دینے لگتے ہیں۔ ایسا لگتا ہے کہ متاثرہ پتوں سے کاربوہائیڈریٹ کی Pathogen کو فراہمی دوسرے پتوں میں فوٹو سینتھسس کے عمل کو تیز کرنے کا باعث بنتی ہے۔

5.2.4 پودوں میں فوٹو سینتھسس کی صلاحیت

پودے اپنی فوٹو سینتھسس کی صلاحیت میں یکساں نہیں ہوتے۔ مختلف پودوں میں یہ شرح مختلف ہے۔ سورج سے حاصل ہونے والی ساری کی ساری توانائی پودوں کی جانب سے حاصل کی جاکر کیمیائی توانائی میں تبدیل نہیں ہو پاتی۔ سورج کی روشنی کا جو قابل استعمال حصہ ہے اس کا صرف 0.1 سے 0.3% حصہ ہی پودوں کے استعمال میں آتا ہے۔ تاہم کاشتکاری یا زراعت میں جہاں پانی، کھاد وغیرہ کی مناسب دستیابی کا بھرپور خیال رکھا جاتا ہے سورج کی توانائی کے قابل استعمال حصہ کا 2تا3% حصہ پودے استعمال کرتے ہیں اور اس کو پودوں کا جزو بدن بنا سکتے ہیں۔ اس سے بہتر حالات کی فراہمی میں یہ حصہ 6%تا10% بھی دیکھا گیا ہے۔ اس طرح زرعی شعبہ میں بہتر طریقۂ کاشت کے اپنانے سے جس میں پانی کی وافر مقدار میں دستیابی، بہتر کھاد کی فراہمی اور دیگر ضروریات کا پورا کرنا ہے فصلوں کی پیداوار میں قابل لحاظ اضافہ لایا جاسکتا ہے۔ اس طرح زرعی ماہرین (Agronomists) اور (Soil scientists) شامل ہیں بہتر طریقۂ کاشت کاری کے ذریعے فصلوں میں فوٹو سینتھسس کی شرح میں اضافہ لاتے ہوئے فصلوں کی زرعی پیداوار میں اضافہ کر سکتے ہیں۔

ایک سوال یہ ہو سکتا ہے کہ کاشتکاری میں اگر پانی کی مقدار، غیر نامیاتی کھاد اور کیڑوں و بیماریوں کا کوئی مضر اثر نہ ہونے دیا جائے تو آیا زرعی پیداوار کی کی جاسکتی ہے؟ اس کے جواب کیلئے فوٹو سینتھسس کے عمل میں کیمیائی اور طبقاتی پہلوؤں کی جانکاری ضروری ہے۔ فوٹو سینتھسس کی شرح اوپر دئے گئے عوامل کے قطع نظر سورج کی روشنی کی تیزی (Intensity) کاربن ڈائی آکسائیڈ کے ارتکاز اور درجہ حرارت پر منحصر ہوتی ہے۔ فوٹو سینتھسس کی مقداری ضرورت (Quantum requirement) کا اندازہ بھی اس ضمن میں درکاری ہے۔ اگر یہ مان لیا جائے کہ یہ مقداری ضرورت 10 ہے یعنی Co_2 کے ایک سالمہ کو CH_2o میں تبدیل کرنے کے لئے 10 فوٹان کی توانائی کی ضرورت ہے جو Co_2 کے ہوا میں 0.03% ارتکاز اور 20^oC درجہ حرارت پر ہے۔ عوامل کی اس سطح پر (C. Loomin and Williams 1963) نے یہ حساب لگایا کہ سورج کی روشنی کی ہر جول (Per joule) توانائی سے 3.3µg کاربوہائیڈریٹ (CH_2o) بنتے ہیں۔

کسی بھی مقام پر پودوں کی پیداواری صلاحیت (Productivity level) جاننے کے لیئے اس مقام پر دستیاب روزآنہ سورج کی روشنی کی مقدار کا معلوم ہونا ضروری ہے۔ اس طرح کی معلومات متعلقہ موسمی حالات کی جانکاری والے مراکز (Meteorological Stations) سے حاصل کی جاسکتی ہیں۔ اسی طرح کا ایک حاصل کیا ہوا مواد (Data) ذیل کے جدول A۔ جدول میں دیا گیا ہے جو اگرچیکہ ہمارے ملک کا نہیں بلکہ ممالک متحدہ ہائے امریکہ کا ہے۔ اس جدول میں سوروج کی روشنی کی مقدار کا احاطہ کیا گیا جو 100 دنوں کا اوسط ہے۔

یہ جون کی پہلی تاریخ سے ستمبر کی 8 تاریخ تک کا Data ہے یہ وہ وقت ہے جب وہاں پر کئی فصلیں جیسے مکئی (Maize)، سویا بین (Soybean) اور دوسری فصلوں کی کاشت ہوتی ہے۔ اس جدول کی رو سے $21Mjm^{-2}day^{-1}$ سورج کی روشنی اوسط فصلوں کے

کاشت کاری کے عرصہ میں دستیاب ہوتی ہے اب اس قیمت کے لحاظ سے 3.3µg کاربوہائیڈریٹ فی جول سورج کی روشنی کے حساب سے 69gCH_2o فی مربع میٹر پیداوار (Productivity) ہوسکتی ہے۔

اب ان تخمینوں (Estimates) کا اصل پیداوار سے تقابل کی غرض سے چند فصلوں کا (Data) لیا گیا جو جدول (B) میں پیش ہے۔ اس جدول میں مختلف اجناس کی فصلیں جس میں گیہوں، چاول، نیشکر، مکئی شامل ہیں اور دو جانوروں کے چارے (Forage Crops) کی فصلیں شامل ہیں۔ اس میں ان فصلوں سے حاصل کردہ حقیقی پیداوار (Net Productivity) اور پھر ان کی پیداواری صلاحیت (Potential Productivity) دی گئی ہے۔ ان کا تقابل کرنے سے پتہ چلتا ہے کہ گیہوں میں پیداوار اس کی صلاحیت کا صرف 3.3% ہے جبکہ یہی صلاحیت بھرپور کاشتکاری (Intensive Agriculture) کی صورت میں 10.3% ہے۔ چاول میں عالمی اوسط پیداوار کے لحاظ سے 3.8% ہے جبکہ بھرپور کاشتکاری کی صورت میں یہ 10.4% ہے۔ نیشکر میں عالمی اوسط کے اعتبار سے یہ 6.7% اور بھرپور کاشتکاری (Intensive Agriculture) کی صورت میں یہ 26.3% ہے۔ مکئی میں یہ پیداوار کی پیداواری صلاحیت 38.5% تھی جبکہ دو جانوروں کے چارے کی فصلیں Napier gram اور جوار (Sorghum) میں علی الاترتیب 37% اور 31.4% تھی۔ واضح ہو کہ Intensive Agriculture سے مراد یہاں وہ کاشتکاری ہے جس میں کاشت کاری کے ہر پہلو پر پوری پوری اور بہتر توجہ دیجاتی ہے۔ چاروں کی فصلوں میں پیداوار کا زیادہ ہونا اس وجہ سے ہو سکتا ہے کہ اجناس کی فصلوں کے مقابل میں یہ فصلیں بہت گھنی (Dense) اگائی جاتی ہیں۔

Table: Solar Radiation Received at US Locations (for 100days June 1 to September 8)

Location	Means Solar radiation MJm-2 day-1	Days with radiation exceeding 21 MJm-2day-1
Annette, Alaska (62°N)	12.4	29
Amen, lowa (42°N)	20.8	66
Washington, D.C. (39°N)	21.9	61
Shrevepot, Longiana (33°N)	22.4	70
Spokane, Washington (48°N)	26.0	79
Davia, California (39°N)	28.5	99
Albuquerence, New Meximo (35°N)	28.5	94

Table B: Comparison of Potential Productivity with Observed Productivity.

Plants	Daily net Productivity (gm-2)	Percentage of Potential Productivity (69 gm-2)
Wheat, World average	2.3	33
Wheat, Intensive agriculture	8.3	10.8
Rice World average	2.7	3.8
Rice, Intensive agriculture	8.0	10.4
Sugar cane, World average	4.7	6.7
Sugar caneIntensive agriculture	18.4	26.3
Maize	27.0	38.5
Napier grass (Pennisetum peurpurenm)	26.0	37.0
Sorghum (Sorghum vulgare)	22.0	31.4

(Source: Introductory Plant Physiology by E.Ray Noggle and George J. Fritz)

5.2.5 فوٹو سینتھسس کی شرح(Photosynthetic Rate)

مختلف پودوں کی فوٹو سینتھٹک شرح(Photosynthetic rates)جو دراصل فوٹو سینتھسس کی صلاحیت ہے اپنے جائے وقوع کے لحاظ سے پودوں میں مختلف ہوتی ہے۔ پتوں کی فوٹو سینتھٹک صلاحیت(Leaf Photosynthetic capacity)کی تعریف کیجائے تو دراصل یہ فوٹو سینتھسس کی شرح ہے جو اکائی پتے کے رقبہ میں واقع ہوتی ہے جب روشنی، کاربن ڈآئی آکسائیڈ، آکسیجن اور درجہ حرارت مناسب (Optimum)درجہ میں ہوں اس صلاحیت میں روشنی کی مقدار، درجہ حرارت اور پانی کی دستیابی وغیرہ میں تبدیلیوں سے کمی بیشی واقع ہوتی رہتی ہے۔ پودے جو سازگار ماحول میں پرورش پاتے ہیں فوٹو سینتھسس کی شرح میں بھی آگے رہتے ہیں۔ عام طور C4 پودوں میں یہ صلاحیت زیادہ ہوتی ہے جبکہ CAM پودوں میں یہ شرح کم ہوتی ہے جدول میں مختلف پودوں میں پائے جانے والی فوٹو سینتھٹک شرح کو پیش کیا گیا ہے۔

قدرتی حالات میں اہم پودوں میں فوٹو سینتھسس کی شرح

Maximum Photosynthetic Rates of Major Plants types Under Natural Conditions.

Type of Plant	Example	Maximum Photosynthesis (Co_2 Fixed) ($\mu molm^{-2}S^{-1}$)
CAM	*Agave americana*	0.6-2.4
Tropical, Subtropical and Mediterranean evergreen trees and shrubs; temperature zone evergreen conifers	*Pinus sylvestries*	3-9
Temperate Zone deciduous trees and Shrubs	*Fagus sylvatica*	3-10
Temperate Zone herbs and C3 pathway crop plants	*Glycine max*	10-20
Twelve Herbaceous alpine plants	*Ligusticum mutellina*	10-24
Tropical grasses, dicot and sedges with C4 pathway	*Zea mays*	20-40

Source: Frank B. Salisbury & Cleon W. Ross

5.2.6 فوٹو سینتھسس اہم پودوں میں (Photosynthetic Characters of Major Plant Crops)

C3، C4 اور CAM گروپ کے پودے جو اپنی فوٹو سینتھٹک شرح میں یکساں نہیں ہیں فوٹو سینتھسس سے متعلق خصوصیات میں بھی مختلف نوعیت کے ہوتے ہیں۔ان کے باہمی فرق کو ذیل کے جدول میں ظاہر کیا گیا ہے۔

CAM،C4،C3پودوں کے فوٹو سینتھسس خصوصیات

Characters	C3	C4	CAM
Leaf Anatomy	No district bundle sheath of Photosynthetic cells Rubisco	Well organized bundle sheath rich in organelles PEP Carboxylase then rubisco	Usually no Palisade cells, large Vacuoles in mesophyll cells Darkenem: PEP carboxylase light: mainly, rubisco
Carboxylating enzyme (Co_2: ATP: NADPH) Theoretical energy requirement	1:3:2	1:5:2	1:6.5:2
Transpiration ratio	450-950	250-350	18-105
Leaf Chlorophyll a to be ratio	2.8±0.4	3.9±0.6	2.5-3.0
Requirement for Na^+ as a micronutrient	No	Yes	Yes
Co_2 compensation point	30-70	0-10	0-5 in dark
Photosynthesis inhibited by 21% O_2	Yes	No	Yes
Photo respiration detectable	Yes	Only in bundle sheath	Detectable in Late afternoon
Optimum temperature for Photosynthesis	15-25°C	30-47°C	35°C
Dry matter production tons / hectare / year	22±0.3	39±17	Law and Highly variable

Source: Plant Physiology by Frank B. Salibury & Clean WO Ross.

5.2.7 پودوں میں پیداواری صلاحیت(Productivity)

سطور بالا سے یہ بات واضح ہو گئی کہ پودوں میں جو پیداواری صلاحیت ہوتی ہے وہ پوری کی پوری عمل آوری میں نہیں آتی۔ عام طور پر سورج کی توانائی کا کوئی 0.1%تا1.0% حصہ ہی پودوں میں نامیاتی مادوں میں مبدل ہوتا ہے۔ یہ حصہ 6%تا10% بھی ہو سکتا ہے اگر

پودوں کی اچھی طرح نگہداشت(Intensive Cultivation)کیجائے۔زیادہ سے زیادہ جس حد تک سورج کی روشنی کی کیمیائی توانائی میں تبدیلی ہوسکتی ہے وہ 30% ہے۔ اس طرح عام طور پر کیجانے والی روایتی کاشت کاری اور پوری نگہداشت(Intensive agriculture)والی کاشت کاری میں حاصل ہونے والی پیداوار(Productivity)میں کافی تفاوت ہے۔اس طرح کے ت تفاوت یا فرق کا سبب کاشتکاری کے مروجہ طریقے ہیں جو روایتی کاشت کاری میں انتہائی قدیم اور از کار رفتہ طرز کے ہیں جب کہ عصری کاشت کاری میں ترقی یافتہ طریقوں کی بدولت پیداوار میں کئی گنا اضافہ لایا جاتا ہے۔انتہائی عصری طرز کی کاشتکاری میں تو مناسب کھاد، پانی کی فراہمی، کیڑوں اور بیماریوں پر کنٹرول کے علاوہ دیگر ماحولیاتی عناصر جیسے بارش، روشنی، رطوبت اور درجہ حرارت پر بھی کنٹرول کے ذریعے پودوں میں فوٹو سینتھسس کے عمل میں بہتری لائی جارہی ہے۔Green house cultivationاس کی ایک مثال ہے۔

پودوں میں ان کی پیداوار صلاحیت(Productivity) بڑھانے مین پلانٹ بریڈرس(Plant Breeders)کا بھی بڑا دخل ہے جو فصلوں کے نت نئے اقسام کو فروغ دے رہے ہیں۔ پودوں کی قامت اور جسامت کو کنٹرول کرتے ہوئے ایسے اقسام فروغ دیئے گئے ہیں جن کی درازی کم ہوتی ہے(Dwarf)اور یہ سیدھے(Erect)ہوتے ہیں آپس میں پھیلنے نہین پاتے اور پودے ایک دوسرے پر سایہ انداز نہیں ہوتے ان کے پتے بھی ایسے زاویے کے ہوتے ہیں کہ ان پر زیادہ سے زیادہ سورج کی روشنی پڑتی ہے۔ان سب عوامل سے بھی ان میں فوٹو سینتھسس کی شرح زیادہ ہوتی ہے جس سے پیداوار میں خاطر خواہ اضافہ ہوتا ہے۔اپنی خصوصیات کے بناء کئی فصلوں سے گیہوں، دھان، مکئی اور جوار وغیرہ میں پیداوار صلاحیت میں بے پناہ اضافہ ہوا۔ پلانٹ بریڈرس کی اپنی کوششوں کی وجہ سے زراعت میں سبز انقلاب(Green revolution)آیا۔ سبز انقلاب بہتر پیداواری صلاحیت کے حامل پودوں اور پھر ان کی بہتر نگہداشت جیسے پانی و کھاد کی مناسب فراہمی اور پودوں کے تحفظ کے امتزاج سے عمل میں آیا۔ ابتداً فصلوں میں عام طور پر زیادہ یا طویل مدت(Long duration)کی اقسام زیر کاشت ہوا کرتی تھیں اب ان کی جگہ قلیل مدتی اقسام(Short duration varieties)نے لے لی ہے جو کم مدت میں زیادہ پیداوار دیتی ہیں اس سے سال میں اسی خطۂ زمین سے کئی فصلیں حاصل کی جاسکتی ہیں۔ قلیل مدتی اقسام اپنی قامت میں بھی کم ہوتی(Short stature)ہیں۔ان کے اس مختصر قد(Short height)کے کئی فائدے ہوتے ہیں ایک تو اکائی رقبہ میں زیادہ پودے اگائے جاسکتے ہیں پھر ان میں کیڑوں وغیرہ کے تحفظ کا بھی آسانی سے انتظام(Plant protection)کیا جاسکتا ہے۔ان کی کٹوائی(Harvesting)بھی بہ سہولت ہو جاتی ہے۔ بلکہ اس کیلئے مناسب مشنیری کا بھی استعمال کیا جاسکتا ہے۔

قلیل مدتی اور کم قد والے اقسام(Dwarf verities)سال1960ء کے بعد بہت سے فصلوں میں فروغ دیئے گئے۔ جس سے ان فصلوں کی پیداوار میں ایک ڈرامائی تبدیلی ہوئی۔اس تبدیلی کو ہی سبز انقلاب(Green revolution)سے موسوم کیا گیا۔

5.2.8 زراعت میں توانائی کا استعمال(Energy uses in agriculture)

سبز انقلاب کے نتیجے میں فصلوں کی پیداوار میں زبردست اضافہ ہوا جو بہتر بیج، آبپاشی، کھاد، پودوں کے تحفظ، غیر ضروری پودوں کے تدارک(Herbicides)مشنیری کے استعمال اور بہتر ٹرانسپورٹ کی سہولتوں کو اپنانے کا مرہون منت ہے۔اس سلسلے میں ذیل کے جدول میں اعداد و شمار پیش کیئے جاتے ہیں جو سال1945 اور سال1970 کے ہیں اور یہ امریکہ میں مکئی کی کاشت کے متعلق ہیں۔1945ء

میں مکئی کی روایتی اقسام کاشت کیجاتی تھیں جبکہ 1970ء میں سبز انقلاب کی لانے والی اقسام اور نئے طریقہ کاشت کو زیر عمل لایا گیا۔ جدول سے یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ زیادہ نگہداشت (Intensive agriculture) کے تحت کاشتکاری کی ہر ایک چیز یعنی بیج سے لیکر ذرائع حمل و نقل میں کئی گناہ اضافہ عمل میں آیا۔ انسانی محنت (Human labour) میں البتہ کمی واقع ہوئی چونکہ اس کی جگہ مشنیری نے لے لی تھی۔ جدول کے آخری کالم میں کاشت کاری کے عوامل کو توانائی (Energy) میں تبدیل کر کے بتایا گیا ہے تاکہ ان میں تقابل کیا جاسکے۔ ایک لیٹر گیاسولین کی توانائی 40MJ کے برابر ہوتی ہے۔ Pimentel اور ان کے ساتھیوں نے دوسرے تمام عوامل کی بھی توانائی میں تبدیلی (Convent) کی۔

جدول کو دیکھنے سے پتہ چلتا ہے کہ زرعی شعبہ میں زیادہ پیداوار لانے کے لئے توانائی (Energy) کے استعمال میں اضافہ کیا گیا۔ ایک ہیکٹر مکئی کی کاشت کے لیئے کوئی 30,000MJ توانائی کا صرفہ ہوا جو 750 لیٹر گیاسولین کی توانائی کے برابر ہے۔ اس سے پیداوار میں بھی کافی اضافہ ہوا جو 1945 میں 2140 سے 1970 میں 5100kg/ha ہوگئی۔ اس سے پتہ چلتا ہیکہ زراعت میں توانائی کی ایک قابل لحاظ مقدار صرف ہوتی ہے۔

Energy input in the Production of 1 Hectare of Maize

	1945	1970	Energy requirements 1970 (MJ)
Human Labour (h)	57	22	50
Machinery (MJ)	1863	4360	4360
Gasoline (liter)	140	206	8264
Nitrogen (kg)	8	106	9758
Phosphorus (Kg)	8	35	487
Potassium (kg)	6	67	727
Seeds (Kg)	10	21	705
Irrigation (MJ)	196	351	352
Insecticides (Kg)	0	1	104
Herbicides (Kg)	0	1	104
Drying (MJ)	103	1042	1044
Electricity (MJ)	331	3208	3214

Transport (MJ)	207	724	726
Total energy inputs	--	--	30042MJ
Maize Yield (Kg	2140	5100	

Source: G. Ray Noogle & George J. Fritze

مکئی کی طرح سے دوسری فصلوں میں توانائی کی اتنی کھپت نہیں ہوتی ہے جیسے سویابین میں مکئی کی بہ نسبت 10تا20 فی صد کم توانائی لگتی ہے چونکہ اسمیں کھاد کی ضرورت کم ہوتی ہے۔دوسری فصلوں جیسے دھان جو آبپاشی کے تحت انڈونیشا، چین اور برما میں زیر کاشت ہوتا ہے ۔اپنی پیداوار سے کاشت کاری میں صرف ہونے والی توانائی سے 20 گناہ زیادہ پیداوار دیتا ہے۔

5.3 اکتسابی نتائج(Learning Outcomes)

سبز پودے سورج کی توانائی کو اپنے میں سمو کر کیمیائی توانائی میں تبدیل کرتے ہیں اس عمل کو فوٹو سینتھسس کہا جاتا ہے۔اس عمل کے دوران پودوں میں سادہ کاربوہائیڈریٹ بنتے ہیں اور فضاء میں آکسیجن کا اخراج ہوتا ہے۔یہی سادہ کاربوہائیڈریٹ مزید تعاملات کے نتیجے میں پیچیدہ مرکبات جیسے لیپڈس(Lipids)، نیوکلک ایسڈ(Nucleic acid) پروٹین اور دوسرے نامیاتی سالمات میں بدل جاتے ہیں۔

پودے اپنی فوٹو سینتھسس کی صلاحیت میں یکساں نہیں ہوتے بلکہ ان کی اس صلاحیت میں ان کے جائے وقوع(Habitat) اور ماحولیاتی عناصر جیسے درجہ حرارت، پانی کی دستیابی اور پھر خود پودوں کی شکلیاتی خصوصیات کا بھی دخل ہے۔

فوٹو سینتھسس عمل کے بارے میں یوں تو ابتدائی معلومات حاصل تھیں لیکن اس پر تحقیقی کام سال 1930 کے بعد ہوا۔ابتدائی سائنس دانوں میں Robert Mayer (1845) نے اس پر کافی کام کیا۔ بعد ازاں 1930 کے بعد اس پر کام کرنے والوں میں C.B. Van Neil کا نام آتا ہے جس نے اس بات کو پایہ ثبوت کو پہونچایا کہ فوٹو سینتھسس میں فضاء میں آزاد ہونے والا آکسیجن پانی سے آتا ہے۔

فوٹو سینتھسس پر اثرانداز ہونے والے عوامل میں سب سے اہم پانی کی دستیابی ہے پانی کی عدم دستیابی پر پتوں میں اسٹومیٹا بند ہونے لگتے ہیں جس سے Co_2 کا انجذاب کم ہو جاتا ہے۔ پانی اور Co_2 کی محدود فراہمی سے فوٹو سینتھسس کی شرح بھی گھٹ جاتی ہے۔ درجہ حرارت، Co_2 کے ارتکاز، زمین میں نامیاتی مادوں کی دستیابی اور زمینی جانداروں(Soil Microorganisms) بھی فوٹو سینتھسس پر اثرانداز ہوتے ہیں۔

پودوں کی عمر کا بھی اس عمل پر اثر پڑتا ہے۔ ہوائی آلودگیاں بھی اسے متاثر کرتی ہیں۔ان میں اوزون گیس، ہائیڈروجن فلورائیڈ اور سلفر ڈائی آکسائیڈ کا زیادہ مقدار میں جمع ہو جانا شامل ہے جس سے فوٹو سینتھسس کا عمل متاثر ہوتا ہے۔ پودوں میں کاربوہائیڈریٹ کی منتقل کا عمل بھی فوٹو سینتھسس پر اثرانداز ہوتا ہے۔

فوٹو سینتھسس کی صلاحیت یا شرح میں اضافہ بھی ممکن ہے۔ خاص طور پر زرعی شعبہ یا کاشتکاری میں فصلوں کی پیداوار صلاحیت کو بڑھایا جاسکتا ہے۔ یہ اضافہ پانی کی بہتر فراہمی، کھاد کی مناسب فراہمی اور کاشت کاری کے جدید طریقوں کو اپنا کر کیجاسکتی ہے۔ کاشتکاری کو بھر پور توجہ دیجائے(Intensive agriculture) تو پودوں کی پیداواری صلاحیت(Productivity) میں قابل لحاظ اضافہ لایا جاسکتا ہے۔

5.4 کلیدی الفاظ(Keywords)

فوٹو سینتھسس، ابتدائی تحقیقی کام، بیکٹیریا پر کام، فوٹو سینتھسس پر اثر انداز ہونے والے عوامل، فوٹو سینتھسس صلاحیت یا شرح، فوٹو سینتھسس کا زراعت پر اثر، سبز انقلاب(Green revolutions).

5.5 نمونہ امتحانی سوالات(Model Examination Questions)

5.5.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات(Objective Answer Types Questions)

1۔ فوٹو سینتھسس کا عمل۔۔۔۔۔۔انجام پاتا ہے۔

(a)۔سبز پودوں میں (b)۔بیکٹیریا میں (c)۔وائرس میں (d)۔ادنی پودوں میں

2۔ فوٹو سینتھسس کے عمل میں پودوں میں۔۔۔۔۔۔بنتے ہیں۔

(a)۔چربی (b)۔وٹامن (c)۔پروٹین (d)۔کاربوہائیڈریٹ

3۔ روئے زمین پر موجود جانداروں کے مجموعہ کو۔۔۔۔۔۔۔۔کہتے ہیں۔

(a)۔نباتات (b)۔حیوانات (c)۔حشرات (d)۔Biosphere

4۔ فوٹو سینتھسس میں سورج کی توانائی۔۔۔۔۔۔۔میں تدیل ہوتی ہے۔

(a)۔کاربن ڈائی آکسائیڈ (b)۔آکسیجن (c)۔نائیٹروجن (d)۔کیمیائی توانائی

5۔ فوٹو سینتھسس۔۔۔۔۔۔۔۔کی عدم موجودگی میں انجام نہیں پاتا۔

(a)۔اندھیرا (b)۔آکسیجن (c)۔نائیٹروجن (d)۔روشنی

6۔ روشنی کی شرح بڑھادی جائے تو فوٹو سینتھسس کی شرح میں اضافہ ہوتا ہے۔ صحیح یا غلط

7۔ ہوائی آلودگی سے فوٹو سینتھسس پر اچھا اثر پڑتا ہے۔ صحیح یا غلط

8۔ پودوں کے عمر کے ساتھ فوٹو سینتھسس کی صلاحیت گھٹ جاتی ہے۔ صحیح یا غلط

9۔ تمام پودے اپنی فوٹو سینتھسس صلاحیت میں یکساں ہوتے ہیں۔ صحیح یا غلط

10۔ سبز انقلاب کے نتیجے میں فصلوں کی پیداوار میں زبردست کمی ہوئی۔ صحیح یا غلط

5.5.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات(Short Answer Type Questions)

1۔ فوٹو سینتھسس سے کیا مراد ہے۔اس پر ہوئے ابتدائی تحقیقی کام پر روشنی ڈالیں۔

2۔ زراعت میں توانائی کے استعمال کو اجاگر کریں۔

3۔ فوٹو سینتھسس پر کام کے ضمن میں بیکٹیریا پر ہوئے کام کا جائزہ لیں۔

4۔ پودوں کی فوٹو سینتھسس صلاحیت پر نوٹ تحریر کریں۔

5۔ سبز انقلاب پر روشنی ڈالیں

5.5.3 طویل جوابات کے حامل سوالات(Long Answer Type Questions)

1۔ پودوں کی عمر اور پودوں میں کاربوہائیڈریٹ کی منتقلی کس طرح فوٹو سینتھسس کو متاثر کرتی ہے۔

2۔ فوٹو سینتھسس کی صلاحیت کو کونسے عوامل متاثر کرتے ہیں کسی دو کے بارے میں لکھیں۔

3۔ سبز انقلاب(Green revolution) کے بارے میں لکھیں۔

4۔ زراعت میں توانائی کا استعمال(Energy uses in agriculture) پر روشنی ڈالیں۔

Key: 1. A 2.D 3.D 4.D 5.D

6.صحیح 7.غلط 8.صحیح 9.غلط 10.غلط

اکائی6: شعاعی ترکیب۔II، پگمنٹس کا بیان

(Photosynthesis – II and Pigments)

اکائی کے اجزاء

6.0 تمہید

6.1 مقاصد

6.2 فوٹو سینتھسس

6.2.1 فوٹو سینتھسس کی اہمیت

6.2.2 پودوں میں فوٹو سینتھسس عمل کی صلاحیت

6.2.3 فوٹوسینتھٹک پگمنٹس

6.2.4 فوٹوسینتھٹک پگمنٹس کی ساخت، کلوروفل

6.2.5 کیاروٹینائیڈس

6.2.6 زانتھوفلس

6.2.7 کلوروپلاسٹ میں پگمنٹس کی جگہیں

6.2.8 سورج کی روشنی کا انجذاب

6.2.9 ریڈ ڈراپ اور ایمرسن ایفکٹ

6.2.10 دو پگمنٹس والا نظام

6.3 اکتسابی نتائج

6.4 کلیدی الفاظ

6.5 نمونہ امتحانی سوالات

6.5.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات

6.5.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات

6.5.3 طویل جوابات کے حامل سوالات

6.0 تمہید(Introduction)

فوٹو سینتھسس(Photosynthesis)سبز پودوں میں انجام پانے والااہم عمل ہے جس می پودے سورج کی روشنی میں کاربن ڈائی آکسائیڈ اور پانی سے کاربو ہائیڈریٹس بناتے ہیں۔ یہ سادہ کاربوہائیڈریٹ مزید تعاملات کے بعد دوسرے پیچیدہ مرکبات جیسے لپڈس(Lipids)، پروٹین(Protein)وغیرہ بن جاتے ہیں۔ فوٹو سینتھسس ایک تعمیری عمل(Anabolic Process)ہے۔ اس کے نتیجے میں بننے والے مرکبات پودے کے دوسرے حصوں میں منقسم ہو جاتے ہیں۔ سبھی پودے اپنی فوٹو سینتھسس کی صلاحیت میں یکساں ہیں ہوتے ویسے یہ عمل خود بھی کئی بیرونی عوامل جیسے Co_2، پانی اور سورج کی روشنی وغیرہ پر منحصر ہوتا ہے۔ اس عمل میں پودوں میں پائے جانے والے لون(Pigments)مددگار ہوتے ہیں۔ ان(Pigments)میں زیادہ تر کلوروفل اور پھر کیاروٹن، زانتھوفلس وغیرہ ہوتے ہیں۔ یہ الگ الگ خصوصیات کے حامل ہوتے ہیں۔ ان میں سورج کی روشنی کے انجذاب کے صلاحیت بھی الگ الگ ہے۔ پودوں میں دو پگمنٹ سسٹم(Pigment system)ہوتے ہیں جنہیں فوٹو سسٹم۔Iاور اور فوٹو سسٹم۔II بھی کہا جاتا ہے۔

6.1 مقاصد(Objectives)

اس باب میں حسب ذیل موضوعات کا احاطہ مقصود ہے۔

- ☆ فوٹو سینتھسس(Photosynthesis)
- ☆ فوٹو سینتھٹک پگمنٹس(Photosynthetic Pigments)
- ☆ فوٹو سسٹمIاور فوٹو سسٹمII(Photosystem-I, Photosystem-II)

ان موضوعات کا مطالعہ طالب علم کو فوٹو سینتھسس کے بارے میں جانکاری فراہم کریگا۔

6.2 فوٹو سینتھسس(Photosynthesis)

سبز پودے سورج کی توانائی کو کیمیائی توانائی میں جس عمل کے ذریعے تبدیل کرتے ہیں وہ فوٹو سینتھسس (Photosynthesis)ہے۔ اس عمل کے دوران کاربن ڈائی آکسائیڈ اور پانی سادہ کاربوہائیڈریٹ میں تبدیل ہو جاتے ہیں اور آکسیجن گیس فضاء میں خارج ہوتی ہے۔ یہ سادہ کاربوہائیڈریٹ مزید تعاملات کے نتیجے میں پیچیدہ مرکبات جیسے لپڈس، نیوکلک ایسڈس، پروٹین اور دوسرے نامیاتی مادوں میں بدل جاتے ہیں۔ یہ سارے مرکبات پودوں کے اعضاء یا مختلف حصوں جیسے، پتے، تنے، جڑوں، پھلوں، بیجوں اور دوسرے بافتوں میں تقسیم ہوتے ہیں۔

فوٹو سینتھسس کو کاربن اسی ملیشن(Carbon assimilation) بھی کہا جاتا ہے اور اس کو درج ذیل مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{Green Plant}]{\text{Light}} 6O_2 + C_6H_{10}O_6$$

Hexose Sugar

اس مساوات کو حالیہ عرصوں میں کچھ اس طرح ظاہر کیا جارہا ہے۔

$$6CO_2 + 10H_2O \xrightarrow[\text{Green Plant}]{\text{Light}} 6O_2 + 6H_2O + C_6H_{10}C_6$$

Hexose Sugar

($C_6H_{10}O_6$)گلوکوس کے ایک سالمہ میں(686 K.cal(2868KJ)توانائی ہوتی ہے۔

فوٹو سینتھسس ایک تعمیری عمل(Anabolic Process)ہے۔

6.2.1 فوٹو سینتھسس کی اہمیت(Importance of Photosynthetic)

☆ پودے اور پودوں کے مرکبات روئے زمین پر رہنے والے دوسرے جانداروں کیلئے غذائی ضروریات کی فراہمی کا ذریعہ ہیں۔ یہ غذائی اجناس، پھلوں اور ترکاریوں وغیرہ کا راست ذریعہ ہیں اور بالراست طور پر دودھ اور گوشت فراہم کرنے والوں جانداروں کیلئے چارہ فراہم کرکے انسانوں کی غذائی ضروریات کی تکمیل کرتے ہیں۔

☆ پودے غذائی اجناس کے علاوہ جانداروں کیلئے فضاء میں آکسیجن کا تناسب(Equilibrium)بنائے رکھتے ہیں جو فوٹو سینتھسس کے ذریعے ہی ہوتا ہے۔

☆ فوٹو سینتھسس غذائی اجناس کے علاوہ دوسری انسانی ضروریات جیسے لکڑی اور ایندھن کی فراہمی کا بھی ذریعہ ہیں۔

6.2.2 پودوں کی فوٹو سینتھسس عمل کی صلاحیت:

پودوں میں فوٹو سینتھسس کی صلاحیت کئی ایک عوامل پر منحصر ہوتی ہے۔ جیسے غیر نامیاتی اجزاء کی دستیابی، پانی کی فراہمی، کاربن ڈائی آکسائیڈ اور اس کے ساتھ ساتھ موزوں فضائی درجہ حرارت، سورج کی روشنی اور فضاء کا زہریلے عناصر سے پاک ہونا۔ یہ تمام چیزیں پودوں کے ارد گرد موجود ماحول(Environment)کا حصہ ہیں اور یہ حالات کے لحاظ سے بدلتے رہتے ہیں جس کے لحاظ سے پودوں کی فوٹو سینتھسس کی صلاحیت بھی بدلتی ہے۔ ان بیرونی عوامل کے علاوہ پودوں کے اندرونی عوامل جیسے لون(Pigments) کی موجودگی، خامروں کی سطح اور فوٹو سینتھسس کی بنیادی ضرورت، کلوروپلاسٹ کی حالت پر بھی اس عمل کا دار و مدار ہوتا ہے۔ کلوروپلاسٹ کو فوٹو سینتھسس کے آلہ(Apparatus)سے تعبیر کیا جاتا ہے۔

فوٹو سینتھسس کا عمل متذکرہ بالا عوامل کی موجودگی اور شراکت کا نتیجہ ہے۔ تاہم یہ نتائج تمام پودوں میں یک جیسے نہیں پائے جاتے۔ پودوں میں فوٹو سینتھسس کی صلاحیت(Efficiency)کو جانچنے کیلئے یہ دیکھا جاتا ہے کہ سورج کی روشنی جو پودوں پر پڑتی ہے اس سے پودوں میں کس قدر نامیاتی مادہ پیدا ہوتا ہے۔ اس کیلئے درج ذیل فارمولہ بروئے کار لایا جاتا ہے۔

$$\text{Efficiency of energy conversion} = \frac{\text{Energy content of plant material}}{\text{Solar energy available}}$$

یہاں یہ بات کا ذکر ضروری ہے کہ پودوں کے پیدا کردہ نامیاتی مادے کی توانائی اس کے احتراق(Combustion)سے حاصل کی جاتی ہے۔

اس طرح دیکھا جائے تو پتہ چلتا ہے کہ یہ صلاحیت بہت سے پودوں کیلئے صرف 2تا2.5 فی صد ہی ہے۔ بعض پودوں میں ایک مختصر عرصہ کیلئے اس کی قیمت 6تا10 فی صد بھی پائی گئی۔ لیاب میں اس کی قیمت 20تا25 فی صد بھی حاصل کی گئی۔ اس طرح کی کم صلاحیت کی وجوہات کئی ایک ہیں جیسے پانی کی کم فراہمی، بہت کم یا زیادہ درجہ حرارت، غیر نامیاتی اجزاء کی کمی (Deficiencies)، پودوں کی بیماریاں، کیڑے (Pest and diseases)، ناقص بیج اور غیر معیاری کاشتکاری کے طریقے۔ ان اُمور پر توجہ دی جائے اور انہیں بہتر بنایا جائے تو پودوں کی فوٹو سینتھسس صلاحیت میں بھی بہتری لائی جاسکتی ہے۔

6.2.3 Photosynthetic Pigments

فوٹوسینتھٹک پگمنٹ تین طرح کے ہوتے ہیں۔

(1)۔ کلوروفل (Chlorophyll)

(2)۔ کیاروٹین (Carotenoids)

(3)۔ فائیکو بلنس (Phycobillins)

☆ کلوروفل اور کیاروٹینائیڈس پانی میں حل پذیر نہیں ہوتے اور صرف نامیاتی محلل (Solvent) کے ذریعے حاصل کیئے جاسکتے ہیں۔

☆ فائیکو بلنس پانی میں حل پذیر ہیں۔

☆ کیاروٹینائیڈس میں کیاروٹین اور زانتھوفلس شامل ہیں۔ زانتھوفلس کو کیاروٹینالس (Carotenols) بھی کہا جاتا ہے۔

☆ مختلف لون (Pigments)، مختلف ویولینتھ (Wave lengths) کی روشنی جذب کرتے ہیں۔

☆ ان لون (Pigments) میں فلورسنس (Florescence) کی خاصیت ہوتی ہے۔

Photosynthetic Pigments in Plants:

عالم نباتات میں پگمنٹس سبھی پودوں میں ایک جیسے نہیں ہوتے۔ مختلف پگمنٹس مختلف پودوں میں منقسم ہیں۔ ذیل میں ان کا ایک جائزہ درج ہے۔

پگمنٹس (Pigments)	پودے جن میں یہ پائے جاتے ہیں
(1)۔ کلوروفل (Chlorophylls)	
کلوروفل۔a	تمام پودوں میں جن میں فوٹو سینتھسس کا عمل ہوتا ہے سوائے بیکٹیریا کے
کلوروفل۔b	اعلیٰ نباتات اور سبز الجی
کلوروفل۔c	ڈیاٹمس (Diatoms)، Dinoflagellates اور بھوری الجی
کلوروفل۔d	چند سرخی الجی
کلوروفل۔e	ٹرائبونیما (Tribonema) اور Vaucheria کے زواسپورس

بیکٹیریا کلوروفل۔a	لال اور سبز بیکٹیریا
بیکٹیریا کلوروفل۔b	لال بیکٹیریم (Rhodopsuedomonas) کی ایک قسم میں
بیکٹیریو کلوروفل۔c، dاور e	سبز بیکٹیریا
بیکٹیریو کلوروفل۔g	ہیلو بیکٹیریا (Heliobacteria)
کیاروٹینائیڈس (Carotenoids)	
کیاروٹین	زیادہ تر الجی اور اعلیٰ نباتات
زانتھوفلس	زیادہ تر الجی اور اعلیٰ نباتات
فائیکو بلنس (Phycobillins)	اودے سبز اور سرخ الجی
فائیکو اریتھرن (Phyocoerythrins)	اودے سبز اور سرخ الجی
فائیکو سیانن (Phycocyanin)	اودے سبز اور سرخ الجی
الوفائیکو سیانن (Allo phycocyanin)	اودے سبز اور سرخ الجی

6.2.4 فوٹو سینتھٹک پگمنٹس کی ساخت

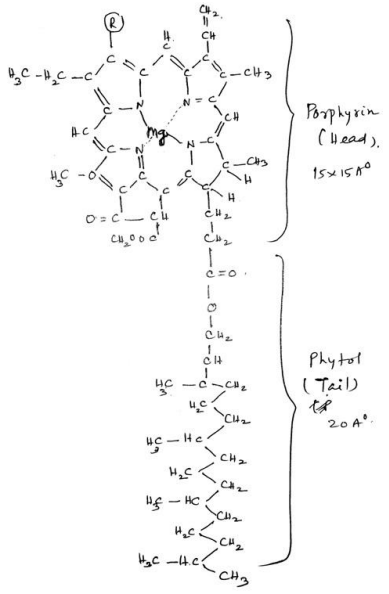
(1)۔ کلوروفلس (Chlorophylls)

یہ مینگنیشم پارفائیرن (Magnesium Porphyrin) مرکبات ہیں۔ پارفائرن رنگ چار پرائیرال رنگ پر مشتمل ہوتے ہیں جو CH سے جڑے ہوئے ہیں کاربن (C) ایٹمس کی ایک لامبی چین میں جو فائیٹال چین کہلاتی ہے پارفائرن رنگ سے جڑی ہوتی ہے۔

کلوروفل 'a' کی ساخت مینڈک کے Tadpole کی شکل کے مساوی ہوتی ہے جو کہ Head اور Tail میں تقسیم ہوتی ہے۔ Head کو Porphyrin کہتے ہیں جس کے اندر چال پائرول Pyrrole رنگس پائے جاتے ہیں۔ چار رنگس رہنے کی وجہ سے اس ساخت Tetra Pyrrole بھی کہتے ہیں ۔ چاروں رنگس درمیان میں 'mg' سے جڑے ہوتے ہیں۔ Head کی جسامت یا size، $15x15A^{o}$ کی ہوتی ہے۔

Tail کو 'Phytol' کہتے ہیں جس کی جسامت $20A^{o}$ کی ہوتی ہے 'a' Chlorophyll کا Emphirical فارمولا $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ ہے اور 'b' Chlorophyll کا Emphirical فارمولا $C_{55}H_{70}O_6N_4$ mg ہوتا ہے۔ کاربن کے تیسرے مقام پر اگر CH_3 گروپ ہو تو 'a' Chlorophyl کہلاتا ہے۔ اور اگر کاربن کے تیسرے مقام پر CH_3 کے بجائے CHO گروپ ہو تو 'b' Chlorophyl کہلاتا ہے۔

کلوروفل -a اور b کی سالماتی ساخت خاکہ میں دی گئی ہے۔ یہ دونوں Mg-Porphyrin head پر مشتمل ہوتے ہیں جو ہائیڈروفائیلک (Hydrophilic) ہوتا ہے۔ اور Phytol tail ان دونوں میں ہے۔ ان دونوں کا فرق یہ ہے کہ کلوروفل۔b میں CH_3 کے بجائے تیسرے C-atom پر دوسرے پائرول رنگ میں CHO– گروپ ہوتا ہے۔



کلوروفل a اور b کی کیمیائی ساخت

☆ فائیٹال ($C_{20}H_{39}OH$) ایک آئیسوپرینائیڈ الکوہل 20-C Isoprenoid alcohol ہے۔

☆ کلوروفل-C اور کلوروفل-a میں یہ فرق ہے کہ کلوروفل-C میں فائیٹال ٹیل (Phytol tail) موجود نہیں ہوتی۔ کلوروفل-d اور کلوروفل-a میں یہ فرق ہوتا ہے کہ $-CH=CH_2$ – گروپ کے بجائے پائیرول رنگ کے پہلے کاربن ایٹم پر 0-CHO- گروپ پایا جاتا ہے۔

کلوروفل کا بننا: کلوروفل روشنی کی موجودگی میں پروٹوکلوروفل سے بنتا ہے۔ پروٹوکلوروفل میں چوتھے پائیرول رنگ میں ساتویں اور آٹھویں کاربن ایٹم پر دو ہائیڈروجن ایٹم کی کمی پائی جاتی ہے۔

$$\text{Protochlorophyll} \xrightarrow[2H]{\text{Light}} \text{Chlorophyl}$$

یہ تعامل ایک خامرے (NADPH enzyme) یعنی Protochlorophyll Oxidoreductase کی مدد سے انجا پاتا ہے۔

6.2.5 کیاروٹینائیڈس (Carotenoids) (زرد یا نارنجی پگمنٹس)

Carotene: یہ دوہرے بانڈ والے کھلے چین سسٹم (Open Chain Conjugated Double Bond System) پر مشتمل ہوتے ہیں۔ جسکے دونوں سروں پر Ionone rings ہوتے ہیں۔

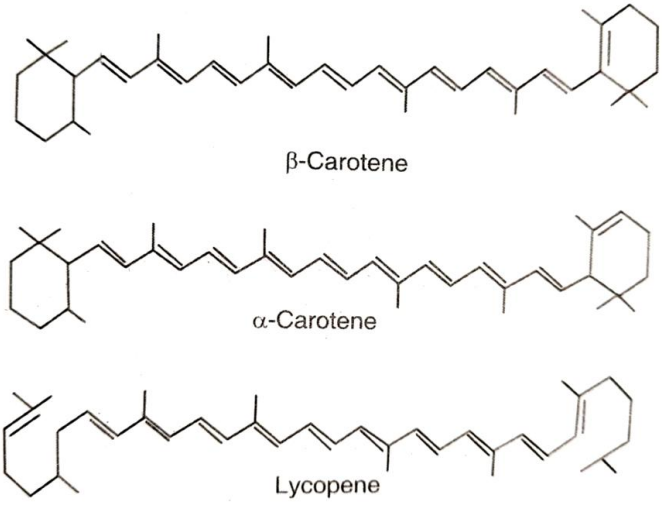
☆ یہ ہائیڈروکلاربنس ہیں جن کا عام فارمولہ $C_{40}H_{56}$ ہے۔

☆ کیاروٹینس کی مختلف قسمیں اپنے سالمات کی ترتیب میں ایک دوسرے سے الگ ہوتی ہیں۔

☆ لائیکوپین (Lycopene) جو ٹماٹر کا اہم پگمنٹ ہے۔ جس کا فارمولہ $C_{40}C_{51}$ ہے۔

☆ اس کا رنگ (ring) اپنے دونوں سروں پر کھلا رہتا ہے۔

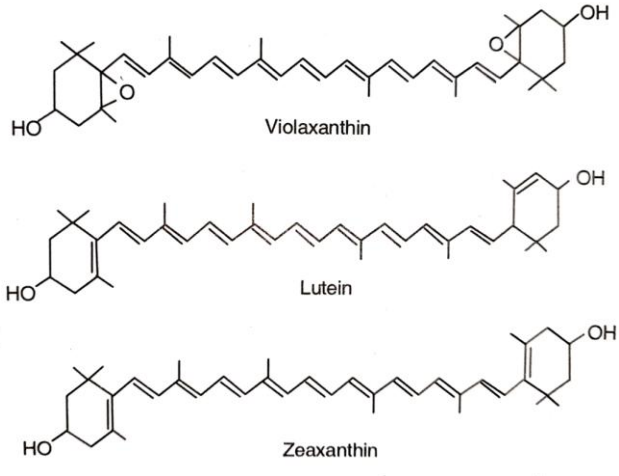
☆ تمام Carotenes میں β-Carotene (beta-carotene) عام ہوتا ہے جو گاجر میں پایا جاتا ہے۔ انسان کے جسم میں Carotene—وٹامن 'A' میں تبدیل ہوتے ہیں۔



6.2.6 Xanthophylls (Carotenols) زانتھوفلس:

یہ کیاروٹینس کے مشابہ ہوتے ہیں سوائے اس بات پر کہ اس میں دو آکسجین ہائیڈرو آکسل (Hydroxyl) اور Carbonyl یا Carboxyl groups ہوتے ہیں جو (Ionine rings) سے جڑے ہوتے ہیں ۔ اس بناء پر اس کا عام فارمولہ $C_{40}\ H_{56}\ O_2$ ہے۔ بعض زانتھوفلس میں rings کے Epoxidation کی وجہ سے یہ فارمولہ $C_{40}H_{56}O_4$ ہے۔

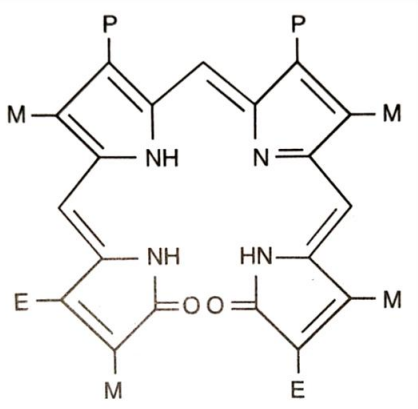
بعض زانتھوفلس کے ساختی فارمولے ذیل میں دیئے گئے ہیں۔ عام زانتھوفل کی مثال Lutein ہے۔ Lutein سورج مکھئی پودے کے پتوں اور زرد رنگ کے پھولوں میں پائے جاتے ہیں۔ مکئی میں Zea xanthis پایا جاتا ہے۔



ان کی روشنی کی توانائی جذب کرنے کے کام اور اس کی کلوروفل کو منتقلی کے علاوہ کیاروٹینائیڈس فوٹو سینتھٹک آلہ یعنی کلوروپلاسٹ میں روشنی سے نقصان ہونے سے (Photodynamic damage) تحفظ کا کام کرتے ہیں۔ یہ نقصان آکسیجن کے سالمات سے ہوتا

ہے۔اور یہ کلوروفل کی تکسید عمل میں لا سکتا ہے جس سے وہ نقصان زدہ ہو کر فعلیاتی عمل میں حصہ لینے کے قابل نہیں رہتے۔ کیاروٹینائیڈس اس قسم کے نقصانات سے بچاتا ہے۔ یہ محافظ ہوتا ہے:

(i)۔ یہ کلوروفل فوٹو سینتھا سائیزر(Chlorophyll Photosynthesis) کی مشتعل(Excited triplet state)کو سیر کر دیتا ہے۔



(ii)۔ آکسیجن کے سالمات کو سیر کر دیتا(Quenching) ہے۔Phycobillinsفائیکو بلنس سرخ اور ادوئے پگمنٹس یہ پائیرال رنگس پر مشتمل ہوتے ہیں جس میں مینگیشنیم اور فائیٹال چین نہیں پائے جاتے۔ فائیکو رائیتھروبلن(Phycoerythrobilins) سرخ پگمنٹ کی ساخت خاکہ میں دی گئی ہے۔فائیکوبلی پروٹین(Phycobiliproteins)خلیوں میں بڑے سالماتی کامپلکس بناتے ہیں اوران کو(Phycobilisomes)کے نام سے بھی جانا جاتا ہے۔

فائیکو بلنس نیلگو سبز آلجی(Blue Green Algae)اور سرخ آلجی کی خصوصیت ہے۔نیلگو آلجی میںPhycocyanin پایاجاتا ہےاور سرخ الجی میںPhycoerythrinموجو وتا ہے۔

6.2.7 کلوروپلاسٹ میں فوٹوسینتھٹک پگمنٹس کی جگہیں:

کلوروپلاسٹ کے ماڈل مختلف سائنیس دانوں نے پیش کئے ہیں۔ اور ان کے بموجب کلوروفل کے سالمات تھائیلا کائیڈس(Thylakoids)میں گرانالامیلا(Grana Lamella)کے پروٹین اور لپیڈ پرتوں کے درمیان ایک واحد سالماتی پرت بناتے ہیں۔ کلوروفل کے ہائیڈروفائلک(Hydrophilic)سرے پروٹین کی پرت میں جڑے رہتے ہیں جب کہ (Lipophilic) فائیٹال سرے(tail)لپیڈ کی پرت میں رہتے ہیں۔دوسرے پگمنٹس کلوروفل کے سالمات کے ساتھ ہی رہتے ہیں۔

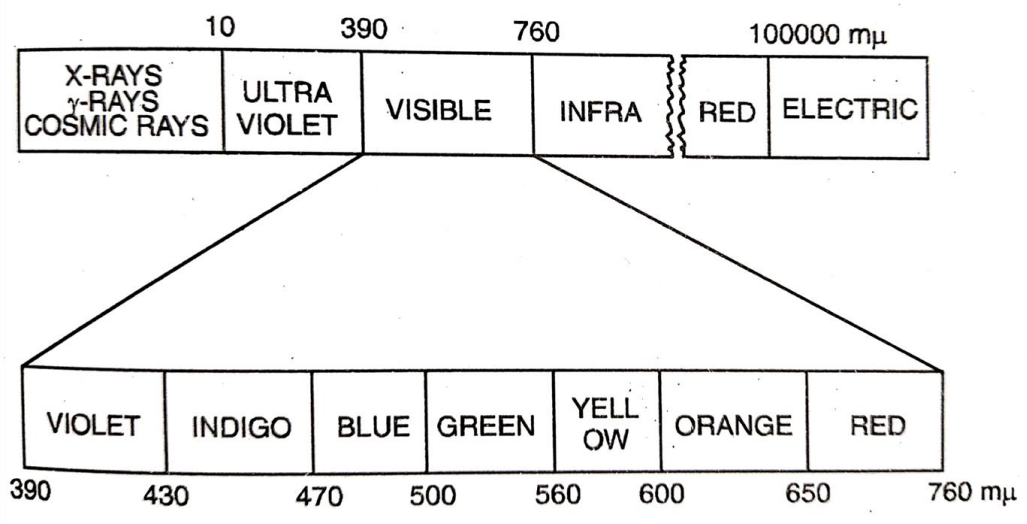
6.2.7 سورج کی روشنی کاانجذاب

☆ فوٹو سینتھسس کیلئے درکار روشنی کی توانائی کا بڑاذریعہ سورج ہے۔

☆ کرۂارض پر سورج کی توانائی کا صرف چالیس فیصد(40%)حصہ ہی وصول ہوتا ہے۔ باقی توانائی فضاء یا خلا میں جذب ہوتی ہے یا بکھر جاتی ہے۔

☆ پودوں پر پڑنے والی روشنی کی توانائی پوری کی پوری جذب نہیں کیجاتی۔اس کا کچھ حصہ منعکس(Reflected)ہو جاتا ہے جبکہ اسکا تھوڑا سا حصہ ہی پگمنٹس میں جذب کیا جاتا ہے۔

☆ پگمنٹس سورج کی توانائی جو(nm)400-700mμ کے درمیان ہوتی ہے۔ جذب کرتے ہیں۔اس طرح کی روشنی کو فوٹو سینتھٹک اکٹوریڈیشن(PAR)(Photosynthetic Active radiation)کہا جاتا ہے۔تاہم بعض بیکٹیریا۔ انفراریڈInfra-redروشنی جو کم ویویینت(Shorter Wave Length)کی ہوتی جذب کرتے ہیں۔



شکل:Spectrum of Radiant Energy

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

☆ کرہ ارض پر حاصل ہونے والی سورج کی جملہ توانائی کا صرف ایک فیصد حصہ(1%)ہی پودوں میں پگمنٹس جذب کرتے ہیں اور فوٹو سینتھسس میں استعمال میں لاتے ہیں۔

☆ روشنی کے اسپکٹرم(Spectrum) کے سبز حصہ کا پگمنٹس کی جانب سے انجذاب بہت کمزور ہوتا ہے جس کی وجہ سے کلوروپلاسٹ سبز پودوں میں سبز رنگ کے حامل دیکھائی دیتے ہیں۔

کلوروفل کا روشنی کے اسپکٹرم سے انجذاب:

کلوروفل زیادہ تر اسپکٹرم یا روشنی کے Violet-blue اور سرخ حصوں سے روشنی جذب کرتے ہیں مختلف کلوروفلس کیجانب سے روشنی کا انجذاب ذیل کے جدول میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

مختلف اقسام کے کلوروفل سے انجذاب کی حد

In Vivo mμ	In Vitro mμ	کلوروفلسChlorophylls
435,670,680 (بہت سے ٹائپ)	410,660	کلوروفل۔a
480,650	452,642	کلوروفل۔b

کلوروفل۔c	445,625	645
کلوروفل۔d	450,690	740
بیاکیٹریوکلوروفل۔a	365,605,770	800,850,890
بیاکیٹریوکلوروفل۔b	368,582,795	1017
بیاکیٹریوورڈن(دوٹائپ)	425,652	750 or 760
بیاکیٹریوکلوروفل۔cاورd	432,660	

☆ کلوروفل کے ذریعے ہونے والا روشنی کا انجذاب In vivo یعنی پودوں میں قدرتی حالات میں یا پھر لیاریٹریز میں In Vitro حالت میں مختلف ہوتا ہے۔

Absorption Spectra of Carotenoids کیاروٹینائیڈس میں روشنی کا انجذاب:

ان پگمنٹس میں روشنی کے اسپکٹرم کے نیلے، نیلگوں سبز اور سبز حصے جذب کیئے جاتے ہیں۔

فائیکو بلنس میں روشنی کا انجذاب:

فائیکو بلنس میں اسپکٹرم سے روشنی کے انجذاب کو ذیل کے جدول میں ظاہر کیا گیا ہے۔

فائیکو بلنس کی اقسام	روشنی کا قابل لحاظ انجذاب ہوتا ہے۔
فائیکوایرائی تھرن(Phycoerythrin)	اسپکٹرم کے سبز حصہ سے
فائیکوسیانن(Phycocyanin)	اسپکٹرم کے نارنجی حصہ سے
ایلوفائیکوسیانن(Allo phycocyanin)	اسپکٹرم کے سرخ حصہ کے قریب سے

تمام پگمنٹس سوائے کلوروفل۔a معاون پگمنٹس(Accessory pigments) یا اینٹینا پگمنٹس(Antenna Pigments) کہلاتے ہیں۔ تقریباً95تا99فی صد روشنی کی توانائی جو معاون پگمنٹس کے ذریعے جذب کی جاتی ہے کلوروفلa کو منتقل کی جاتی ہے جو تنہا ہی اصل فوٹو سینتھسس کے فوٹوکیمیکل تعامل میں حصہ لیتا ہے۔ کلوروفل۔a کا سالمہ خود بھی راست طور پر روشنی کی توانائی حاصل کرتا ہے۔

6.2.9 ریڈڈراپ اورایمرسن ایفکٹ(Red Drop and Emerson's Enhancement Effect)

رابرٹ ایمرسن اور لیون(Robert Emerson & Lewin – 1943)نےChlorellaنامی الجی میں اپنے مطالعہ کے دوران یہ پایا کہ کوانٹم ایلڈ(Quantum Yield)میں650mμ سے زیادہ روشنی پر تیزی سے کمی آتی ہے۔ یہاں کوانٹم ایلڈ سے مراد آکسیجن کے ان سالمات کی تعداد ہے جو فوٹو سینتھسس میں روشنی کے ایک فوٹون کے انجذاب کے نتیجے میں آزاد ہوتے ہیں۔ چونکہ اس طرح کی کوانٹم ایلڈ کی کمی اسپکٹرم کے سرخ(Red) حصہ میں انجام پاتی ہے اس عمل کو سرخ گھٹاؤ(Red Drop)ریڈ ڈراپ کا نام دیا گیا ہے۔ آگے چل کر ایمرسن اور ان کے ساتھی سائنسدانوں نے یہ پایا کہ 680nμ سے زیادہ ویولنتھ کی روشنی سے ہونے والی

کمی کو کم ویولنتھ کی روشنی کی فراہمی کے ذریعے دور کیا جاسکتا ہے اور کوانٹم ایلڈ کو بڑھایا جاسکتا ہے۔ فوٹو سینتھسس میں اس طرح کے اضافہ کو ایمرسن کا اضافی اثر (Emerson enhancement effect) کہا جاتا ہے۔

6.2.10 فوٹو سینتھسس میں دو پگمنٹ والا نظام

ریڈ ڈراپ اور ایمرسن ایفکٹ کی دریافت کی بناء پر یہ مانا گیا کہ فوٹو سینتھسس میں دو فوٹو کیمیکل عمل ہوتے ہیں۔ یہ دو عمل دو فوٹو سینتھسس پگمنٹ کے گروپ سے متعلق ہیں جن کو پگمنٹ سسٹم۔1 (Pigment System-I) اور پگمنٹ سسٹم۔II (Pigment System-2) کہا جاتا ہے انہیں فوٹو سسٹم۔1 (Photosystem-I) اور فوٹو سسٹم۔II (Photosystem-II) بھی کہا جاتا ہے۔

روشنی جس کا طول موج (Wavelength) 680mμ سے کم ہوتا ہے دونوں سسٹم کو متاثر کرتا ہے جبکہ 680mμ سے زیادہ والی روشنی صرف فوٹو سسٹم۔I پر اثرانداز ہوسکتی ہے۔

☆ فوٹو سسٹم۔I میں فلورنس (Fluorescence) کم ہوتا ہے۔ جب کہ یہ صلاحیت فوٹو سسٹم۔II میں بہت زیادہ ہوتی ہے۔

☆ سبز پودوں میں فوٹو سسٹم۔I میں کلوروفل b، کلوروفل a کے مختلف اقسام جیسے کلوروفل a695، a680، a760 یا کلوروفل a684، 677، a692 یا کلوروفل a673، 673 پر مشتمل ہوتا ہے۔

کلوروفل a کی ایک خاص قسم جو 700mμ روشنی کو جذب کرتی ہے اور P700 کہلاتی ہے وہ فوٹو سسٹم 1 میں ری ایکشن سنٹر (Reaction Centre) بناتی ہے۔

☆ فوٹو سسٹم II کلوروفل b اور کلوروفل a کی چند اقسام جیسے کلوروفل a-662، a670، a677 پر مشتمل ہوتا ہے۔ کلوروفل۔a کی ایک خاص قسم جو P680 کہلاتی ہے۔ فوٹو سسٹم II میں ری ایکشن سنٹر بناتی ہے۔ بعض پودوں میں P690 بھی فوٹو سسٹم II میں ری ایکشن سنٹر بناتی ہے۔

☆ ان دونوں سسٹم میں کیاروٹیانئیڈس ہوتے ہیں۔

☆ سرخ اور نیلگوں سبز الجی میں فوٹو سسٹم میں کلوروفل۔b کے بجائے فائیکو بلنس پائے جاتے ہیں۔

☆ کلوروفل۔b اور کلوروفل۔a کے مختلف اقسام کا تناسب ان دونوں فوٹو سسٹم میں مختلف ہوتا ہے۔

☆ ہر ایک فوٹو سسٹم یا پگمنٹ سسٹم میں ایک مرکزی کامپلکس (Core Complex(CC) اور ایک لائیٹ ہارو سٹینگ کامپلکس (Light harvesting complex)(LHC) ہوتا ہے۔ ان دونوں سسٹم میں علی الترتیب یہ CCI, LHCI اور CCII, LHCII کہلاتے ہیں۔ لائیٹ ہارو سٹینگ کامپلکس میں انٹینا پگمنٹس (Antenna Pigments) ہوتے ہیں۔ جو پروٹین سے جڑتے ہوتے ہیں۔ ان کا کام روشنی کی توانائی کا حاصل کرنا اور اس کو متعلقہ ری ایکشن سنٹر کو بھیجنا ہوتا ہے۔ کور کامپلکس اپنے متعلقہ ری ایکشن سنٹر، پروٹین، الیکٹرون ڈونز (Electron donor) اور اکسپٹرس (Acceptors) پر مشتمل ہوتے ہیں۔

☆ دونوں فوٹو سسٹم تھائیلا کائیڈ جھلیوں میں ایک دوسرے سے الگ قدرے فاصلہ پر ہوتے ہیں۔

☆ دونوں فوٹو سسٹم ایک دوسرے سے ایک تیسرے پروٹین کامپلکس سے جڑے ہوتے ہیں جو سائی ٹوکروم b_6-F کامپلکس Cytochrome b_6-F Complex کہلاتا ہے۔ دوسرے درمیانی اجزاء جن میں پلاسٹوکونین (Plastoquinone (PQ اور پلاسٹوسیانن (Plastocyanin (PC شامل ہیں اس کامپلکس اور فوٹو سسٹم کے درمیان الیکٹرون کیریر کا کام کرتے ہیں۔

پلاسٹوکونین پگمنٹ II، فوٹو سسٹم II اور سائیٹوکروم b_6-F کامپلکس کے درمیان کرتا ہے جب کہ پلاسٹوسیانن، فوٹو سسٹم I اور سائیٹوکروم b_6-F کامپلکس کے درمیان کام کرتا ہے۔

☆ چاروں کامپلکس (PSI, PSII, Cyt b_6F and ATP) ضروری پروٹین ہیں جن کا بہت سا حصہ لپیڈ کی پرت میں پیوست رہتا ہے۔

☆ ان چاروں کامپلکس کی سمت بے قاعدہ نہیں بلکہ متعین رہتی ہے۔

☆ یہ خاصیت تمام توانائی کی منتقلی کرنے والی جھلیوں کا لازمی وصف ہے اور توانائی کو محفوظ کرنے کی صلاحیت کیلئے بھی ضروری ہے۔

☆ دونوں فوٹو سسٹم میں بڑے کثیر سالماتی پروٹین پگمنٹ کامپلکس علی الترتیب 18 اور زائد از 30 اکائیوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ فوٹو سسٹم۔1 میں دو بڑے پروٹینی سالمات PsaB اور PsaA ہیں۔ اسی طرح فوٹو سسٹم۔II میں پائے جانے والے دو بڑے ممبرین پروٹین (Membrane Protein) D_1 اور D_2 ہیں۔

☆ فوٹو سسٹم I اور II سبز الجی اور اعلیٰ پودوں کے کلوروپلاسٹ سے طبیعاتی اور کیمیائی طریقوں سے حاصل کیئے جا سکتے ہیں۔

☆ دونوں فوٹو سسٹم میں روشنی کی توانائی جذب ہو جانے کے بعد بالآخر P700 اور P680 کلوروفل میں آجاتی ہے جہاں سے آگے وہ مزید فوٹوکیمیکل تعاملات میں حصہ لیتی ہے۔

دوری اور غیر دوری فاسفورس اندازی (Cyclic and Non-Cyclic Phosphorylation):

جاندار عضویوں میں یہ صلاحیت ہوتی ہے کہ وہ تکسیدی مادوں سے توانائی کو اخذ کر کے بند شی توانائی میں محفوظ رکھتے ہیں۔ یہ کیمیائی توانائی ATP میں محفوظ ہوتی ہے۔

وہ عمل جس کے ذریعہ خلیہ میں ATP تیار ہوتی ہے اُس عمل کو فاسفورس اندازی کہتے ہیں۔ شعاعی فاسفورس اندازی میں روشنی کی مدد سے ATP-ADP کو تیار کرتا ہے۔ اس عمل کو فوٹو فاسفورس اندازی کہتے ہیں۔

$$ADP + ip \xrightarrow[\text{روشنی}]{\text{light}} ATP$$

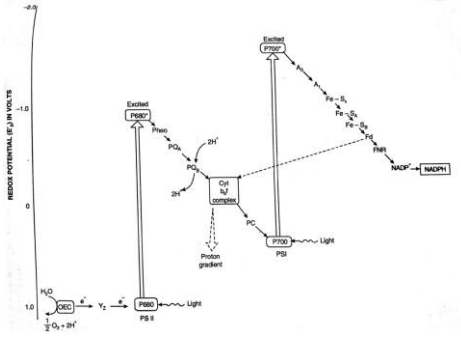
غیر دوری فاسفورس اندازی (Non-Cyclic Photo phosphorylates):

غیر دوری فاسفورس اندازی میں دو پگمنٹس سسٹم کا رول ہوتا ہے۔ اس دور میں PS-II اور پھر PS-I کام کرتے ہیں۔

PS-II نظام میں برقیہ پانی کے ٹوٹنے سے نکتا ہے۔

روشنی کی موجودگی میں جب پانی H^+اور OH^-میں ٹوٹتا ہے تو اس عمل کو Photolysis یا پانی کا ٹوٹنا کہلاتا ہے۔

Schematic representation of the current view of z-scheme of non-cyclic electron transport in photosynthesis



6.3 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

فوٹو سینتھسس پودوں میں ہونے والا ایک کلیدی اور پودوں کی زندگی برقرار رکھنے والا عمل ہے جس میں سبز پودے سورج کی توانائی کو کیمیائی توانائی میں تبدیل کرتے ہیں جو پودوں کی زندگی اور بقاء کے لیے ضروری ہے۔ اس عمل میں کاربن ڈآئی آکسائیڈ اور پانی سادہ کاربوہائیڈریٹ میں تبدیل ہو جاتے ہیں اور آکسیجن گیس فضاء میں خارج ہوتی ہے۔ یہی سادہ کاربوہائیڈریٹ آگے چل کر مختلف اہم نامیاتی مادوں میں تبدیل ہوتے ہیں۔ یہ ایک تعمیری عمل ہے۔

فوٹو سینتھسس کے عمل کو انجام دینے کی صلاحیت سب پودوں میں یکساں نہیں ہوتی۔ اس کا انحصار بیرونی عوامل جیسے سورج کی روشنی کی دستیابی پانی، کاربن ڈائی آکسائیڈ اور موزوں فضائی حرارت کے ہونے پر بھی ہوتا ہے۔

فوٹو سینتھسس کی انجام دہی میں پودوں میں پائے جانے والے پگمنٹ یا لون مدد دیتے ہیں۔ یہ تین طرح کے ہوتے ہیں جن میں سب سے زیادہ پائے جانے والے پگمنٹ کلوروفل ہیں۔ سورج کی ساری کی ساری روشنی جو کرۂ ارض پر پڑتی ہے۔ فوٹو سینتھسس کے لائق نہیں ہوتی سورج کی توانائی جو (nm)mμ 700-400 والی ہوتی ہے۔ وہی اصل عمل میں کام میں آتی ہے۔ پگمنٹس میں بھی اس توانائی کے جذب کرنے کی صلاحیت یکساں نہیں ہوتی۔ مختلف پگمنٹس مختلف طول موج کی توانائی جذب کرتے ہیں۔

فوٹو سینتھسس میں دو پگمنٹ سسٹم ہوتے ہیں ان کو دو فوٹو سسٹم میں بھی کہا جاتا ہے۔ ان فوٹو سسٹم میں ایک ہی طرح کے پگمنٹ کے اقسام نہیں ہوتے۔ ان میں فلوروسینس کی صلاحیت بھی کم/زیادہ ہوتی ہے۔ دونوں ہی سسٹم میں ایک مرکزی کامپلکس اور ایک روشنی کو حاصل کرنے والا کامپلکس ہوتا ہے۔ جن کی مدد سے یہ سسٹم کام کرتے ہیں۔

6.4 کلیدی الفاظ (Keywords)

فوٹو سینتھسس، اہمیت، صلاحیت، فوٹو سینتھسس پگمنٹس، پگمنٹس کی ساخت، سورج کی روشنی کا انجذاب، فوٹو سسٹم I اور فوٹو سسٹم II۔ ان کا میکانزم۔

6.5 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

6.5.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Types Questions)

1۔ فوٹو سینتھسس۔۔۔پودوں میں ہونے والا عمل ہے۔

(a)۔اعلیٰ (b)۔ادنیٰ (c)۔بیکٹیریا (d)۔فنجی

2۔ فوٹو سینتھسس کے عمل میں پودے۔۔۔۔۔۔۔خارج کرتے ہیں۔

(a)۔نائیٹروجن (b)۔کاربن ڈائی آکسائیڈ (c)۔آکسیجن (d)۔CO

3۔ فوٹو سینتھسس کے پگمنٹ۔۔۔۔طرح کے ہیں۔

(a)۔ایک (b)۔دس (c)۔تین (d)۔پانچ

4۔ فوٹو سینتھسس کیلئے۔۔۔۔۔کی ضرورت ہے۔

(a)۔اندھیرے (b)۔روشنی (c)۔بیکٹیریا (d)۔وائرس

5۔ کلوروپلاسٹ میں۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔ہوتا ہے۔

(a)۔نائیٹروجن (b)۔آکسیجن (c)۔کلوروفل (d)۔آئیرن

6۔ فوٹو سینتھسس کے لئے روشنی کا بڑا ذریعہ سورج ہے۔(صحیح یا غلط)

7۔ کرۂ ارض پر حاصل ہونے والی سورج کی توانائی کا صرف 1% حصہ پگمنٹس جذب کرتے ہیں۔(صحیح یا غلط)

8۔ فوٹو سسٹم I اور II دونوں میں کیاروٹینائیڈس ہوتے ہیں۔(صحیح یا غلط)

9۔ فوٹو سینتھسس پودوں میں ہونے والا کلیدی عمل ہے۔(صحیح یا غلط)

10۔ فوٹو سینتھسس میں کاربن ڈائی آکسائیڈ اور پانی سادہ چربی میں تبدیل ہوتے ہیں۔(صحیح یا غلط)

6.5.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1۔ فوٹو سینتھسس کے عمل اور پودوں میں اس کی اہمیت اور صلاحیت کے بارے میں لکھیں۔

2۔ کلوروفلس (Chlorophylls) کی ساخت پر روشنی ڈالیں۔وضاحت کریں۔

3۔ فوٹوسینتھٹک پگمنٹس کتنی طرح کے ہیں۔زانتھوفلس اور کیاروٹینائیڈس کے بارے میں لکھیں۔

4۔ زانتھوفلس اور فائیکو بلنس کی کیمیائی ساخت بیان کریں۔

5۔ مختلف قسم کے کلوروفل میں انجذاب کا عمل کس طرح ہوتا ہے۔

6.5.3 طویل جوابات کے حامل سوالات(Long Answer Type Questions)

1۔ پودوں میں فوٹو سینتھسس کے عمل کی صلاحیت اوراس کو جانچنے کے بارے میں لکھیں۔

2۔ کلوروفلس کی مختلف اقسام کے بارے میں تشریح کریں۔

3۔ کلوروپلاسٹ میں پگمنٹس کہاں پائے جاتے ہیں۔

4۔ ریڈڈراپ اورایمرسن ایفکٹ کیا ہے۔

Key: 1. A	2.C	3.C	4.B	5.C
6.صحیح	7.صحیح	8.صحیح	9.صحیح	10.غلط

اکائی 7: الیکٹران کی منتقلی، تمثیلی قوت کی تیاری، C3, C4, CAM دور اور فوٹو ریسپریشن

(Electron Transport Production of Assimilatory Power, C3, C4, CAM Cycle and Photorespiration)

اکائی کے اجزاء

7.0 تمہید

7.1 مقاصد

7.2 الیکٹرون ٹرانسپورٹ اور NADPH، H+ اور ATP کا بننا

7.2.1 الیکٹرون ٹرانسپورٹ اور ATP کا بننا

7.2.2 فاسفوریلیشن

7.2.3 کیالون سائیکل (The Calvin Cycle)

7.2.4 C4 ڈآئی کاربوآکسائیڈ ایسڈ پاتھ وے

7.2.5 C3 اور C4 پودوں میں فرق

7.2.6 کیام (CAM)

7.2.7 فوٹو ریسپریشن

7.3 اکتسابی نتائج

7.4 کلیدی الفاظ

7.5 نمونہ امتحانی سوالات

7.5.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات

7.5.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات

7.5.3 طویل جوابات کے حامل سوالات

7.0 تمہید(Introduction)

الیکٹرون ٹرانسپورٹ ایک پیچیدہ تعاملات پر مشتمل سلسلہ وار عمل ہے جس میں الیکٹرون کا تبادلہ خلوی جھلیوں کے پار ہوتا ہے۔اس کے ساتھ پروٹان(H+ ions)کا بھی تبادلہ ہوتا ہے۔اس سے ایک برقی کیمیائی پروٹان کا میلان(Gradient)ہوتا ہے جس سے توانائی کو محفوظ کرنے والے سالمات ATP بنتے ہیں۔

فوٹو سینتھسس میں ADP اور غیر نامیاتی فاسفیٹ(Pi) سے ATP بننے والے عمل کو فوٹو فاسفوریلیشن کہا جاتا ہے جو دو طرح کا ہوتا ہے۔فوٹو سینتھسس میں Co_2 سے کاربوہائیڈریٹس بننے کا عمل کیالون سائیکل(Calvin cycle)کے ذریعے انجام پاتا ہے جو تین مختلف مرحلوں میں ہوتا ہے۔

کیالون سائیکل کے علاوہ اس سے ملتا جلتا ایک اور عمل ہوتا ہے جسے C4 dicarboxylic acid pathway کہتے ہیں جو چند پودوں جیسے مکئی، جوار اور امرانتھس وغیرہ میں ہوتا ہے۔یہ عمل اسوقت کارآمد ثابت ہوتا ہے جب فضائی Co_2 کا ارتکاز کم ہوتا ہے۔رسیلے اور نیم رسیلے پودوں میں ان کے سبز شاخوں میں ترشہ کی مقدار میں دن اور رات کے اوقات میں کمی پیشی واقع ہوتی ہے جسے Crassulacean Acid Metabolism (CAM) کا نام دیا گیا ہے۔اس طرح کا عمل خشک اور ریگستانی علاقوں کے پودوں میں فائدہ مند ہوتا ہے۔فوٹوریسپریشن(Photorespiration)بہت سے سبز پودوں میں ہونے والا وہ خاص عمل ہے جو پودوں کو روشنی میسر آنے پر وقوع پذیر ہوتا ہے۔

7.1 مقاصد(Objectives)

اس باب میں ذیل کے موضوعات کا مطالعہ مقصود ہے۔

- ☆ الیکٹرون ٹرانسپورٹ اور ATP کا بننا(ATP Synthesis)
- ☆ فاسفوریلیشن(Phosphorylation)
- ☆ کیالون سائیکل(Calvin Cycle)
- ☆ ڈائی کاربوآکسائیڈ ایسڈ(C4 Cycle)پاتھ وے
- ☆ CAM
- ☆ فوٹوریسپریشن(Photorespiration)

ان موضوعات کا مطالعہ طالب علم کو الیکٹرون ٹرانسپورٹ اور ATP کے بننے(Synthesis of ATP)فاسفوریلیشن، کیالون سائیکل،CAM اور فوٹوریسپریشن کی معلومات فراہم کریگا۔

7.2 الیکٹرون ٹرانسپورٹ اور NADPH، H^+ اور ATP کا بننا

(Electron Transport and the Production of Assimilatory Power, $NADPH+H^+$+ATP)

7.2.1 الیکٹرون ٹرانسپورٹ اور NADPH، H^+ اور ATP کا بننا

کلوروفل۔a کا سالمہ جب ایک فوٹون (Photon) روشنی کی توانائی حاصل کرتا ہے تو یہ متحرک ہو جاتا ہے اور دونوں فوٹو سسٹم میں زائد توانائی کے ساتھ ایک الیکٹرون خارج کرتا ہے۔ یہ الیکٹرون متعدد الیکٹرون کیریرس سے گزرتا ہوا یا تو واپس لوٹ آتا ہے یا پھر $NADP^+$ (نکوٹن امائیڈ آڈینائین ڈآئی نیوکلیو ٹائیڈ فاسفیٹ) (Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate) کی تحویل انجام دیتا ہے۔ جس کے نتیجے میں NADPH+H+ بنتے ہیں۔ الیکٹرون کی زائید توانائی ATP سالمات کے بننے میں استعمال ہوتی ہے۔ فوٹو سینتھسس میں ADP اور غیر نامیاتی فاسفیٹ (Pi) سے ATP کے بننے کے عمل کو فوٹو سینتھٹک فاسفوریلیشن یا فوٹو فاسفوریلیشن/فاسفورل اندازی (Phosphorylation or Photophosphorylation) کہتے ہیں۔

7.2.2 فاسفوریلیشن (Phosphorylation) : یہ عمل یعنی فاسفوریلیشن دو طرح کا ہوتا ہے۔

Non-cyclic Electron Transport and Non Cyclic Phosphorylation

نان سائیکلک الیکٹرون ٹرانسپورٹ اور نان سائیکلک فاسفوریلیشن اس طرح کا الیکٹرون ٹرانسپورٹ والا عمل دونوں طرح کے فوٹو سستم میں ہوتا ہے جو یکے بعد دیگرے ہوتا (in tandem) ہے اور فوٹو سسٹم۔1 میں کلوروفل۔a میں P700 کے ایک فوٹون روشنی کی توانائی سے شروع ہوتا ہے۔ اس سے ایک الیکٹرون نکلتا ہے جس سے P700 میں ایک سوراخ یا ایک کمی واقع ہوتی ہے یہ نکلا ہوا الیکٹرون ایف آر ایس (FRS) (Ferredoxin reducing Substances) میں چلا جاتا ہے۔ اب یہ الیکٹرون ایک آئیرن پروٹین (Ferredoxin) کو منتقل ہوتا ہے وہاں سے یہ +NADP کو بذریعہ ایف آین آر (Ferredoxin-NADP reductase) منتقل ہوتا ہے اور اس طرح +NADP تحویل پاکر (reduction) $NADPH+H^+$ بناتا ہے۔

حالیہ تحقیقات سے یہ پتہ چلا ہے کہ FRS دراصل الیکٹرون کیریرس کی ایک سیریز ہے جو اپنے تحویل کردہ فارم میں غیر مستحکم اور مشکل سے قابل شناخت ہے اس کو FeS4, Fe-Sx, A1, A0 اور Fe-S8 کا نام دیا گیا ہے۔ A0 غالباً ایک کلوروفل سالمہ ہے جو P700 سے الیکٹرون حاصل کرتا ہے۔ A1 فائلوکونون (Phyllo Quinone) ہے۔ Fe-Sx، Fe-SA اور Fe-SB آیرن سلفر سنٹرس ہیں جو CCI میں پروٹین میں ہوتے ہیں اور زائید الیکٹرون کیریرس ہیں۔ Fe-S سنٹرس سے الیکٹرون فریڈاکسن (Fd) کو منتقل ہوتا ہے جو چھوٹے، پانی میں قابل حل آیرن سلفر پروٹین ہیں اور تھائیلاکائیڈ ممبرین کے اسٹرومامیں رہتے ہیں۔

اب اگر ہم فوٹو سسٹم II کو لیں تو یہاں جب روشنی کی توانائی کا ایک فوٹون کلوروفل۔a کے P680 فارم میں جذب ہوتا ہے تو یہ متحرک ہو کر ایک الیکٹرون کے آزاد ہونے کا باعث بنتا ہے جس سے P680 میں ایک سوراخ یا ایک الیکٹرون کی کمی واقع ہو جاتی ہے۔ یہ آزاد

کردہ الیکٹرون ایک غیر معلوم شناخت کے مرکب سے جسے کمپونڈ Y سے تعبیر کیا جاتا ہے مل جاتا ہے۔ اس مرکب میں تکسیدی تحویلی عمل انجام پاتا ہے۔ یہاں سے الیکٹرون نیچے کی طرف رخ کرتا ہے اور کئی ایک درمیانی مرکبات سے ہوتا ہوا فوٹو سسٹم 1 میں پہونچتا ہے۔ جہاں یہ پیدا شدہ سوراخ کی بھرپائی کرتا ہے۔ مرکبات کی سیریز۔

(i)۔ سائٹوکروم (Cytochrome 6559)

(ii)۔ پلاسٹوکوئینون (Plastoquinone – PQ)

(iii)۔ سائٹوکروم ایف (Cytochrome f)

(iv)۔ پلاسٹوسیانن (Plastocyanin – PC)

پر مشتمل ہوتی ہے۔ الیکٹرون ٹرانسپورٹ کے دوران ایک مقام پر یعنی پلاسٹوکوئینون اور سائٹوکروم ایف کے درمیان آزاد توانائی میں کافی تبدیلی واقع ہوتی ہے جس سے فاسفوریلیشن کا عمل انجام پاکر ADP کے ایک سالمہ سے ATP کا ایک سالمہ بنتا ہے۔

جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے فوٹو سسٹم 1 میں پیدا ہوئی سوراخ (Hole) کی بھرپائی فوٹو سسٹم II سے آنیوالے الیکٹرون کے ذریعے ہوتی ہے۔ لیکن فوٹو سسٹم II میں واقع سوراخ ابھی اسی طرح ہے۔ اس کی بھرپائی پانی کے فوٹولائیسس (Photolysis) سے نکلنے والے الیکٹرون کے ذریعے ہوتی ہے۔ یہاں پانی الیکٹرون ڈونر (Electron donor) کا کام کرتا ہے۔ پانی سے الیکٹرون کی منتقلی غالباً ایک طاقت ور تکسیدی عامل کے ذریعے انجام پاتی ہے جس کی ہنوز شناخت غیر معلوم ہے اور اس کو Z یا Yz یا Z سے تعبیر کیا جاتا ہے۔

مندرجہ بالا میکانکزم میں فوٹو سسٹم II سے آزاد کردہ الیکٹرون لوٹ کر اپنے اصل مقام پر نہیں آتا بلکہ یہ فوٹو سسٹم I میں چلا جاتا ہے۔ اسی طرح فوٹو سسٹم I سے نکلا ہوا الیکٹرون بھی واپس اپنے مقام پر نہیں آتا بلکہ یہ $NADP^+$ کی تحویل میں استعمال ہوتا ہے۔ انہی وجوہ کی بناء پر الیکٹرو ٹرانسپورٹ کے اس مذکورہ بالا عمل کو نان سائیکلک الیکٹرون ٹرانسپورٹ کہا جاتا ہے اور اس کے متعلقہ فاسفوریلیشن کے عمل کو نان سائیکلک فاسفوریلیشن کہا جاتا ہے۔ فوٹو سسٹم I اور فوٹو سسٹم II کی ترتیب اور اس نان سائیکلک الیکٹرون ٹرانسپورٹ مراحل (Chain) کے اجزاء کو اگر ایک شکل سے ظاہر کریں تو یہ ایک 'Z' کی شکل میں لگتی ہے۔ اسی لیے نان سائیکلک الیکٹرون ٹرانسپورٹ کو Z-scheme کا بھی نام دیا جاتا ہے۔

- **سائیکلک الیکٹرون ٹرانسپورٹ اور سائیکلک فوٹوفاسفوریلیشن**

(Cyclic Electron Transport and Cyclic Photophosphorylation)

نان سائیکلک الیکٹرون ٹرانسپورٹ کے برعکس سائیکلک الیکٹرون ٹرانسپورٹ صرف فوٹو سسٹم۔I ہی میں انجام پاتا ہے اور اس میں نان سائیکلک فوٹوفاسفوریلیشن بھی نہیں ہوتا۔ فوٹو سسٹم II یہاں پر مخصوص موانعات (Inhibitors) سے یا پھر 680mm سے زیادہ z طول موج والی روشنی کے استعمال سے غیر کارکرد ہو جاتا ہے۔

(1)۔ اس صورت حال میں صرف فوٹو سسٹم I کارکرد رہتا ہے۔

(2)۔ پانی کی فوٹولائیسس (Photolysis) نہیں ہو پاتی۔

(3)۔ نان سائیکلک ATP کے نہ بننے سے Co_2 کا ڈارک ری ایکشن میں انجذاب میں بھی کمی واقع ہوتی ہے۔

(4)۔ $NADP^+$ کی تکسید میں کمی واقع ہوتی ہے۔

فوٹو سسٹم I میں جب P700 کا سالمہ روشنی کی ایک فوٹون توانائی کی انجذاب سے متحرک ہوتا ہے تو آزاد ہونے والا الیکٹرون FRS سے فیریڈاکسن (Ferredoxin) میں چلا جاتا ہے۔ یہ الیکٹرون وہاں سے آگے ڈارک ری ایکشن تک جا نہیں سکتا بلکہ واپس P700 سالمہ میں آجاتا ہے۔ اس کی اس طرح واپسی میں کئی ایک درمیانی الیکٹرون کیاریر معاون ہوتے ہیں۔ ان میں سائی ٹوکروم ($Cytochrome\ b_6$) سائی ٹوکروم (Cytochrome f) اور پلاسٹوسیانن (Plastocyanin) شامل ہیں۔ یہ درمیانی کیاریر مل کر ایک الیکٹروکیمیکل ڈھلان (Gradient) بناتے ہیں جو کم ہوتی ہوئی منفی اکائیوں کے اعتبار سے ہوتی ہے اور یہ FRS سے الیکٹرون کے نیچے آنے یا منتقل ہونے کے لیئے ایک طرح کی سمت کا کام کرتی ہے۔ اس سے الیکٹرون FRS سے P700 سالمہ کو واپس منتقل ہوتے ہیں۔ الیکٹرون ٹرانسپورٹ کے اس عمل میں دو جگہوں پر یعنی فیروڈاکسن اور سائی ٹوکروم b6 کے درمیان اور سائی ٹوکروم b6 اور سائی کروم f کے درمیان ADP کے ایک سالمہ کا فاسفوریلیشن ہوتا ہے اور ATP کا ایک سالمہ بناتا ہے۔ اس طرح x یہاں دو ATP کے سالمات بنتے ہیں۔

الیکٹرون ٹرانسپورت کے زیر بحث عمل میں چونکہ P700 سے نکلا ہوا الیکٹرون پھر واپس آجاتا ہے اس لیئے اس عمل کو یعنی الیکٹرون ٹرانسپورٹ کو سائیکلک الیکٹرون ٹرانسپورٹ کہا جاتا ہے اور اس کے ساتھ واقع ہونے والے فوٹو فاسفوریلیشن کو سائیکلک فوٹو فاسفوریلیشن کہتے ہیں۔

سائیکلک فوٹو فاسفوریلیشن کی اہمیت

سائیکلک الیکٹرون ٹرانسپورٹ اور فاسفوریلیشن کے دوران پانی کی فوٹولائیسس آکسیجن کا نکلنا اور $NADP^+$ کی تحویل واقع نہیں ہوتی۔ یہاں صرف ATP کے سالمات بنتے ہیں فوٹو سینتھسس کے ڈارک ری ایکشن (Dark Reaction) یہاں نہیں ہوتے.

سائیکلک الیکٹرون ٹرانسپورٹ اور فوٹو فاسفوریلیشن (Cyclic Electron Transport and Phosphorylation	نان سائیکلک الیکٹرون ٹرانسپورٹ اور فاسفوریلیشن (Non cyclic Electron Transport and Phosphorylation)
1۔ یہ فوٹو سسٹم I میں ہوتا ہے	1۔ یہ فوٹو سسٹم I اور فوٹو سسٹم II دونوں میں واقع ہوتا ہے۔
2۔ کلوروفل کے سالمہ سے آزاد کردہ الیکٹرون دوبارہ لوٹ آتا ہے۔	2۔ کلوروفل کے سالمہ سے آزاد کردہ الیکٹرون لوٹ کر نہیں آتا۔
3۔ پانی کی فوٹولائسس اور آکسیجن کا اخراج نہیں ہوتا۔	3۔ پانی کی فوٹولائسس اور آکسیجن کا اخراج ہوتا ہے۔
4۔ فاسفوریلیشن دو جگہوں پر ہوتا ہے۔	4۔ فاسفوریلیشن صرف ایک جگہ پر ہوتا ہے۔
5۔ $NADP^+$ کی تحویل نہیں ہوتی۔	NADP کی تحویل ہو کر $NADPH+H^+$ بنتے ہیں۔

اس کے برعکس نان سائیکلک فوٹو فاسفوریلیشن ATP کی قابل لحاظ پیداوار نہیں ہوتی اسی لیئے نان سائیکلک فوٹو فاسفوریلیشن میں ہونیوالی ATP کی کمی کی تلافی سائیکلک فوٹو فاسفوریلیشن سے ہو جاتی ہے۔ سائیکلک فاسفوریلیشن کی دوسری اہم بات یہ ہے کہ یہ بہت سے چیزوں جیسے اسٹارچ، پروٹین، لپڈس نیوکلک ایسڈس اور کلوروپلاسٹ میں پگمنٹس کے بننے میں ATP فراہم کرتے ہیں۔ ابتدائی فوٹو کیمیکل تعامل میں روشنی کی توانائی کیمیائی توانائی میں تبدیل کی جاتی ہے۔ اور اس کو ATP اور NADPH کے سالموں میں محفوظ کر لیا جاتا ہے۔ یہ توانائی بالآخر کاربوہائیڈریٹ کے سالموں میں محفوظ ہو جاتی ہے۔ جس وقت ATP اور NADPH فوٹو سینتھسس کے ڈارک ری ایکشن میں استعمال کیئے جاتے ہیں اور Co_2 کی کاربوہائیڈریٹس میں تحویل ہوتی ہے۔

7.2.3 کیالون سائیکل (The Calvin Cycle)(C_3 Cycle or C_3 Pathway)

کیالون سائیکل (Calvin cycle) وہ حیاتیاتی کیمیائی (Biochemical) عمل ہے جو پودوں میں فوٹو سینتھسس کے دوران Co_2 کے کاربوہائیڈریٹ میں تبدیل ہونے کیلئے وقوع پذیر ہوتا ہے۔ اس کیالون سائیکل کو تین مرحلوں میں بانٹا جاسکتا ہے۔

(1)۔ کاربوآکسی لیشن (Carboxylation):

اس کے دوران فضائی Co_2 5-C acceptor کے سالمہ سے حل کر ribulose 1, 5 bisphosphate (RuBP) بناتی ہے۔ اور اس کو 3-Phosphoglyceric acid (3-PGA) میں تبدیل کرتی ہے۔

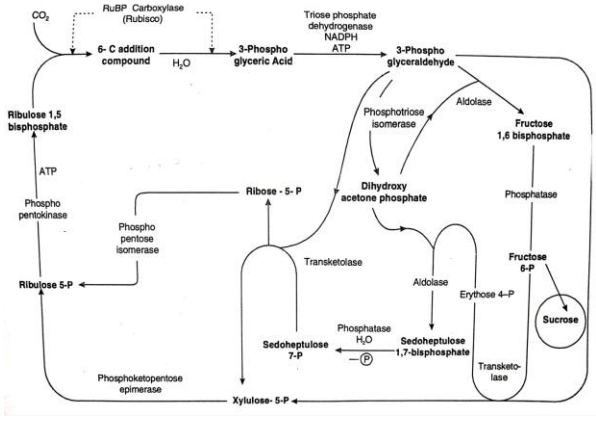
(2)۔ تحویل (Reduction):

اس کے دوران NADPH+ATP کا استعمال ہوتا ہے اور 3-PGA کو 3-Phosphoglyceraedehyde (3PG Ald) میں تبدیل کیا جاتا ہے۔

(3)۔ شکر کا بننا (Formation of Hexose Sugar) اور RuBP کا حیاء Regeneration of RuBP اس عمل میں شکر (Hexose sugar) بنتی ہے اور RuBP کا پھر سے بننا عمل میں آتا ہے جو زائد ATP کا استعمال کرتے ہوئے اس سائیکل کو برقرار رکھتا ہے۔

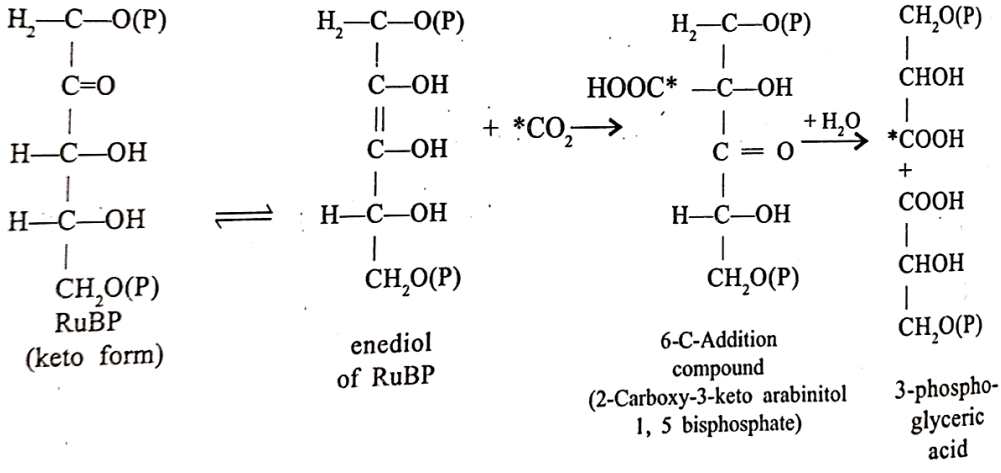
متذکرہ بالا مراحل کو اب ذیل میں صراحت کے ساتھ بیان کیا جاتا ہے۔

The Calvin Cycle

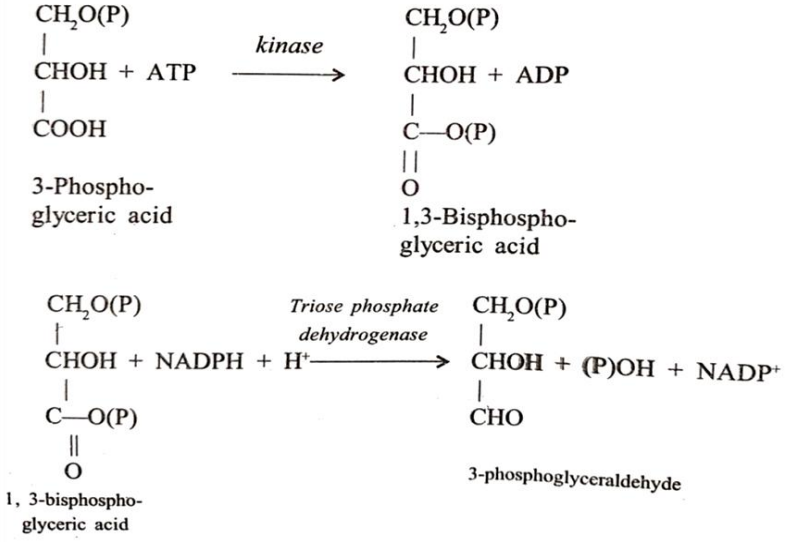


(a)۔ کاربوآکسی لیشن(Carboxylation)

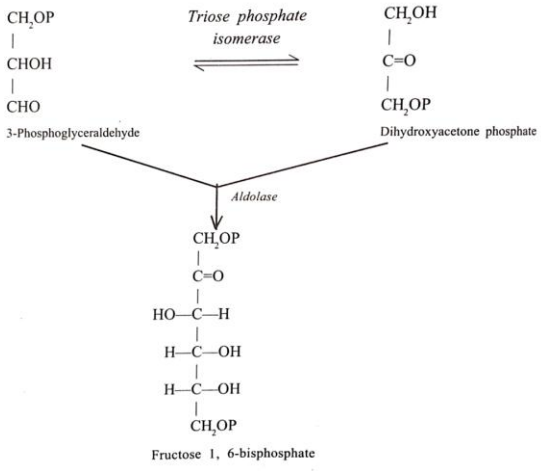
اس مرحلہ پرCo_2سےribulose 1, 5 bisphosphate (RuBP)جو پہلے سے خلیوں میں موجود رہتی ہے مل کر ایک6-carbon addition compound بناتے ہیں جو غیر مستحکم ہوتا ہے۔ چنانچہ یہ جلد ہی ہائیڈرولائسس کے نتیجے میں 3-Phosphoglyceric acid (3PGA)کے دو سالمات میں بدل جاتا ہے۔ یہ مرکب فوٹو سینتھسس کے ڈارک ری ایکشن کا پہلا مستحکم(Stable)مرکب ہے۔



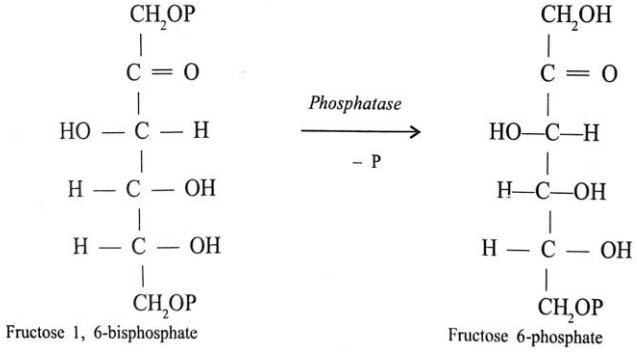
(b)۔ تحویل (Reduction) :اس مرحلہ میں 3-Phosphoglyceric acid کی تحویل ہوکر 3-Phophoglycealdehydeکا بننا عمل میں آتا ہے۔ یہ عمل دو مرحلوں میں ہوتا ہے۔



(c)۔ ہیگزوس شوگر کا بننا اور RuBPکا احیاء(Formation of Hexose Sugar and Regeneration of RuBP): اس مرحلہ میں 3-Phosphoglyceraldehydeکے بعض سالموں سے dihydroxyacetone phosphate بنتے ہیں پھر ان دونوں کے ملنے سے Fructose 1, 6 bisphosphate بنتے ہیں۔



Fructose 1, 6 bisphosphate تبدیل ہو کر Fructose 6 Phosphate بن جاتا ہے۔



فرکٹوس 6 فاسفیٹ کے کچھ حصہ سے گلوکوس، سکروس اور اسٹارچ بھی بنتا ہے۔

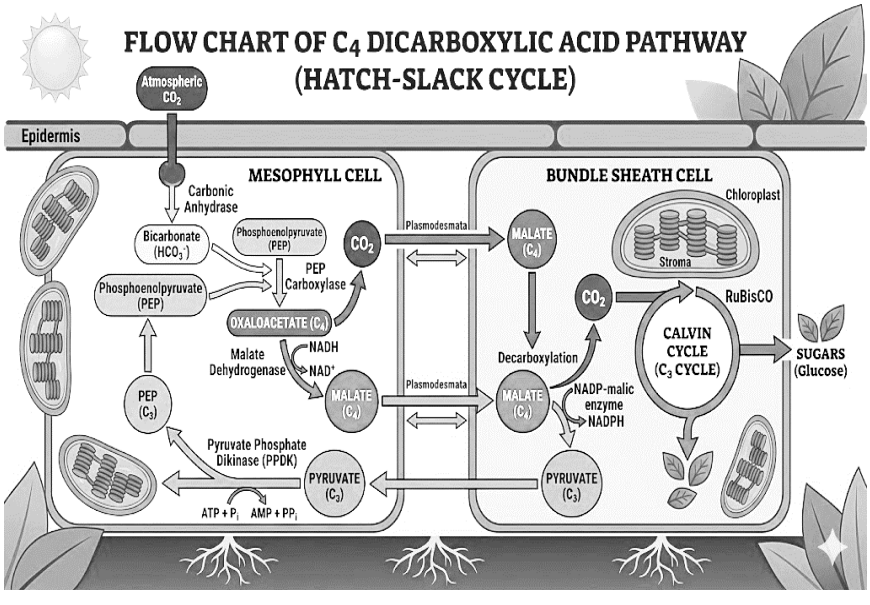
3-Phosphoglyceraldehyde کے بعض سالمے، ہیگسوس شوگر بنانے کے بجائے Calvin Cycle میں بننے اور دیکھائی دینے والا مرکب 3-Phosphoglyceric acid ہے جو ایک 3-C مرکب ہے۔ اسی کی مناسبت سے کیالون سائیکل کو C3-Pathway کا نام بھی دیا گیا ہے۔

7.2.4 C4 ڈائی کاربوا کسالک ایسڈ یا تھوے (C4 Dicarboxylic Acid Pathway)

ایک عرصہ تک یہ سمجھا جارہا ہے کہ Calvin cycle کیالون سائیکل ہی ایک واحد تعاملاتی عمل ہے جو اعلیٰ پودوں اور الجی میں فوٹو سینتھسس کے دوران وقوع پذیر ہوتا ہے۔ لیکن 1965 میں 4-C dicarboxylic acid pathway کی دریافت ہوئی بعد ازاں ہیاچ (Hatch) اور سلاک (Slack) نے (1966, 1970) اس کی مزید توجہہ کی ۔ انہی کے نام سے C4-dicarboxylic acid pathway کو Hatch – Slack Pathway بھی کہا جاتا ہے۔ اس پاتھ وے یا عمل میں جو چند پودوں جیسے مکئی، جوار اور دوسرے پودے جیسے امرانتھس (Amaranthus) میں ہوتا ہے فضائی کاربن کا حصول اور اس کی تحویل دو کاربو آکسی لیشن تعاملات میں ہوتی ہے جن میں ایک تو (Mesophyll cells) میں ہوتا ہے اور دوسرا Bundle sheath cells

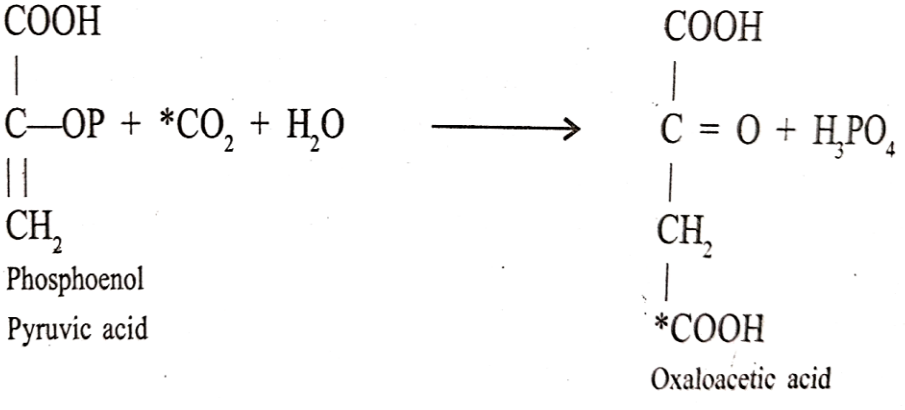
میں ہوتا ہے۔ دراصل ان پودوں کے پتوں میں ویاسکولر بنڈل (Vascular bundles) کو Bundle sheath گھیرے رہتے ہیں جو بڑے Parenchymatous cells ہیں جو چھوٹے Mesophyll cells سے گھرے رہتے ہیں۔ ان پودوں کو C4 پودے کہا جاتا ہے۔ ان پودوں کے پتوں کی ساخت کو Kranz anatomy بھی کہا جاتا ہے چونکہ Vascular bundles کے اطراف Bundle sheath کی ترتیب ایک انگوٹھی یا ہار کے مانند معلوم ہوتی ہے۔ Kranz جرمن لفظ ہے جس کے معنی ہار (Wreath) کے ہیں۔

C4 Pathway میں جیسا کہ بیان کیا گیا ہے دو کاربوآکسی لیشن تعاملات ہوئے ہیں ان میں سے ایک تو کلوروپلاسٹ کے Mesophyll cells میں ہوتا ہے اور دوسرا کلوروپلاسٹ کے Bundle sheath میں ہوتا ہے۔ ان مراحل کو ذیل میں بیان کیا جاتا ہے۔

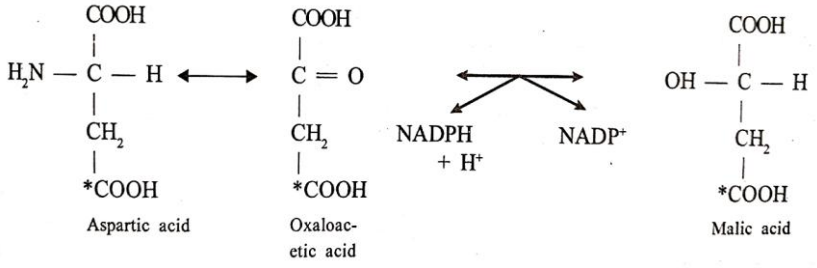


C4 میکانیت کا ترمیمی خاکہ (C4- Mechanism)

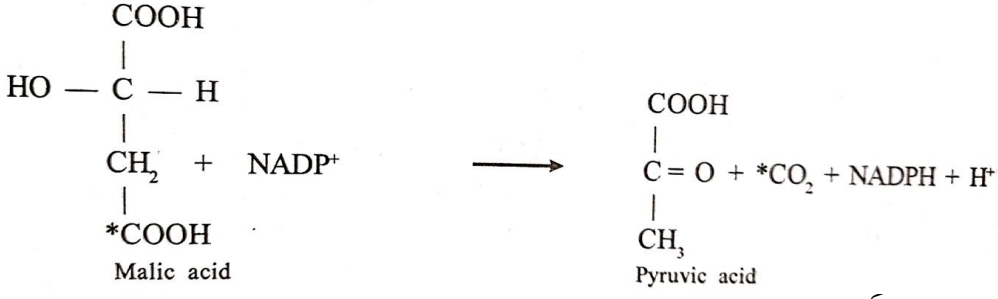
(i)۔ پہلے مرحلہ میں فاسفو فینال پائیرودک ایسڈ، کاربوآکسی لیشن کے نتیجہ میں C-4 پائی کاربو آکسی لک ایسڈ (C4 Dicarboxylic acid) اور (Oxaloacetic acid) آکسالواسیٹک ایسڈ بناتے ہیں۔



(ii)۔ آک لواسیٹک ایسڈ(Oxaloacetic acid)دوسرےC4-dicarboxylicسے مل کر اسپارٹک ایسڈ (Aspartic acid)اور مالکMalic acidبناتے ہیں۔

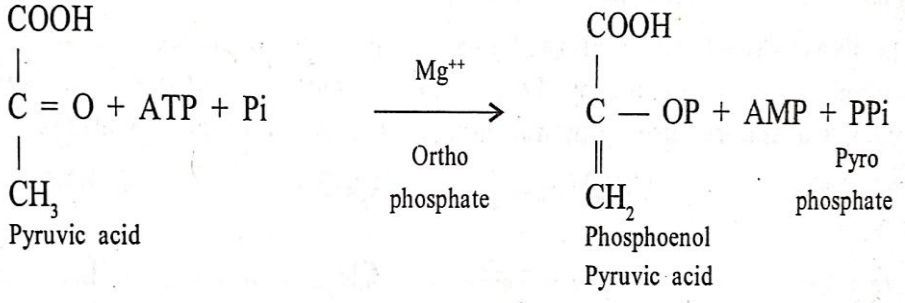


(iii)۔ کلوروپلاسٹ کے میسوفل خلیوں(Mesophyll cells) سے مالک ایسڈ کلوروپلاسٹ کے بنڈل شیتھ(Bundle sheaths) کو منتقل ہوتی ہے جہاں Decarboxylation کے نتیجے میں $NADP^+$ کی موجودگی میں Co_2اور پائیروک(Pyruvic acid)بنتاہے۔



(iv)۔ اب دوسرا کاربوآکسیلیشن کلوروپلاسٹ کے بنڈل شیتھ کے خلیوں میں انجام پاتاہے۔Ribulose bisphosphate تیسرے مرحلہ میں پیداشدہCo_2کے لے لیتاہےاوراس سے3 – Phosphoglyceric acidبنتاہے۔اس طرح بننے والے مرکب کاکچھ حصہHexose monophosphatase،سکروسSucroseاوراسٹارچ کے بننے میں بھی کام میں آتاہے۔

(v)۔ تیسرے مرحلہ میں پیداشدہ پائیروک ایسڈ کلوروپلاسٹ کے میوفل خلیوں کو منتقل ہوتاہے جہاں پھر سے فاسفوفینال پائرووک ایسڈ (Phosphoenol Pyruvic acid)بنتاہے۔



AMPکاATPسے فاسفوریلیشن کے ذریعے2 ADPکے سالمے بنتے ہیں۔

$$AMP + ATP \rightleftharpoons 2\ ADP$$

یہADPفوٹو سینتھسس کے لائیٹ ری ایکشن(Light reaction)میں پھر سےATPمیں تبدیل ہو جاتے ہیں۔

- C4 پاتھ وے کی اہمیت (Significance of C4 Pathway)

(1)۔ C4 پاتھ وے کیالون سائیکل ہی کی ایک مبتدلہ شکل ہے اور یہ ان صورتوں میں فائدہ مند ہے جب پودے بہت گھنے (Dense) طریقہ سے ٹراپیکل (Tropical regions) میں اُگ رہے ہوں جہاں Co_2 کی دستیابی کم ہے۔

(2)۔ فضائی Co_2 کے ارتکاز میں کمی واقع ہونے کے نتیجے میں ہو سکتا ہے کہ پودوں میں اس طرح (C4 Pathway) کا عمل اختیار کیا گیا۔

(3)۔ اس عمل کی دریافت سے یہ پتہ چلتا ہے کہ کیالون سائیکل کے علاوہ بھی فوٹو سینتھسس میں تعاملات ہو سکتے ہیں جو ہنوز معلوم نہیں ہوئے۔

7.2.5 C3 اور C4 پودوں میں فرق

C3 پودے	C4 پودے
1۔ان پودوں کی مثالیں گیہوں، اوٹس، بارلی، دھان، روٹی، سورج مکھی وغیرہ ہیں۔	1۔ان کی مثالیں مکئی، جوار، نیشکر، امارانتھس ارٹی پلکس وغیرہ ہیں۔
2۔ فوٹو سینتھسس میں کاربن پاتھ وے یہاں کیالون سائیکل ہے۔ (C3)	2۔ کاربن پاتھ وے فوٹو سینتھسس میں C4 Dicarboxylic acid pathway ہے۔
3۔کاربن پاتھ وے میں بننے والا پہلا مستحکم مرکب 3C مرکب ہے۔ Phosphoglyceric acid (PGA)	3۔پہلا مستحکم مرکب 4C – Oxaloacetic acid (OAA) ہے۔
4۔ فوٹو سینتھسس کیلئے درجہ حرارت کم سے زیادہ کی ضرورت ہے۔	4۔زیادہ درجہ حرارت کی ضرورت ہے۔
5۔ فوٹو ریسپریشن عمل میں آتا ہے۔	5۔ فوٹو ریسپریشن نہیں ہوتا۔
6۔ فوٹو سینتھسس کی صلاحیت کم ہے۔	6۔ فوٹو سینتھسس کی صلاحیت زیادہ ہے۔
7۔Co_2 کا اخراج روشنی میں زیادہ ہے۔	7۔Co_2 کا اخراج بظاہر نہیں ہے۔
8۔ فوٹو سینتھسس سے پیدا شدہ مرکبات کی منتقلی کی رفتار دھیمی ہوتی ہے۔	8۔ فوٹو سینتھس سے پیدا شدہ مرکبات کی منتقلی کی رفتار تیز ہوتی ہے۔

7.2.6 کیام Crassulacean Acid Metabolism (CAM)

ایسے رسیلے اور نیم رسیلے پودے جو نمک زدہ زمینوں میں اُگنے والے نہیں ہوتے عام حالات میں ان کے سبز شاخوں میں ترشے کی مقدار رات میں زیادہ ہو جاتی ہے اور آنے والے دن میں گھٹ جاتی ہے۔ ترشے اس طرح رات دن میں کمی بیشی کے ہونے کو سب سے پہلے برائیو فائیلم (Bryophyllum calycinum) نامی پودے میں دیکھا گیا ہے۔ اور اس کو Crassulacean Acid

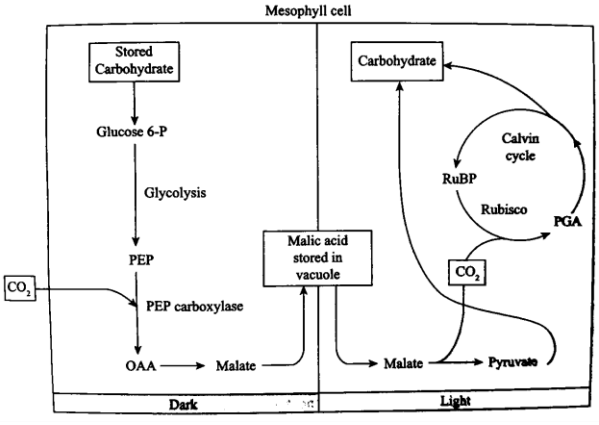
Metabolism(CAM)کانام دیا گیا۔اس طرح کا عمل پودوں کے صرف سبز حصوں میں واقع ہوتا ہے اور بہت سے پودوں میں اس طرح کا عمل دیکھا گیا ہے۔ یہ خاص طور پر برائیو فائلم، کالنچو(Kalanchoe)، سیڈم(Sedum)، کلینیا(Kleinia)، کراسولا(Crassula)اور اوپنشیا(Opuntia)کے دبیز سبز تنوں میں دیکھا جاسکتا ہے۔

CAM پودوں میں پتوں میں اسٹومیٹارات میں کھلے رہتے ہیں اور ان کے بیشتر حصہ میں بند رہتے ہیں۔اسٹومیٹا کا اس طرح رات کو کھلنا اور ان کو بند رہنے کے نظام کو Reverse Stomatal Rhythm کہا جاتا ہے۔

ان پودوں میں ترشئے کی مقدار میں کمی بیشی ان میں پائے جانے والے خالیوں میں مالک ایسڈ(Vacuolar malic acid) کی مقدار میں تبدیلی کا نتیجہ ہوتی ہے۔رات میں مالک ایسڈ کی مقدار بڑھ جاتی ہے دن کے اوقات میں یہ استعمال میں آنے کیوجہ سے مقدار میں گھٹ جاتی ہے۔

ترشہ کی مقدار میں تبدیلی لانے والے عوامل:

ترشہ کی مقدار میں رات دن ہونے والی تبدیلی پودوں کی عمر اور ان کے نشونما کے حالات کے مطابق ہوتی ہے۔یہ پتوں کے کھلنے اور پوری طرح نمو پانے کے ساتھ بڑھ جاتی ہے اور پتوں کے عمر رسیدہ ہونے کے ساتھ گھٹنے لگتی ہے اس کے علاوہ رات اور دن کے اوقات کا درجہ حرارت، فوٹو سینتھسس کا عمل اور دن کا دورانیہ(Day length) بھی اس تبدیلی کا موجب ہیں۔



CAM کا ترمیمی خاکہ (Crassulacean Acid Metabolism)

رات کے اوقات میں مالیٹ کا بننا(Synthesis of Malate during night)

Acidification کے دوران نشاستہ(Starch) کی خاصی مقدار ستعمال ہوتی ہے جس سے پتہ چلتا ہے کہ کاربوہائیڈریٹس، مالیٹ(Malate) کے بننے کا ذریعہ ہیں۔اس عمل کو ذیل کی مساوات سے بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

$$C_6H_{10}O_6 + 2Co_2 \longrightarrow 2C_4H_6O_5 \qquad \text{(Malat)}$$

دراصل مالیٹ کی تیاری(Synthesis) رات کے اوقات میں ہوتی ہے ۔ جس میں کاربو ہائیڈریٹس سے اخذ کردہ مادے جیسے پائیرووییٹ(Pyruvate) یا فاسفواینال پائیرووییٹ Phosphoenol Pyruvate (PEP) کاربو آکسی لیشن کے عمل کی بدولت آکسالواسیٹک ایسڈ بناتا ہے جو بعد میں تحویل پاکر مالیٹ بن جاتا ہے۔ذیل کی مساوات سے ان تعاملات کو ظاہر کیا جاتا ہے۔

1. Pyruvate + CO_2 + NADPH + H^+ $\xrightleftharpoons{\text{Malic enzyme}}$ Malate + $NADP^+$

2. PEP + CO_2 + ADP $\xrightleftharpoons{\text{PEP—Carboxykinase}}$ Oxaloacetate + ATP

3. PEP + CO_2 + H_2O $\xrightarrow{\text{PEP—carboxylase}}$ Oxaloacetate + Pi

4. Oxaloacetate + NADH + H^+ $\xrightleftharpoons{\text{Malate dehydrogenase}}$ Malate + NAD^+

Consumption of Malate in Light Deacidification

رات کے بعد آنے والے دن یعنی Acidification کے رات میں واقع ہونے کے بعد جب دن نکلتا ہے تو پودے کے ترشائے ہوئے حصے روشنی میں آتے ہیں اور مالیٹ کا تیزی سے استعمال ہونے لگتا ہے جس سے Deacidification کا عمل ہوتا ہے۔ اس طرح کا عمل دو طریقوں سے ہو سکتا ہے جو حسب ذیل ہیں۔

(1)۔ بعض CAM پودوں میں مالیٹ راست طور پر Decarboxylation کے عمل سے Co_2 اور پائیر وویٹ میں تبدیل ہوتی ہے۔

$$Malate + NADP^+ \rightleftharpoons Pyruvate + CO2 + NADPH + H^+$$

(ii)۔ بعض دوسرے CAM پودوں میں مالیٹ پہلے تکسیر پاتا ہے اور آکسالواسی ٹیٹ Oxaloacetate بناتا ہے پھر یہ Co_2 اور Phosphoenolpyruvate میں تبدیل ہوتا ہے۔

$$Malate + NAD^+ \rightleftharpoons Oxaloacetatte + NADH + H^+$$

$$Oxaloacetate + ATP \rightleftharpoons PEP + CO_2 + ADP$$

ان دونوں مذکورہ بالا عمل میں پیدا ہونے والی Co_2 بالآخر فوٹو سینتھسس میں استعمال ہوتی ہے اور کاربوہائیڈریٹس بناتی ہے۔ پائیر وویٹ (Pyruvate) اور فاسفوانیال پائیر وویٹ بھی دن کے دوران کاربوہائیڈریٹس کے بننے میں استعمال ہوتے ہیں۔

- CAM کی اہمیت (Significance of CAM)

CAM پودے عام طور پر خشک اور ریگستانی علاقوں کیلئے موزوں ہوتے ہیں ان پودوں میں نشو نما کی غیر معمولی صلاحیت ہوتی ہے اور وہ پانی کی زیادہ سے زیادہ تبخیر (Evaporation) ہونے والے حالات اور بارش کی حد درجہ کمی ہونے کے باوجود بڑھنے اور پروان چڑھنے کی اچھی صلاحیت رکھتے ہیں جب کہ دوسرے پودے ان حالات میں پنپ نہیں سکتے۔

CAM پودوں میں اسٹومیٹا کا رات میں کھلا رہنا پودوں کو فضائی Co_2 حاصل کرنے کا محرک بنتا ہے جب ٹرانسپریشن کی شرح بہت کم ہوتی ہے۔ اس کے برعکس دن کے اوقات میں جب اسٹومیٹا بند رہتے ہیں تو میالیٹ کے Decarboxylation سے حاصل ہونے والا Co_2 فوٹو سینتھسس میں کام آتا ہے۔

CAM پودوں میں ٹرانسپریشن کی شرح C3اور C4 پودوں کی بہ نسبت کم ہوتی ہے۔اس وجہ سے خشک جگہوں اور ریگستانوں میں یہ پودے پنپنے کی صلاحیت کے حامل ہوتے ہیں۔

تاہم کاربن کے استعمال(Carbon Assimilation) کی روزانہ شرح کے معاملہ میں CAM پودے C3 پودوں کے نصف اور C4 پودوں کے ایک تہائی ہیں۔

دن کے اوقات اسٹومیٹا کے بند ہونے کے سبب CAM پودے خشک حالات میں پانی ذخیرہ اندوزی کرتے ہیں تاہم یہ بات CAM کے وجود میں آنے کی وجہ نہیں کہلائی جاسکتی کیونکہ CAM بعض آبی پودوں میں بھی دیکھا گیا ہے۔آبی پودوں میں CAM کی وجہ سے ہوسکتا ہے کہ جس وقت Co_2 کی دستیابی کم ہوتی ہے۔پودے غیر نامیاتی کاربن بہ صورت بائی کاربونیٹ ایانس(HCO^-_3) لیتے ہیں۔

7.2.7 فوٹوریسپریشن(Photorespiration)

فوٹوریسپریشن بہت سے سبز پودوں میں واقع ہونے والا ریسپریشن کا ایک خاص عمل ہے جو اسوقت ہوتا ہے جب پودے روشنی میں لائے جاتے ہیں۔ڈارک ریسپریشن روشنی کے تابع نہیں ہوتا اس کی شرح اندھیرے اور روشنی دونوں میں یکساں ہوتی ہے۔Co_2 کی خارج ہونے والی مقدار بھی ان دونوں صورتوں میں مساوی مانی جاتی ہے۔لیکن تحقیقات سے پتہ چلا کہ Co_2 کا اخراج روشنی میں ہونے والے ریسپریشن میں اندھیرے کی بہ نسبت زیادہ ہوتا ہے اور روشنی کی حالت میں بالخصوص آکسیجن کے زیادہ ارتکاز پر Co_2 کی مقدار ایک دم زیادہ ہوتی ہے۔کروٹکو(Krotkor)(1963) نے اس اصطلاح یعنی Photorespiration کو وضع کیا جو ان دونوں عمل یعنی اندھیرے اور روشنی میں ہوانے والے ریسپریشن کے دوران Co_2 کے اخراج میں تمیز کرتا ہے۔

فوٹوریسپریشین(Co_2 Compensation Point) سے قریبی تعلق رکھتی ہے اور صرف انہی پودوں میں واقع ہوتی ہے ۔جہاں نسبتاً Co_2 Compensation Point زیادہ ہوتا ہے جیسے ٹماٹر، گیہوں، اوٹس، سبز الجی کلوریلا(Chlorella) وغیرہ ہیں۔واضح ہو کر Co_2 Compensation Point سے مراد Co_2 کا فضاء میں وہ ارتکاز ہے جہاں فوٹو سینتھسس میں استعمال ہونے والی Co_2 کی مقدار ریسپریشن میں خارج ہونیوالی Co_2 کی مقدار کے مساوی ہوتی ہے۔یہ ان پودوں میں ناقابل لحاظ یا عدم موجود ہے جہاں Co_2 کی تلافی(Co_2 Compensation Point) بہت کم ہوتی ہے جیسے مکئی نیشکر وغیرہ۔

☆ فوٹوریسپریشن پودوں کے صرف کلوروپلاسٹ بافتوں میں ہوتا ہے۔

☆ فوٹو ریسپریشن کا عمل تین مختلف خلوی عضویوں(Cell organ cells) میں ہوتا ہے جو کلورو پلاسٹ (Chloroplast)، پرآکسی سومس(Peroxisomes) اور مائٹوکانڈریا(Mitochondria) ہیں۔

☆ فوٹوریسپریشن سے حاصل ہونے والا اہم مادہ(Metabolite)، گلائیکولیٹ(Glycolate) یا Glycolic acid ہے۔ دوسرے حاصل ہونے والے مادے Glycine اور Serine ہیں۔

☆ فوٹوریسپریشن بھی ایک تکسیدی عمل ہے جہاں گلائیکولیٹ(Glycolate) کی تکسید سے Co_2 کا اخراج ہوتا ہے۔

- **فوٹو ریسپریشن پر اثرانداز ہونے والے عوامل**(Factors effecting photorespiration)

جیسا کہ ذکر کیا گیا ہے فوٹو ریسپریشن Co_2 کی تلافی سے جڑا ہوتا ہے۔ چنانچہ مخصوص پودوں کے علاوہ وہ عوامل جو Co_2 Compensation Point کو متاثر کرتے ہیں وہ فوٹو ریسپریشن کو بھی متاثر کرنے کا سبب بنتے ہیں۔ فوٹو ریسپریشین اسوقت زیادہ ہوتا ہے جب آکسیجن کا ارتکاز زیادہ ہوتا ہے اور Co_2 کا ارتکاز کم ہوتا ہے۔ درجہ حرارت کی زیادتی بھی اس کیلئے سازگار ثابت ہوتی ہے۔ اس کے ساتھ ساتھ بعض موانعاتی مادے(Inhibitors) بھی ہیں جیسے Glycolic acid oxidase جو فوٹو ریسپریشن کو روکنے کا کام کرتے ہیں۔

- **فوٹو ریسپریشین کی اہمیت**(Significance of Photorespiration)

فوٹو ریسپریشن کا کوئی مثبت پہلو پودوں میں اب تک علم میں نہیں۔ یہ ایک بے فیض(Wasteful) عمل ہے۔ اول تو یہ کہ الجی اور C3 پودوں میں یہ دیکھا جاتا ہے Co2 کی حاصل ہونے والی پچاس فیصد مقدار فوٹو ریسپریٹری عمل(Photo respiratory) عمل سے گزرتی ہوئی کاربوہائیڈریٹ بناتی ہے جس سے فوٹو سینتھسس سے حاصل ہونے والے مرکبات(Photosynthesis) میں قابل لحاظ کمی ہوتی ہے۔ دوسرا منفی پہلو یہ ہے کہ عام ریسپریشن کے برخلاف یہاں (Reduced Co-enzymes) اور ATP بننے نہیں پاتے۔

متذکرہ بالا منفی پہلو کے قطع نظر یہ بات البتہ اپنی جگہ مسلمہ ہے کہ فوٹو ریسپریشین ایک طرح سے صفائی کا کام کرتے ہیں۔ Glycolate metabolism کے ذریعے کاربن کا وہ 75% حصہ بچ جاتا ہے جو بصورت دیگر کیالون سائیکل میں – 2 Phosphoglycolate کی شکل میں ضائع ہو جاتا تھا۔

فوٹو ریسپریشین اور عام رسپیریشین میں فرق

فوٹو ریسپریشن	عام ریسپریشن
1۔ یہ روشنی پر منحصر ہے۔	1۔ یہ روشنی پر منحصر نہیں ہوتا۔
2۔ یہ صرف C3 پودوں کے سبز حصوں اور چند ایک C4 پودوں میں انجام پاتا ہے۔	2۔ یہ ایروبک جانداروں کے سبھی باحیات بافتوں میں انجام پاتا ہے۔
3۔ یہ آکسیجن تین جگہوں پر استعمال کرتا ہے اور صرف ایک جگہ Co2 آزاد کرتا ہے۔	3۔ آکسیجن صرف ایک جگہ استعمال ہوتی ہے۔ Co2 کئی جگہوں پر آزاد ہوتی ہے۔
4۔ تحویل کردہ کوانزائیمس اور ATP دوبارہ نہیں بن پائے۔	4۔ تحویل کردہ کو۔انیزائمس اور ATP بنتے ہیں۔
5۔ یہ Co2 اور O2 کے ارتکاز سے متاثر ہوتا ہے۔	5۔ Co2 اور O2 کا ارتکاز اس کو متاثر نہیں کرتا۔

7.3 اکتسابی نتائج(Learning Outcomes)

الیکٹرون ٹرانسپورٹ سسٹم میں دونوں ہی فوٹو سسٹم میں زائد توانائی کے ساتھ ایک الیکٹرون خارج ہوتا ہے۔الیکٹرون کی زائد توانائی ATP سالمات بننے میں استعمال ہوتی ہے۔ فوٹو سینتھسس میں ADP اور غیر نامیاتی فاسفیٹ(Pi) سے ATP کے بننے کے عمل کو فوٹو فاسفوریلیشن کہا جاتا ہے۔ یہ دو طرح کا ہوتا ہے یعنی نان سائیکلک فاسفوریلیشن اور سائیکلک فاسفوریلشن۔ نان سائیکلک فاسفوریلیشن میں فوٹو سسٹم II سے آزاد ہونے والا الیکٹرون لوٹ کر اپنے اصلی مقام پر نہیں آتا بلکہ فوٹو سسٹم I میں چلا جاتا ہے۔ یہ $NADP^+$ کی تحویل میں استعمال ہوتا ہے۔اس کے برعکس سائیکلک الیکٹرون ٹرانسپورٹ میں فاسفوریلیشن کا عمل صرف فوٹو سسٹم I ہی میں انجام پاتا ہے۔اس میں روشنی کی توانائی P700 سے نکلا ہوا الیکٹرون پھر واپس آجاتا ہے۔ $NADP^+$ کی تحویل نہیں ہوتی۔ صرف ATP کے سالمات بنتے ہیں۔

فوٹو سینتھسس کے دوران Co_2 کا کاربوہائیڈریٹس میں تبدیل ہونے والا عمل کیالون سائیکل میں انجام پاتا ہے جو میں کاربوآکسی لیشن، تحویل اور شکر کے بننے جیسے مراحل پر مشتمل ہوتا ہے۔ کیالون سائیکل کے علاوہ اسی طرح کا ایک اور عمل 4-C dicarboxylic acid pathway ہے جو چند پودوں جیسے مکئی، جوار اور امرانتھس وغیرہ میں ہوتا ہے۔ یہ عمل ان صورتوں میں فائدہ مند ہے جہاں Co_2 کی دستیابی کم ہوتی ہے۔

ایسے رسیلے اور نیم رسیلے ایسے پودوں میں جو نمک زدہ زمینوں میں اُگنے سے قاصر ہیں ترشے کی مقدار میں رات اور ان کے اوقات میں کمی بیشی ہوتی رہتی ہے یہ Crassulacean Acid Metabolism (CAM) ہے۔ یہ خاص طور پر برائیو فائلم، Opuntia وغیرہ پودوں میں ہوتا ہے۔ان میں ترشۂ کی مقدار میں کمی بیشی دراصل مالک ایسڈ کی مقدار میں تبدیلی کا نتیجہ ہوتی ہے۔اس طرح کا عمل ان پودوں کیلئے سازگار ہوتا ہے جو خشک اور ریگستانی علاقوں میں ہوتے ہیں اور بارش کی کمی کے باوجود نمو پانے کی صلاحیت رکھتے ہیں۔

فوٹو ریسپریشن بہت سے سبز پودوں میں واقع ہونے والا وہ خاص عمل ہے جو ان پودوں کو روشنی پر عمل میں آتا ہے۔ یہ ایک تکسیدی عمل ے جہاں Glycolate کی تکسید سے Co_2 کا افراج ہوتا ہے۔ یہ ان پودوں میں واقع ہوتا ہے جہاں Co_2 Compensation Point زیادہ ہوتا ہے۔ واضح ہو کہ اس سے مراد Co_2 کا فضاء میں وہ ارتکاز ہے جہاں فوٹو سینتھسس میں استعمال ہونے والی Co_2 کی مقدار ریسپریشن میں خارج ہونیوالی Co_2 کی مقدار کے مساوی ہوتی ہے۔ فوٹو ریسپریشن کا عمل روشنی پر منحصر ہوتا ہے جبکہ عام ریسپریشن کا عمل روشنی پر منحصر نہیں ہوتا۔عام ریسپریشن کا عمل Co_2 اور O_2 کے ارتکاز سے متاثر نہیں ہوتا جبکہ فوٹو ریسپریشن اس ارتکاز سے متاثر ہوتا ہے۔

7.4 کلیدی الفاظ(Keywords)

الیکٹرون ٹرانسپورٹ سسٹم۔ سائیکلک فاسفوریلیشن، نان سائیکلک فاسفوریلیشن کیالون سائیکل۔ C4 ڈائی کاربوآکسالک ایسڈ پاتھ وے C3 اور C4 پودوں کا فرق CAM فوٹو ریسپریشن۔

7.5 نمونہ امتحانی سوالات(Model Examination Questions)

7.5.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات(Objective Answer Types Questions)

1۔ تمثیلی قوۃ(Assimilatory power)ہیں۔

(a)۔FAD (b)۔NAPPاورATP

(c)۔آکسیجن (d)۔کوئی بھی نہیں

2۔ غیر دوری فاسفورل اندازی کو یہ بھی کیا جاتا ہے۔

(a)۔N-Scheme (b)۔Z-Scheme

(c)۔F-Scheme (d)۔کوئی بھی نہیں

3۔ پانی میں قابل حل آئیرن سلفر پروٹین ہیں تھائیلڈ کائیڈ ممبرین کے اسٹروما میں پائے جاتے ہیں۔

(a)۔فیرڈاکسن(Ferredoxin) (b)۔سائٹوکروم

(c)۔پلاسٹوسیانن (d)۔کوئی بھی نہیں

4۔ دوری فاسفورل اندازی اس۔۔۔۔۔۔فوٹوسسٹم میں ہوتی ہے۔

5۔ C_3اور میں پہلا مرکب۔۔۔بنتا ہے۔

6۔ C_4دور کو۔۔۔۔۔۔۔۔اور۔۔۔۔سائنسدانوں نے دریافت کیا۔

7۔ C_4دور میں پہلا مستحکم مرکب۔۔۔۔۔۔بنتا ہے۔

8۔ کرانزاناٹومی(Kranz anatomy)کی تعریف کیجئے۔

9- ضیاء فاسفورل اندازی سے کیا مراد ہے۔

10۔ CAMپودوں کی تعریف کیجئے۔

7.5.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات(Short Answer Type Questions)

1۔ فاسفوریلیشن(Phosphorylation)سے کیا مراد ہے۔سائیلک فاسفوریلیشن کی تشریح کریں۔

2۔ C-4 Pathwayکی کیا اہمیت ہے۔C3اور C4پودوں کا فرق بیان کریں۔

3۔ CAMکے عمل کی وضاحت کیجئے۔

4۔ فوٹوریسپریشن پر اثرانداز ہونے والے عوامل اور فوٹوریسپریشن کی اہمیت پر روشنی ڈالیں۔CAMکے بارے میں بتائیں۔

5۔ Hatch Slack Pathwayکیا ہے تحریر کریں۔

7.5.3 طویل جوابات کے حامل سوالات(Long Answer Type Questions)

1۔ CAM کی اہمیت بیان کریں۔

2۔ فوٹو ریسپریشن اور عام ریسپریشن میں کیا فرق ہے۔

3۔ سائیکلک اور نان سائیکلک فاسفوریلیشن کا فرق بیان کریں۔

4۔ کیالون سائیکل کے تین مرحلوں کے نام لکھیں۔ان میں بننے والے مرکبات کے صرف نام بتائیں۔

Key: 1.b 2. b 3.a 4.فوٹو سسٹم I (PS-I)

5. 3-Phosphoglyceric acid (3-PGA) 6. Hatch اور Slack

7. Oxaloacetic acid (OAA)

8۔Kranz anatomy:ایسی خاص ساخت جس میں پتے کے bundle sheath خلیے mesophyll خلیوں کے گرد دائرے کی شکل میں ترتیب پاتے ہیں، جو C_4 پودوں میں پائی جاتی ہے۔

9۔ضیائی فاسفورل اندازی(Photophosphorylation) :روشنی کی موجودگی میں ATP کی تیاری کا عمل۔

10۔ CAM پودے :ایسے پودے جو رات کے وقت CO_2 جذب کرتے ہیں اور دن میں فوٹو سنتھیسز کرتے ہیں مثلاً Cactus

اکائی 8: پودوں میں عمل تنفس

(Respiration in Plants)

اکائی کے اجزاء

8.0		تمہید
8.1		مقاصد
8.2		عمل تنفس
	8.2.1	پودوں میں عمل تنفس
	8.2.2	گلیکوز پاشیدگی
	8.2.3	غیر ہوائی تنفس
	8.2.4	ہوائی تنفس
	8.2.5	الیکٹرون ٹرانسپورٹ سسٹم
	8.2.6	گلائی آکسالیٹ میکانکزم
	8.2.7	پنٹوس فاسفیٹ پاتھوے
8.3		اکتسابی نتائج
8.4		کلیدی الفاظ
8.5		نمونہ امتحانی سوالات
	8.5.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
	8.5.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
	8.5.3	طویل جوابات کے حامل سوالات

8.0 تمہید(Introduction)

سبھی جاندار اور کار گرد خلیے سانس لیتے ہیں جس میں آکسیجن کا انجذاب اور Co_2 کا اخراج ہوتا ہے۔ لیکن یہ صرف اتنا ہی سا عمل نہیں ہے بلکہ یہ ایک تکسیدی تحویلی(Oxidation-reduction) عمل ہے جس میں مرکبات کی تکسید ہوتی ہے اور Co_2 بنتی ہے آکسیجن جو جذب ہوتی ہے اس کی تحویل ہوتی ہے جس کے نتیجے میں پانی(H_2o)بنتا ہے۔اس عمل میں سبھی مرکبات داخل ہیں جیسے اسٹارچ، سادہ شوگر(Sucrose)، چربی(Fats)، پروٹین وغیرہ۔اس طرح تکسید۔ تحویل والے مرکبات کے ٹوٹنے(Breakdown) سے توانائی خارج ہوتی ہے۔ گلوکوس کے ایک سالمہ سے کوئی 686 kcal توانائی حاصل ہوتی ہے۔ ریسپریشن کا عمل فوٹو سینتھسس کی طرح سادہ عمل نہیں بل کے اس میں کئی ایک تعاملات ہوتے ہیں جو مختلف خامروں(Enzymes) کے زیر اثر انجام پاتے ہیں۔اس عمل کے دوران پیدا ہونے والی توانائی دوسرے مرکبات کے بننے(Synthesis) میں کام آتی ہے۔ پودوں کے بڑھنے یا نشو نما پانے کے ساتھ ساتھ ان میں ریسپریشن کی شرح میں اضافہ ہوتا ہے۔

8.1 مقاصد(Objectives)

اس باب میں ذیل کے موضوعات کا مطالعہ مقصود ہے۔

- ☆ ریسپریشن اور اسکا میکانزم
- ☆ گلائی آکسالیٹ میکانزم
- ☆ پنٹوس فاسفیٹ پاتھ وے

ان میکانزم / پاتھ وے میں ہونے والے مختلف تعاملات کا جائزہ اور نتائج واہمیت کا مطالعہ کیا جائے گا جس سے ان موضوعات کی ضروری معلومات طالب علم جان سکیں گے۔

8.2 تنفس(Respiration)

فوٹو سینتھسس کے دوران جو توانائی کا ربو ہائیڈریٹس کے سالمات میں ذخیرہ ہوتی ہے وہ خلوی تکسید (Cellular oxidation) کے عمل سے Co_2 اور پانی کے ساتھ آزاد ہوتی ہے۔اس عمل کو ریسپریشن کہا جاتا ہے۔اس عمل میں کاربوہائیڈریٹس، چربی(Fats)، پروٹین وغیرہ کی تکسید عمل میں آتی ہے۔ان مرکبات میں سب سے زیادہ عام مرکب گلوکوس ہے۔اس کی تکسید ذیل کی مساوات سے ظاہر کی جاتی ہے۔

$$C_6H_{10}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6Co_2 + 6H_2O + Energy$$

(686K.Cal or 2868KJ)

حالیہ عرصوں میں اس مساوات کو حسب ذیل طرح پر ظاہر کیا گیا ہے۔

$$C_6H_{10}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6Co_2 + 10H_2O + Energy$$ (686K.Cal or 2868KJ)

تاہم تکسید کا یہ عمل اتنا سادہ نہیں ہوتا اور نہ ہی یہ ایک دفعہ میں انجام پاتا ہے۔ گلوکوس کی دوسرے اجزاء میں تبدیلی کئی مرحلوں کی متقاضی ہوتی ہے جن میں توانائی آزاد ہوتی ہے اور متعدد درمیانی نوعیت کے کاربن مرکبات بنتے ہیں۔ اس عمل میں آکسیجن الیکٹرون کو قبول کرتی ہے (Electron acceptor) جس کی تحویل سے پانی بنتا ہے۔ ریسپریشن ایک تخریبی عمل (Catabolic process) ہے۔

8.2.1 ریسپریشن کا میکانزم (Mechanism of Respiration)

ریسپریشن کا میکانزم گلائیکولائسس ان ایروبک ریسپریشن اور ایروبک ریسپریشن اور الیکٹرون ٹرانسپورٹ پر محیط ہے۔ یہ عمل خلیے کے Cytoplasm میں رہتی ہے۔

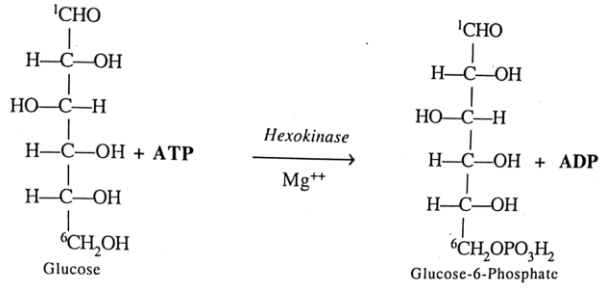
8.2.2 گلیکوپاشیدگی (Glycolysis)

گلائیکولائسس (Glycolysis) آکسیجن کی عدم موجودگی میں بھی انجام پاسکتا ہے۔ گلوکوس ایزائمس کی مدد سے پائیروویٹ (Pyruvate) کے دو سالمات میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ انزائمس کے تعاملات دس مرحلوں میں ہوتے ہیں۔ ابتدائی پانچ مرحلوں کی منزل (Preparatory Phase) اور اس کے بعد والے پانچ مرحلوں کی منزل (Pay off phase) کہلاتی ہے۔

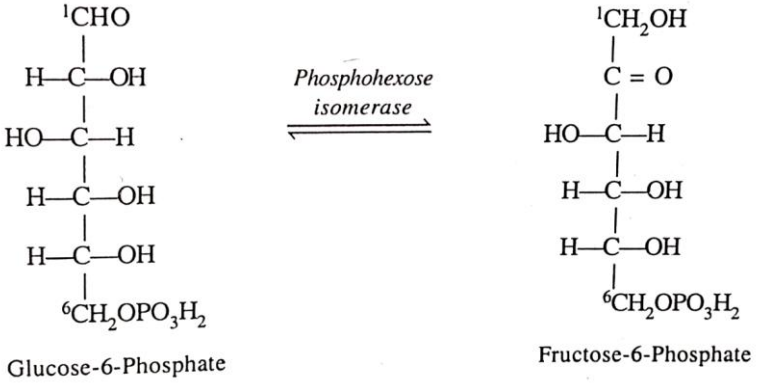
ان منازل کے مساوات درج ذیل ہیں۔

(a)۔ ابتدائی پانچ تعاملات کی منزل (Preparatory Phase (Reaction 1-5)

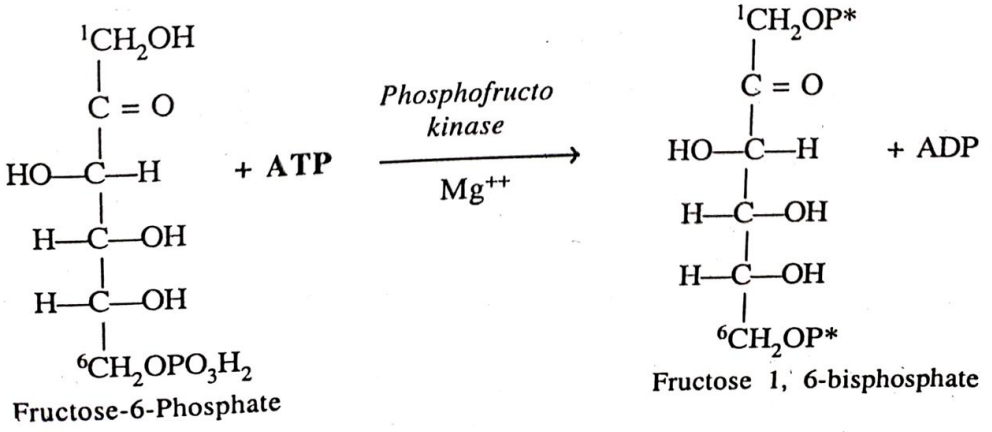
یہ انزائم ہگسوکینیز (Hexokinase) کی موجودگی میں عمل میں آتا ہے۔ گلوکوس سے گلوکس۔6 فاسفیٹ بنتا ہے۔



(2)۔ گلوکوس۔6 فاسفیٹ بدل کر فرکٹوس۔6 فاسفیٹ بن جاتی ہے۔ جو انیزائم Phosphohexose isomerase کی مدد سے عمل پذیر ہوتی ہے۔



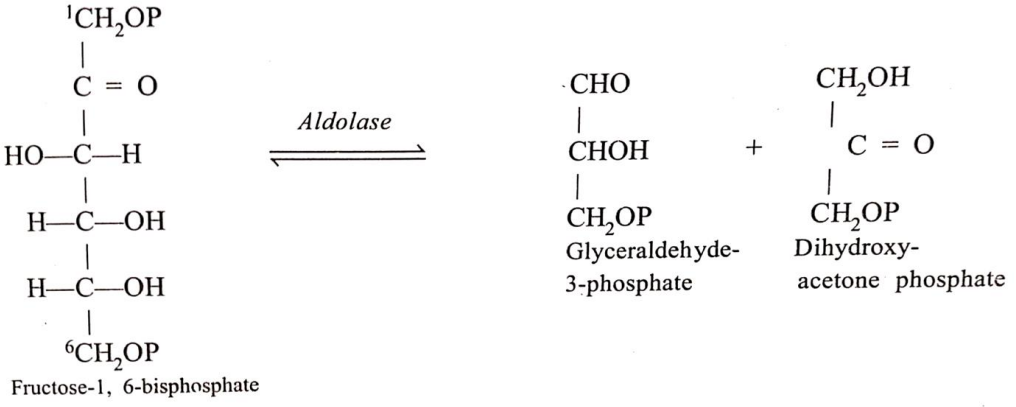
(3)۔ فرکٹوس۔6فاسفیٹATP کے دوسرے سالمہ سے تعامل کے بعد فاکٹوس۔6 ,1 بائی فاسفیٹ میں بدل جاتا ہے۔اس کو سب سے پہلے تین ماہر نباتیاتEmbden, Meyerhofاور Parnasنے پیش کیا۔اس لئے اسکو EMP بھی کہتے ہیں۔اسکے دوران شکر کے سالمے کی شگسنگی(Pathways)ہوتی ہے۔جس سےPyruvic acid کے دو سالمات بنتے ہیں۔



Fructose-6-Phosphate

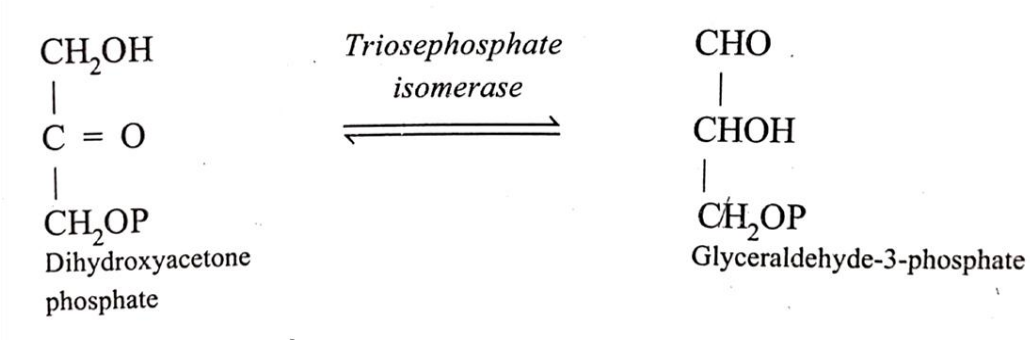
Fructose 1, 6-bisphosphate

(4)۔ فرکٹوس6-1 فاسفیٹ دو ٹرائی روز(trioses) میں منقسم ہوجاتا ہے۔ یعنی Glyceraldehyd-3 Phosphateاور Dihydroxyacetone phosphateمیںAldolase انیزائم کی موجودگی میں۔



Fructose-1, 6-bisphosphate

(5)۔ ڈائی ہائیڈروآکسی اسی ٹون فاسفیٹ اب گلائی سر آلڈیہائیڈ۔3فاسفیٹ میں تبدیل ہوتا ہے۔

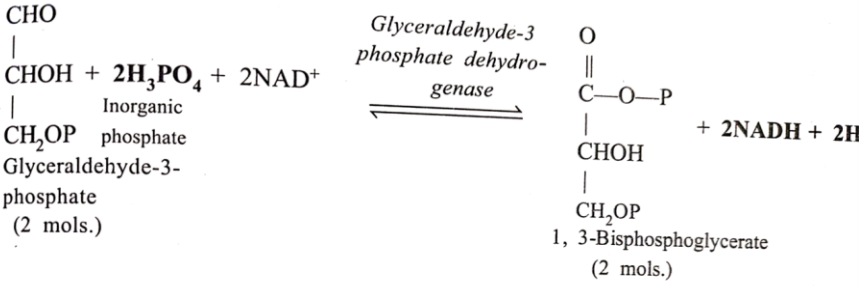


Dihydroxyacetone phosphate

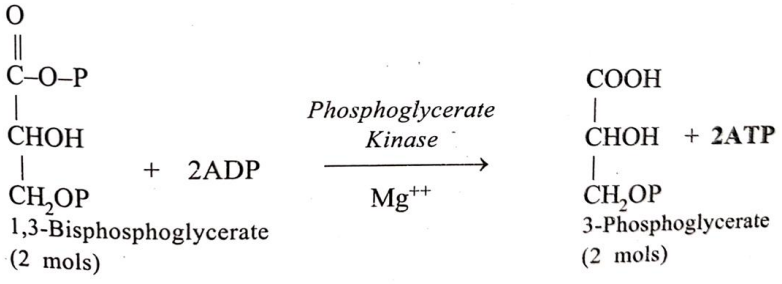
Glyceraldehyde-3-phosphate

(b)۔ Pay off Phase reaction 6-10

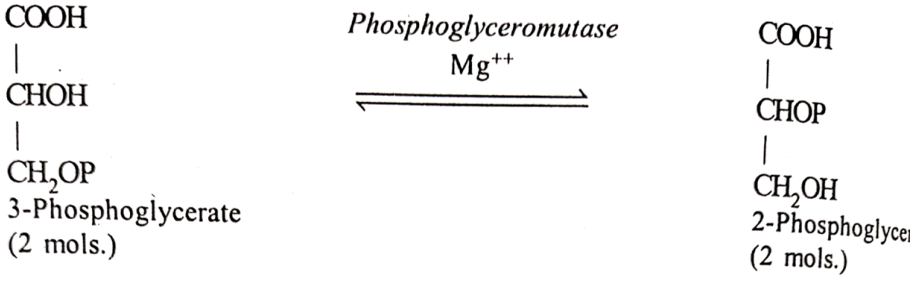
(6)۔ اس منزل میں گلائیسرال ڈی ہائیڈ 3۔ فاسفیٹ کے دو سالموں کی تکسید ہوتی ہے جس کے نتیجے میں 1-3-Bisphorphoglycerate کے دوسالمے بنتے ہیں۔



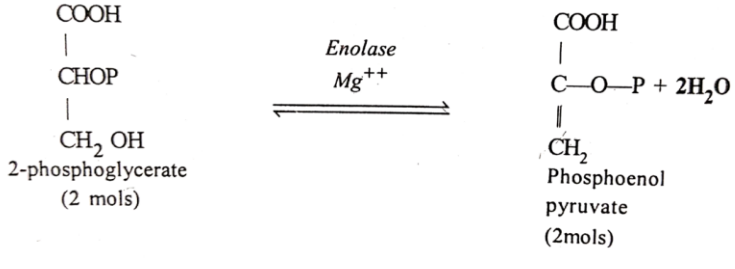
(7)۔ اب 1-3-Biphosphoglycerate کے دوسالے ADP کے دوسالموں سے میل کھا کر ATP کے دوسالے اور 3-Phosphoglycerate کے دوسالمے بناتے ہیں۔



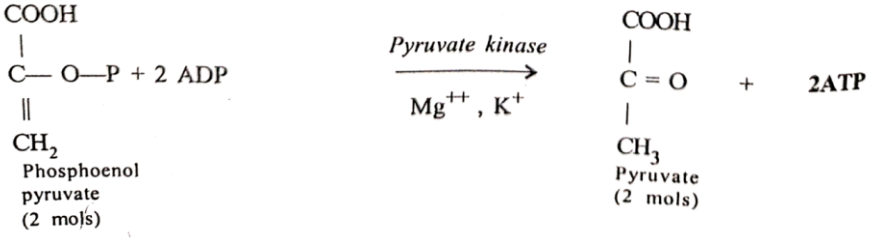
(8)۔ 3-phosphoglycerate کا فاسفیٹ گروپ C-3 سے C2 پوزیشن میں آجاتا ہے۔ فاسفوگلاسیریٹ کے تین سالمے دو سالموں میں بدلتے ہیں۔

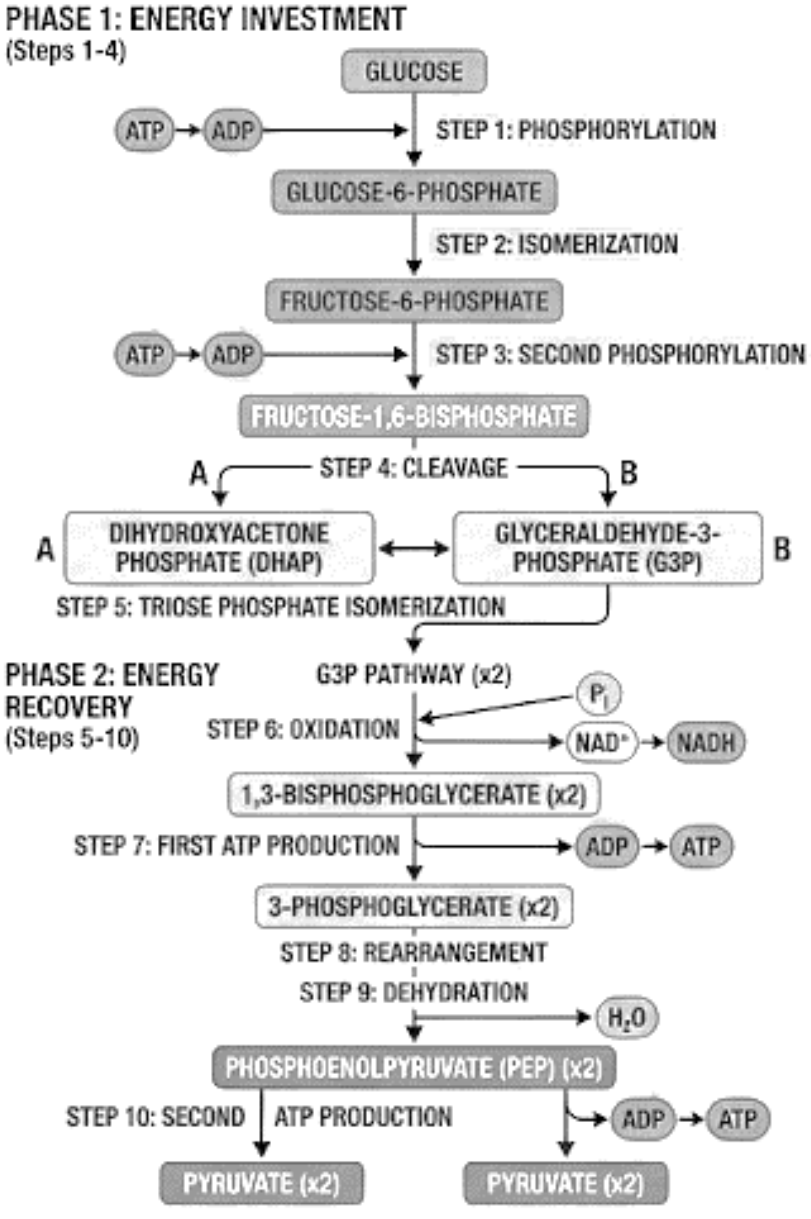


(9)۔ 2-Phosphoglycerate کے دو سالمات ہائیڈریشن (Hydration) کے انجام پانے کے بعد Phosphoenol Pyruvate کے دوسالمے بناتے ہیں پانی کے دوسالمے نکل جاتے ہیں۔



(10)۔ گلائیکولائسس کے آخری تعمل میں فاسفواینال پائروویٹ سے فاسفیٹ گروپ نکل کر ADP میں مل جاتا ہے۔اس عمل سے بالآخر ATP کے دو سالمات بنتے ہیں۔





گلوکوز پاشیدگی کی میکانیت(Mechanism of Glycolysis)

8.2.3 غیر ہوائی تنفس (تخمید) Anaerobic Respiration (Fermentation)

سالماتی آکسیجن کی عدم موجودگی (Anaerobic respiration) میں پائیر ووییٹ تخمیر (Fermentation) کا موجب ہوتا ہے۔

(1)۔ الکوہلک فرمنٹیشن (Alcoholic fermentation):

پائیر ووییٹ پہلے ڈی کاربوآکیلیشن کے نتیجے میں Acetaldehyde بناتا ہے۔ پھر اس سے تحویل کے نتیجے میں ایتھائیل الکوحل بنتا ہے۔

$$2CH_3CO.COOH \xrightarrow[TPP]{Pyruvate\ decarboxylase} 2CH_3CHO + 2CO_2$$

Pyruvate — Acetaldehyde

$$2CH_3CHO + 2NADH + 2H^+ \xrightleftharpoons{Alcohol\ dehydrogenase} 2CH_3CH_2OH + 2NAD^+$$

Acetaldehyde — Ethyl alcohol

اس سارے عمل کو ایک مساوات سے بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے جو حسب ذیل ہے۔

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CH_3CH_2OH + 2CO_2$$

Glucose — Alcohol

(2)۔ Lactic acid Fermentation پائیر ووییٹ کی لیاکٹیٹ (Lactate) میں تبدیلی ہوتی ہے۔ NADH کی تکسید عمل میں آتی ہے۔

$$2CH_3CO.COOH + 2NADH + 2H^+ \xrightarrow{Lactate\text{-}dehydrogenase} 2CH_3CHOHCOOH + 2NAD^+$$

Pyruvate — Lactate

مجموعی اعتبار سے اس کو درج ذیل مساوات سے بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ اس کو سب سے پہلے Krebs نے دریافت کیا۔ ان کے نام سے اسکو کربس دور نام دیا گیا ہے۔ یہ تواپنے کے قشب (Matterin) میں انجام پاتی ہے۔

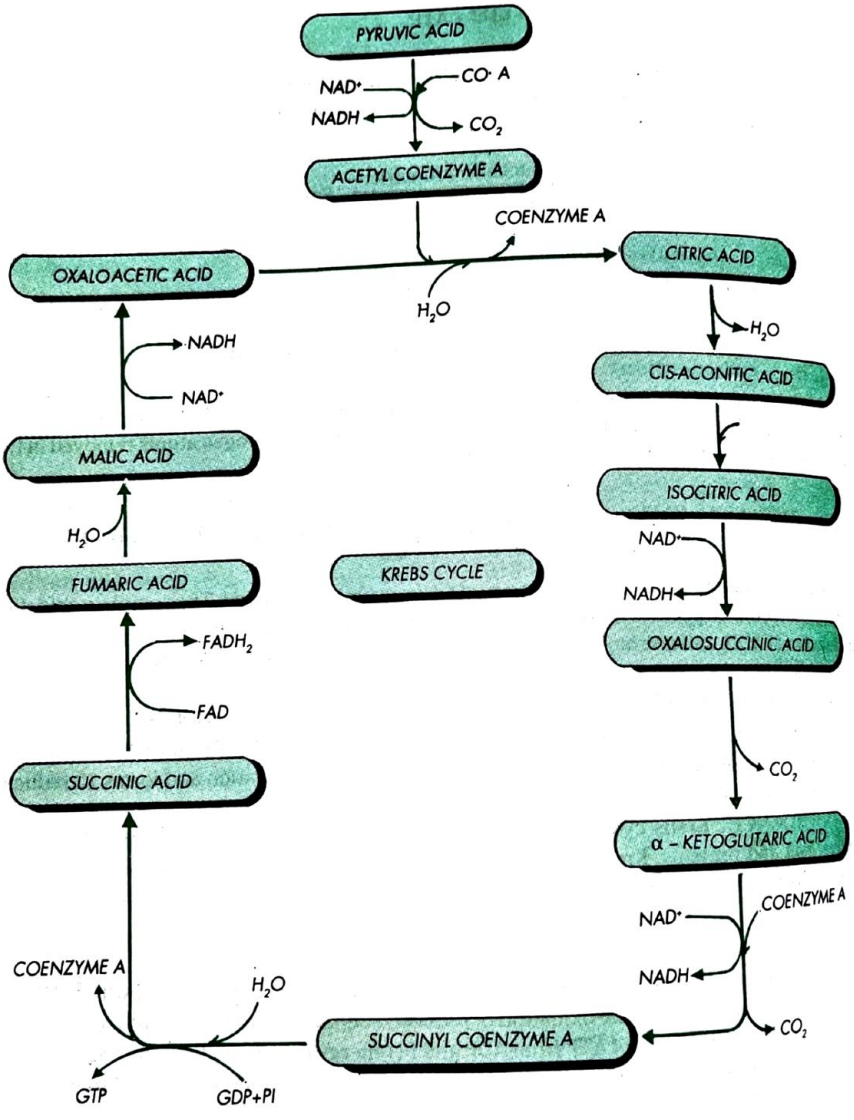
$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CH_3CHOH.COOH$$

Glucose — Lactate

8.2.4 کربس دور (Aerobic Respiration – The Kreb's Cycle)

سالماتی آکسیجن کی دستیابی ہو تو ایروبک ریسپریشن وقوع پذیر ہوتا ہے۔ اس میں گلائیکولائسس میں پیدا شدہ پائیروویٹ اب مائیٹو کانڈریا میں داخل ہو جاتا ہے۔ جس سے مزید تکسیدی عمل انجام پاتا ہے۔ اس عمل کو کرب سائیکل (Kreb's Cycle) کہتے ہیں اس کو سٹرک ایسڈ سائیکل CAC (Citric acid cycle) یا Tricarboxylic Acid Cycle (TCA) بھی کہا جاتا ہے۔

Kreb's Cycle کے مختلف تعاملات کو شکل سے ظاہر کیا گیا ہے۔ ان تعاملات کی تفصیل حسب ذیل ہے۔



Kreb's Cycle / Citric acid cycle

(a)۔ Oxidative Decarboxylation of Pyruvic Acid پائیروویٹ کو انیزائم (CoA) اور +NAD سے تعامل کے نتیجے میں Acetyl-CoA بناتا ہے۔ Co_2 کا ایک سالمہ آزاد ہوتا ہے اور +NAD کی تحویل سے +NADH+H ہیں۔

$$CH_3Co.COOH + CoA + NAD^+ \rightarrow CH_3Co.CoA + Co_2 + NADH + H^+$$

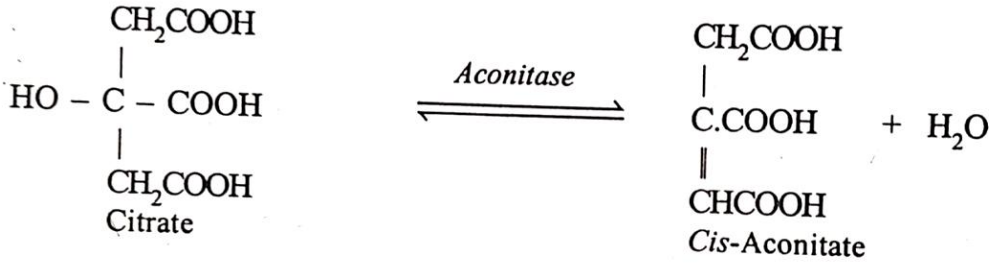
Pyruvate Acetyl-coA

(b)۔ Oxidation of Acetyl Moiety of Acetyl – CoA

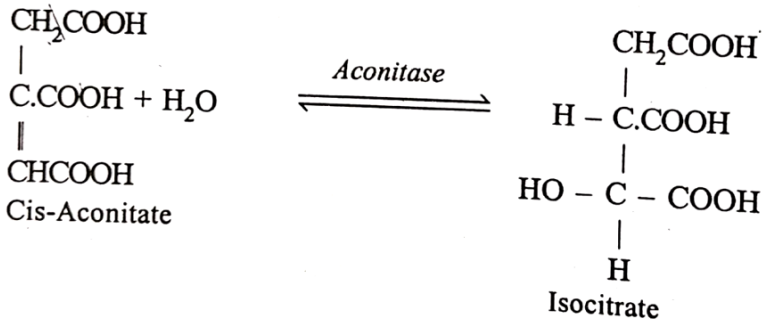
Acetyl – CoA سے 4-e dicarboxylic اور Oxaloacetate (OAA) ہوتا ہے جس سے 6-C Tricarboxylic acid citrate بنتا ہے۔

(c)۔ Citrate اب انزائم Aconitase کی بدولت Isocitrate میں تبدیل ہوتا ہے۔ یہ دو مرحلوں یعنی Dehydration اور Rehydration میں انجام پاتا ہے۔

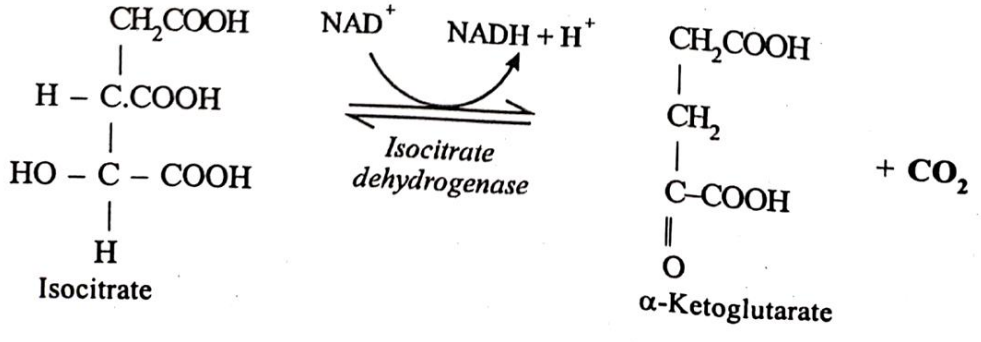
(i)۔ Dehydration



(ii)۔ Rehydration

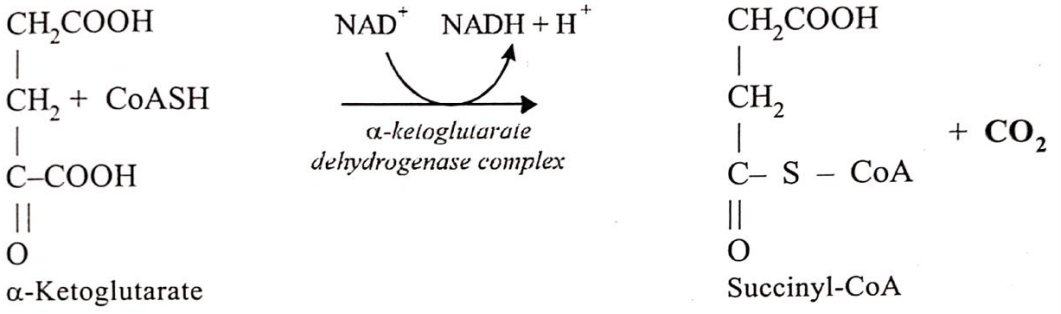


(d)۔ Isocitrate ایک دوسرے انیزائم Isocitrate dehydrogenase کے عمل سے Ketoglutarate بن جاتا ہے۔ +NAD کی تحویل ہو کر Co_2 کا ایک دوسرا سالمہ آزاد ہوتا ہے۔

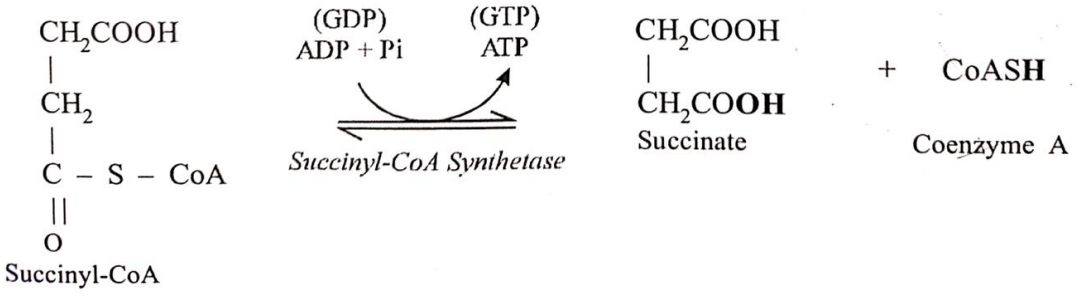


(e)۔ Ketoglutarate اب CoASH اور +NAD سے تعامل کے نتیجے میں Succinyl-CoA بناتا ہے۔ Co_2 کا تیسرا سالمہ آزاد ہوتا ہے۔

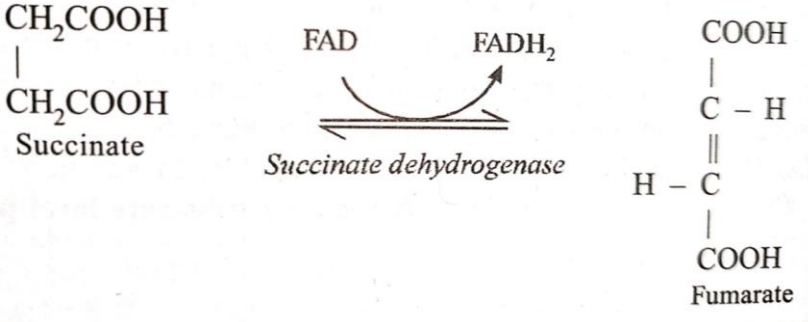
اور +NAD تحویل ہو کر $NADH+H^+$ بن جاتا ہے۔



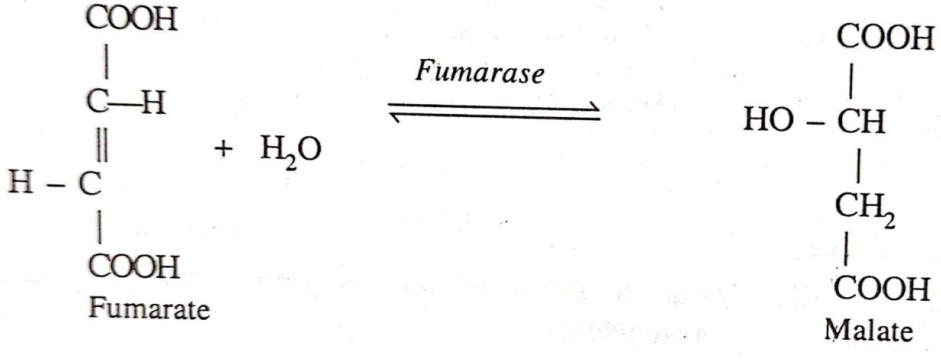
(f)۔ Succinyl-CoA تبدیل ہو کر Succinate بن جاتا ہے۔



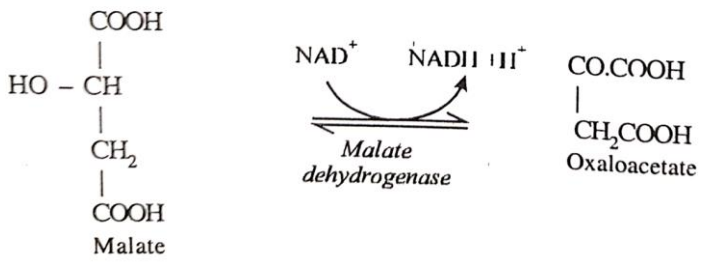
(g)۔ Succinate تکسید پا کر Fumarate میں تبدیل ہو جاتی ہے۔



(h)۔ Fumarate پانی کے ایک سالمہ سے مل کر Malate(Dehydration) بن جاتا ہے۔



(i)۔ کرب سائیکل یا(TCA) کے آخری تعامل میں Malate کی تکسید انجام پاتی ہے۔اور یہ Oxaloacetate میں تبدیل ہو جاتا ہے۔



Kreb Cycle کے تمام تعاملات (سوائے a،bاور e) کے اپنی اصلی حالت میں پلٹنے والے (Reversible) ہیں۔ پائیر ووییٹ کی تکسید سے نکلنے والی توانائی کا بیشتر حصہ NADH اور $FADH_2$ کے سالمات کی شکل میں محفوظ ہوتا ہے۔ بعد ازاں NADH کا ہر ایک سالمہ تین ATP اور $FADH_2$ دو ATP کے سالمات بناتا ہے۔

8.2.5 الیکٹرون ٹرانسپورٹ سسٹم (Electron Transport System)

ایروبک ریسپریشن کے آخری تعامل میں تحویل پائے ہوئے کوانیزائمس (Co-enzymes) کی تکسید ہوتی ہے جو آکسیجن کے سالمہ کے ذریعے FAD اور UQ (Ubiquinone) اور Cytochrome کی وساطت سے انجام پاتی ہے۔

کوانیزائمس NADPH یا NADH سے دوہائیڈروجن کے ایٹم یا الیکٹرون نکل کر FAD اور سائیٹوکروم سے گزرتے ہیں جو O_2 ½ سالمہ سے میل کھا کر H_2O کا ایک سالمہ بناتے ہیں۔ یہاں پر FAD اور Ubiquinone کو ان کے کام کی بناء ہائیڈروجن کیاریر (Hydrogen Carrier) کہا جاتا ہے۔ الیکٹرون ٹرانسپورٹ کے دوسرے اجزاء کو الیکٹرون کیاریر (Electron Carrier) کہا جاتا ہے۔

الیکٹرون ٹرانسپورٹ کے دوران FAD اور Iron atom متواتر تحویل (++Fe) اور تکسید (+++Fe) پاتے ہیں جس سے خاصی مقدار میں توانائی پیدا ہوتی ہے جو ADP سالمات کے فاسفوریلیشن (Phosphorylation) میں کام آتی ہے جس سے توانائی سے معمور ATP سالمات پیدا ہوتے ہیں۔

ATP کا ایک سالمہ ذیل کے ہر ایک مقام پر پیدا ہوتا ہے جہاں الیکٹرون کی منتقلی عمل میں آتی ہے۔

(1)۔ NADH یا NADPH کی FAD میں تحویل

(2)۔ Cytochrome b کی تحویل سے Cytochrome کا بننا

(3)۔ Cytochrome a کی تحویل Cytochrome a3 میں

NADPH یا NADH کی تکسید سے ATP کے تین سالمات اور FADH2 کی تکسید سے ATP کے دو سالمات بنتے ہیں۔

گلوکوس کے ایک سالمہ کی مکمل تکسید سے ایروبک ریسپریشن میں 36 ATP سالمات حاصل ہوتے ہیں۔ ایک گلوکوس سالمہ میں

686 K.cal ہوتی ہے جب کہ 36 ATP میں 273.6 kal توانائی ہوتی ہے۔اس طرح کوئی 40 فی صد (273.6/686) گلوکوس کے سالمہ کی توانائی ایروبک ریسپریشن میں استعمال ہوتی ہے اور بقیہ توانائی حرارت شکل میں ضائع ہوجاتی ہے۔ چونکہ Mitochondria مائیٹوکانڈریا میں ATP سالمات توانائی کی بڑی مقدار پیدا کرتی ہے ان کو یعنی مائیٹوکانڈریا کو خلیوں کے پاور ہاؤس (Power House) یعنی توانائی کے ذخائر کہا جاتا ہے۔

8.2.6 گلائی آکسالیٹ میکانزم (Glyoxalate Mechanism)

یہ میکانزم سٹرک ایسڈ سائیکل (Citric acid cycle) کی مانند ہے لیکن یہاں Acetyl CoA اور دوسرے دو انزائم حصہ لیتے ہیں اور Acetate تبدیل ہو کر Succinate بننے کا موجب ہوتا ہے اور بالآخر ایک نیا کاربوہائیڈریٹ بنتا ہے۔اس طرح کا عمل چند خوربینی پودوں کے علاوہ چند اعلیٰ پودوں میں بھی پایا جاتا ہے۔

Glyoxalate Cycle میں Fats سکروس میں تبدیل ہوتے ہیں اور یہ عمل Glyoxysome گلائی آکسوی سوم مائیٹو کانڈریا اور سائی ٹوسال میں انجام پاتا ہے۔

Glyoxysome میں تعاملات

(i)۔ Acetyl – CoA سے Citric acid کا بننا

(ii)۔ Citric acid سے Cis-aconitic acid کا بننا

(iii)۔ Cis-aconitic acid سے Iso-citric acid کا بننا۔

(iv)۔ Iso citric acid سے Glyoxylic acid اور Succinic acid کا بننا

(v)۔ Glyoxylic acid کا Acetyl CoA سے مل کر Malic acid کا بننا۔

(vi)۔ Malic acid تکسید پا کر Oxaloacetic acid کا بننا۔

Mitochondria میں تعاملات

(vii)۔ اوپر کے چوتھے مرحلے میں بننے والا Succinic acid مائیٹوکانڈریا میں جاتا ہے اور Malic acid میں تبدیل ہوتا ہے۔

Cytosol میں تعاملات

(viii)۔ اوپر کے مرحلہ میں بننے والا مالک ایسڈ اب سائی ٹوسال میں داخل ہوتا ہے۔اور اس کی آکسالو ایسٹک ایسڈ میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔

(ix)۔ آکسالو ایسٹک ایسڈ ATP کی موجودگی میں Phosphoenol Pyruvic acid (PEP) میں تبدیل ہوتا ہے۔

(x)۔ Phospho Phenol Pyruvic Acid گلائیکولائسس کے معکوس عمل سے گلوکوس اور فرکٹوس فاسفیٹ میں تبدیل ہوتا ہے۔

(xi)۔ اس عمل کے آخر میں گلوکوس اور فرکٹوس فاسفیٹس تبدیل ہو کر سکروس (Sucrose) بن جاتے ہیں۔

Fats کے کاربوہائیڈریٹس میں بدل جانے کے بعد گلائیسوسومس خلیوں سے غائب ہو جاتے ہیں۔

گلائی آکسی لیٹ عمل کی اہمیت(Significance of Glyoxylate Cycle)۔

(1)۔ روغنیاتی بیجوں(Fatty seeds) کی تنبیت کے دوران جو Fats حل پذیر نہیں ہوتے وہ Fatty acid اور Glycerol میں بدل جاتے ہیں۔ Fatty acid گلائی آکسی لیٹ عمل کی مدد سے حل پذیر Sucrose بن جاتے ہیں۔ یہ سکروس نمو پاتے ہوئے ننھے پودوں کی اسوقت تک غذا پہونچانے کے کام میں لگے رہتے ہیں جب تک یہ پودے اپنی غذا آپ تیار کرنے کے قابل نہیں ہو جاتے۔

(2)۔ ایسے خورد بینی جان دار(Organism) جن کے لئے Ethyl alcohol یا Acetate توانائی اور کاربن کے ذرائع ہیں وہ گلائی آکسی لیٹ عمل سے کاربن کے زیادہ لامبے Chains بنا سکتے ہیں۔

(3)۔ گلائی آکسی لیٹ ایک دوسرے عمل یعنی Gluconeogenesis کی ایک مثال ہیں جس میں Non-sugar precursors جیسے Pyruvate یا آکسالواسٹیٹ Oxalo acetate سے کاربوہائیڈریٹس تیار ہوتے ہیں۔

8.2.7 پنٹوس فاسفیٹ پاتھ وے(Pentose Phosphate Pathway)

پنٹوس فاسفیٹ پاتھ وے میں گلوکوس 6۔ فاسفیٹ Glucose – 6 – Phosphate کی تکسید سے 6۔ فاسفوگلوکونک ایسڈ 6-Phosphogluconic acid بناتا ہے جو مزید تعامل کے نتیجے میں پنٹوس فاسفیٹ(Pentose Phosphate) میں بدل جاتا ہے۔ اس عمل میں گلوکوس۔ 6 فاسفیٹ بغیر گلائی کولائسس کے راست طور پر تکسید پاتا ہے چنانچہ اس کو Direct Oxidation pathway بھی کہا جاتا ہے۔

اس عمل میں گلوکوس 6۔ فاسفیٹ کے چھ سالمات سے شروع ہو کر آخر تک ہونے والے مختلف تعاملات کا خلاصہ درج ذیل کیا جاتا ہے۔

(1)۔ گلوکس۔6 فاسفیٹ کے چھ سالمات کو انزائم NADP کی موجودگی میں تکسید پا کر 6-Phosphogluconolactone کے چھ سالمات میں بدل جاتے ہیں۔ NADP کے چھ سالمات کی تحویل ہو جاتی ہے۔

(2)۔ 6-Phosphogluconolactone ہائیڈرولائسس کے نتیجے میں 6-Phosphogluconic acid بناتے ہیں۔

(3)۔ اب 6-Phosphogluconic سالمات کی تکسید اور Decarboxylation کیوجہ سے Ribulose – 5 – Phosphate کے 6 سالمات بنتے ہیں۔ اس عمل میں NADP کے سالمات کی تحویل ہوتی ہے اور Co_2 کے چھ سالمات آزاد ہوتے ہیں۔

(4)۔ Ribulose 5-P کے چھ سالمات کی تبدیل سے Xylulose 5-Phosphate کے چار سالمات اور Ribose – 5- Phosphate کے دو سالمات بنتے ہیں۔

(5)۔ Xylulose – 5 Phosphate کے دو سالمے اور Ribose 5 Phosphate کے دو سالمے Sedoheptulose – 7 – Phosphate کے دو سالمے اور 3-Phosphoglyceraldehyde کے دو سالمے بنتے ہیں۔

(6)۔ Sedoheptulose – 7 – Phosphate کے دو سالمے اور 3-Phosphoglyceraldehyde کے دو سالمے Fructose – 6- Phosphate اور Erythrose – 4- Phosphate کے دو، دو سالمے بناتے ہیں۔

(7)۔ Erythose – 4 – Phosphate کے دو سالمے Xylulose – 5 – Phosphate کے بقیہ دو سالمات سے مل کر Fructose – 6 – Phosphate کے دو سالمے اور 3-Phosphoglyceraldehyde کے دو سالمے بناتے ہیں۔

(8)۔3-Phosphoglyceraldehyde کا ایک سالمہ Dihydroxyacetone phosphate میں بدل جاتا ہے۔

(9)۔ 3-Phosphoglyceraldehyde کا بچ جانے والا ایک سالمہ اب Dihydroxyacetone Phosphate کے ایک سالمہ سے مل کر Fructose 1،6-biphospho بناتا ہے۔

(10)۔ Fructose – 6 – Phosphate جو تعاملات 7,6 اور 9 میں پیدا ہوتے ہیں۔ Glucose – 6 – P میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔

ان تمام تعاملات کا خلاصہ یہ ہے کہ Glucose – 6 – P کے چھ سالمات اس Pathway میں تکسید پا کر Co_2 کے چھ سالمات بناتے ہیں۔ NADPH2 کے بارہ سالمات اور Glucose – 6 – Phosphate کے پانچ سالمات بناتے ہیں۔

بالفاظ دیگر Glucose – 6 – P کا ایک سالمہ تکسید پا کر Co_2 کے چھ سالمات اور ($NADPH+H^+$) کے 10 سالمات بناتا ہے۔

پنٹوس فاسفیٹ پاتھوے کی اہمیت (Significance of Pentose – Phosphate Pathway)

(i)۔ یہ عمل کاربوہائیڈریٹس کے تحلیل پانے کا ایک متبادل راہ فراہم کرتا ہے۔

(ii)۔ اس عمل میں NADPH کے سالمات پیدا ہوتے ہیں جو عمل تحویل میں مدد دیتے ہیں جس وقت فوٹو سینتھسس میں NADPH کے سالمات نہیں بنتے۔

(iii)۔ اس عمل کے ذریعے Ribose Sugars فراہم ہوتے ہیں جو نیوکلک Nucleic acids کے بننے میں کام آتے ہیں۔

(iv)۔ فوٹو سینتھسس میں Co_2 کے انجذاب کا عمل Ribulose – 5 – Phosphate کے ذریعے انجام پاتا ہے۔

(v)۔ اس عمل سے Erythrose – 4 – Phosphate کی فراہمی ہوتی ہے جو Shikimic acid کی تیاری کے لیئے ضروری ہے۔

8.3 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

ریسپریشن کے دوران کاربوہائیڈریٹس کے سالمات میں ذخیرہ کی ہوئی توانائی خلوی تکسید کے عمل سے Co_2 اور پانی کے ساتھ آزاد ہوتی ہے۔ کاربوہائیڈریٹس چربی اور پروٹین وغیرہ کی تکسید عمل میں آتی ہے۔

ریسپریشن کا عمل گلائیکولائسس، ان ایروبک ریسپریشن اور ایروبک ریسپریشن (کرب سائیکل) ہے اور الیکٹرون ٹرانسپورٹ کے

مراحل پر محیط ہے۔ پودوں کے میٹا بالزم میں گلائیکولائسس اور کرب سائیکل مرکزی حیثیت رکھتے ہیں کیونکہ ان تعاملات سے ATP کے سالمات کی شکل میں توانائی حاصل ہوتی ہے۔ گلوکوس کے ایک سالمہ کی تکسید سے ایروبک ریپریشن میں ATP 36 سالمات حاصل ہوتے ہیں۔ توانائی کی صرف 40% مقدار ہی ایروبک ریسپریشن میں استعمال ہوتی ہے جبکہ بقیہ توانائی حرارت کی شکل میں ضائع ہو جاتا ہے۔

چند اعلیٰ پودوں اور چند خوربینی پووں میں ایک عمل گلائی آکسالیٹ میکانزم ہے جس میں Fats سکروس میں تبدیل ہوتے ہیں اس طرح کا عمل روغنیاتی بیجوں کے نمو پانے کے دوران مددگار ثابت ہوتا ہے۔ Fatty acid سے بننے والے Sucrose ننھے پودوں کیلئے غذا کا کام کرتے ہیں۔

نپٹوس فاسفیٹ پاتھ وے میں Glucose 6 Phosphate گلائیکولائسس کے عمل کے بغیر راست طور پر تکسید پاتا ہے اور یہ کاربوہائیڈریٹس کے تحلیل پانے یا بکھرنے (Breakdown) کی ایک متبادل راہ فراہم کرتا ہے۔ اس عمل کے ذریعے Sugars بنتے ہیں جو Nucleic acids کے بننے میں کام آتے ہیں فوٹو سینتھسس میں Co_2 کے انجذاب عمل Ribulose – 5 Phosphate کے ذریعے انجام پاتا ہے جو اس پاتھ وے کے دوران بنتے ہیں۔

8.4 کلیدی الفاظ (Keywords)

ریسپریشن، گلائیکولائسس، ان ایروبک ریسپریشن، ایروبک ریسپریشن، الیکٹرون ٹرانسپورٹ، گلائی آکسالیٹ میکانزم، پنٹوس فاسفیٹ پاتھ وے۔

8.5 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

8.5.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Types Questions)

1۔ تنفس ایک یہ تحویلی عمل ہے۔

(a)۔ تعمیری عمل (b)۔ تخریبی عمل (c)۔ دونوں (d)۔ کوئی بھی نہیں

2۔ گلیکوپاشیدگی کا عمل اس میں انجام پاتا ہے۔

(a)۔ سائیٹوپلازم (b)۔ توانیہ (c)۔ گالجی اجسام (d)۔ کوئی بھی نہیں

3۔ کربس دور اس عضویے میں انجام پاتا ہے۔

(a)۔ سائیٹوپلازم (b)۔ توانیہ کے قشب (c)۔ مرکزہ (d)۔ کوئی بھی نہیں

4۔ گلیکوپاشیدگی کو جرمن ماہر نباتات Embden,----------اور Parnas نے پیش کیا۔

5۔ کربس دور کے آخری مرحلہ میں---------- کی تکسید انجام پاتی ہے۔

6- Glyoxalate cycle میں چربی سکروس میں تبدیل ہوتی ہے۔ یہ عمل Glyoxysome-----اور----- میں انجام پاتا ہے۔

7- کربس دور کو کس ماہر نباتیات نے پیش کیا؟

8۔ گلوکونیوجینیسس(Gluconeogenesis)کی تعریف کیجئے۔

9۔ غیر ہوائی تنفس سے کیا مراد ہے؟

10۔ تخمیر کی تعریف کیجئے۔

8.5.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات(Short Answer Type Questions)

1۔ کرب سائیکل(Kreb's Cycle)کے مراحل کی وضاحت کریں۔

2۔ گلائی آکسالیٹ میکانزم کیا ہے۔اس میں ہونے والے تعاملات لکھیں۔

3۔ گلائیکولائسس کے تعاملات بیان کریں۔

4۔ گلائیکولائسس کے Pay-off phase کے پانچ مراحل کیا ہیں۔

5۔ Aerobic respiration کب ہوتا ہے اس کے ابتدائی دو مراحل بیان کریں۔

8.5.3 طویل جوابات کے حامل سوالات(Long Answer Type Questions)

1۔ ان ایروبک ریسپریشن کے بارے میں لکھیں۔

2۔ گلائی آکسالیٹ عمل کی اہمیت کیا ہے؟

3۔ پنٹوس فاسفیٹ پاتھ وے کی اہمیت کے بارے میں لکھیں۔

4۔ ریسپریشن کی تعریف کریں۔ مساوات سے ظاہر کریں۔

Key: 1. b 2. a 3.b 4. Embden, Meyerhof اور Parnas

5. Oxaloacetic acid 6. Glyoxysome اور Mitochondria

7. Hans Krebs

8۔Gluconeogenesis:ایسا عمل جس میں غیر کاربوہائیڈریٹ مادوں سے گلوکوز تیار کیا جاتا ہے۔

9۔غیر ہوائی تنفس(Anaerobic respiration) :ایسا تنفس جو آکسیجن کی عدم موجودگی میں ہوتا ہے۔

10۔ تخمیر(Fermentation) :ایسا عمل جس میں شکر آکسیجن کے بغیر ٹوٹ کر توانائی پیدا کرتی ہے، جیسے الکوحل یا لیکٹک ایسڈ بننا۔

اکائی 9: خامرے: ساخت اور خصوصیات، اینزائم کے عمل پر روک

(Enzymes: Structure, properties, and Mechanism of enzyme catalysis and enzyme inhibition)

اکائی کے اجزاء

9.0		تمہید
9.1		مقاصد
9.2		خامرے
	9.2.1	خامروں کی ساخت
	9.2.2	خامروں کے خواص
	9.2.3	خامروں کا میکانزم
	9.2.4	خامروں کو متاثر کرنے والے عوامل
	9.2.5	خامروں کے عمل پر روک
	9.2.6	خامروں کا میٹابالزم کنٹرول
	9.2.7	اینزائم کے عمل میں باقاعدگی
9.3		خلیوں میں خامروں کی موجودگی
	9.3.1	خامروں کی تخصیص اور نام
	9.3.2	تعاملات کا پلٹنا
	9.3.3	پراسٹھٹک گروپ، کوانیزائمس
	9.3.4	امینوایسڈ کی ترتیب
	9.3.5	خامروں کی غیر کارکردگی یا تبدیلی
	9.3.6	آئسوزوم
	9.3.7	آئیسوفارم
9.4		اکتسابی نتائج
9.5		کلیدی الفاظ

9.6 نمونہ امتحانی سوالات
9.6.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات
9.6.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات
9.6.3 طویل جوابات کے حامل سوالات

9.0 تمہید(Introduction)

پودوں میں ہونے والے کیمیائی تعاملات جو ان کی بقاءاور نشو نما کیلئے ضروری ہیں اپنی انجام دہی میں مخصوص مادوں کے محتاج ہوتے ہیں۔ یہ مخصوص پروٹینی مادے حیاتیاتی کیمیائی(Biochemical)، تعاملات کو متحرک(Catalyze) کرنے کا کام کرتے ہیں۔ ان مادوں کو سمنر اور میں باک(Samner and Mayback 1950)نے اینزائمس(Enzymes)کانام دیا۔ خامرے ہر ایک عمل کیلئے الگ الگ ہوتے ہیں اور ان کی ایک قلیل مقدار ہی کسی تعامل کے ہو پانے میں کافی ہوتی ہے۔ جو تعاملات کسی تجربہ گاہ(Laboratory)میں انجام پانے کیلئے کئی دنوں، ہفتوں بلکہ مہینوں کے طالب ہوتے ہیں وہ پودوں میں یہ خامرے چند سکنڈس میں انجام دیتے ہیں۔ خامرے مختصر سے وقت میں انتہائی سرعت اور صحت(Precision)سے تعاملات کو انجام دیتے ہیں۔ ان پر بھی دوسرے عوامل جیسے درجہ حرارت، pH وغیرہ کا اثر ہوتا ہے۔ خود اینزائمس کا اور ان مادوں پر جن پر یہ عمل کر رہے ہیں(Substrates) کے ارتکاز کا اثر ہوتا ہے۔

9.1 مقاصد(Objectives)

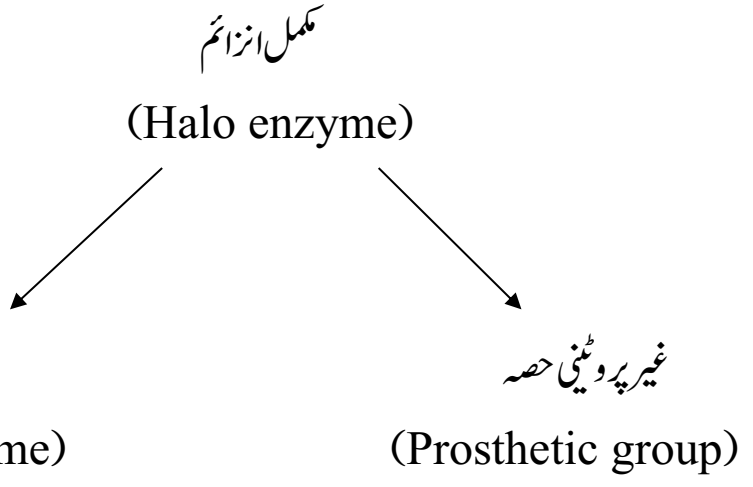
اس باب میں حسب ذیل موضوعات زیر مطالعہ ہیں۔

- ☆ خامروں کی دریافت(Enzymes)
- ☆ خامروں کی ساخت
- ☆ خامروں کے خواص
- ☆ خامروں پر اثرانداز ہونے والے عوامل
- ☆ خامرے کا میکانزم
- ☆ موانعاتی مادے(Inhibitors)
- ☆ خامروں کا میٹابالزم پر کنٹرول

ان موضوعات کے مطالعہ سے طالب علموں کو خامروں کے بارے میں ابتدائی معلومات، ان کی ساخت، خواص، افعال، میکانزم اور موانعاتی مادوں کے بارے میں جانکاری حاصل ہو گی۔

9.2 خامرے (Enzymes)

خامرے (Enzymes) وہ سادہ یا مرکب پروٹین ہوتے ہیں جو جانداروں میں کیمیائی تعاملات کو تیز کرتے ہیں اور زندگی کے لیے ضروری حیاتیاتی افعال کی انجام دہی میں اہم کردار ادا کرتے ہیں۔ ابتدائی طور پر Dubrufont نے مالٹ کے ذریعے نشاستہ کو گلوکوز میں تبدیل ہوتے دیکھا، جبکہ Sumner نے 1926 میں ثابت کیا کہ خامرے) جیسے (urease پروٹین ہوتے ہیں۔ خامرے مخصوص سبسٹریٹ (substrate) پر عمل کرتے ہیں اور بعض اوقات ان میں ایک غیر پروٹینی حصہ (prosthetic group) بھی شامل ہوتا ہے، جبکہ پروٹینی حصہ (apoenzyme) اصل فعال مقام ہوتا ہے۔ یہ حیاتیاتی کیٹالسٹ ہوتے ہیں جو عام غیر نامیاتی کیٹالسٹ سے زیادہ مؤثر اور مخصوص ہوتے ہیں، مگر درجہ حرارت اور pH کی تبدیلی سے متاثر ہو سکتے ہیں۔ خلیوں میں مختلف خامرے مخصوص مقامات جیسے کلوروپلاسٹ، مائٹوکانڈریا یا سائٹوسول میں پائے جاتے ہیں اور وہ مختلف میٹابولک راستوں (metabolic pathways) کے تحت کام کرتے ہیں۔



میٹابولزم تمام کیمیائی تعاملات کا مجموعہ ہے جو جاندار میں بقا کے لیے ضروری ہوتے ہیں، اور یہ دو حصوں پر مشتمل ہوتا ہے: تعمیری عمل (anabolism) جس میں چھوٹے سالمات سے بڑے مرکبات بنتے ہیں اور توانائی استعمال ہوتی ہے، اور تخریبی عمل (catabolism) جس میں بڑے سالمات ٹوٹ کر چھوٹے بنتے ہیں اور توانائی خارج ہوتی ہے، جیسے ریسپریشن۔ یہ تمام تعاملات ایک منظم راستے میں انجام پاتے ہیں جہاں ایک مادہ دوسرے میں تبدیل ہوتا رہتا ہے حتیٰ کہ آخری پیداوار حاصل ہو جائے۔ خلیہ اس بات کو خامروں کے ذریعے کنٹرول کرتا ہے کہ کون سا عمل کب اور کس رفتار سے ہو، کیونکہ خامرے نہایت مؤثر اور مخصوص ہوتے ہیں اور تعاملات کی رفتار کو لاکھوں گنا بڑھا سکتے ہیں۔ اس طرح خامرے میٹابولزم کو منظم، متوازن اور ماحول کے مطابق ہم آہنگ رکھنے میں بنیادی کردار ادا کرتے ہیں۔

9.2.1 ایزائمس کی ساخت(Structure of Enzymes)

ساخت کے اعتبار سے انزائمس کو تین حصوں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔

1۔ پروٹینی حصہ۔اپوانزائم(Protein part)(Apo enzyme)

انزائم کا بیشتر حصہ پروٹین پر مشتمل ہوتا ہے جس کے سالمائی وزن میں چند ہزاروں سے ایک ملین اکائیوں تک کا فرق ہوتا ہے۔مثال کے طور پر چند ایک انزائمس درج ذیل ہیں۔

انزائم	سالماتی وزن
1۔ رائبونیوکلیس(Ribonuclease)	تقریباً10700
2۔ پاپین(Papain)	تقریباً20700
3۔ گلوٹامک ہائڈروجینس(Glutamic hydrogenase)	زائدازایک ملین

عام طور پر پروٹینی حصہ میں صرف ایک پالی پیپٹائیڈChainہوتا ہے۔بعض اوقات ایک سے زائد چین بھی ہوتے ہیں۔ایزائمس کے پروٹین میں کوئی بیس(20) سے زیادہ مختلف امینوایسڈ ہوتے ہیں۔الگ الگ ایزائمس میں ان امینوایسڈ کی ترتیب بھی الگ الگ ہوتی ہے۔ انیزائم کے کسی حصہ کا جزوی نقصان بھی انزائم کو غیر کارکرد بنا سکتا ہے۔مثال کے طور پر رائبونیوکلیس نامی خامرے میں پالی پیپٹائیڈChain کے مختلف فولڈس(Folds)آپس میں چار ڈآئی سلفائیڈ جوڑوں کی مدد سے یکجائی کی حالت میں ہوتے ہیں۔اگر ان جوڑوں کا مرکیاپٹو ایتھنال(Mercaptoethanol) سے تحویل(Reduction) ہوجائے تو اس صورت میں ڈآئی سلفائیڈ گروپ، سلفاہائیڈرل گروپ میں بدل جاتے ہیں اور اس کے نتیجے میں ایزائم اپنی فعالیت کھودیتا ہے۔اب اگر پروٹین کی پھر سے تکسید(Oxidation)ہو تو ڈائی سلفائیڈ گروپ پھر سے فولڈرس کی شکل میں پلٹ آتے ہیں اور ایزائم کی فعالیت بحال ہوجاتی ہے۔

2۔ اکٹیوسنٹر(Active Centre)

اکٹیوسنٹر انزائم کا وہ حصہ ہے جو تعامل میں حصہ لیتا ہے۔اس حصہ سے مخصوص سبسٹریٹ(Substrate)تعامل میں حصہ لیتا ہے اور کیمیائی حیاتیاتی عمل انجام پاتا ہے۔اکٹیوسنٹر بہت ہی مخصوص ہوتا ہے۔ایک انیزائم میں ایسے ایک یا ایک سے زائد سنٹرس ہوسکتے ہیں۔

یہ سمجھا جاتا ہے کہ اکٹیوسنٹر امینوایسڈ کے باقیات(Residues)پر مشتمل ہوتا ہے۔ایسے ایزائم جن میں ایک سے زائد پیپٹائیڈ Chainہوتے ہیں۔ان میں اکٹیوسنٹر بھی مختلف چین پر محیط ہوتے ہیں۔

3۔ غیر پروٹینی حصہ(Prosthetic Group)

بعض اوقات ایزائم کی کارکردگی کیلئے اکٹیوسنٹر پر ایک غیر پروٹینی مادہ کی ضرورت ہوتی ہے۔یہ ایزائم کے پروٹینی حصہ سے کوالینٹ جوڑوں(Covalent Linkage)کی مدد سے جڑے رہتے ہیں اس غیر پروٹینی حصہ کو پراستھٹک گروپ کہا جاتا ہے۔پراستھٹک گروپ میں ایک نامیاتی مرکب یا سادہ دھاتی ایان(Ions)جیسے تانبہ، زنک، مینگنیز وغیرہ رہتے ہیں۔اس کے علاوہ ان میں ذیل کے مادے بھی رہتے ہیں۔

(i)۔ فلاون کمپونڈ(Flavin Compound)جیسے فلاون مانونیوکلیوٹائیڈ

(ii)۔ ہیمے آئیرن(Heme iron)جیسےIron porphyrin

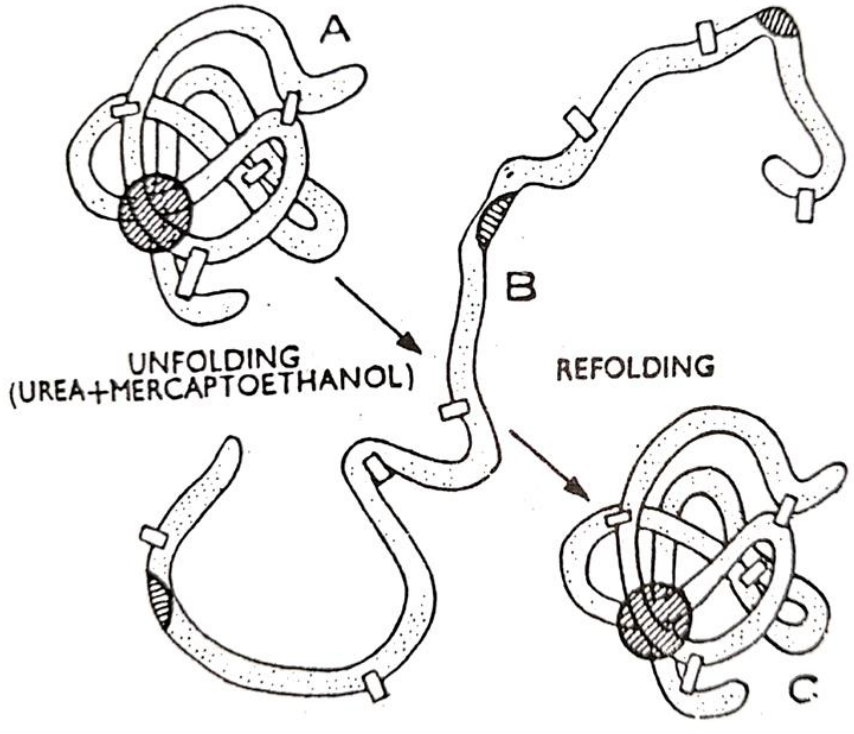
(iii)۔ بیوٹن(Biotin)

9.2.2 اینزائمس کے خواص(Properties of Enzymes)

1۔ تماسی عاملانہ خصوصیت(Catalytic property)

غیر نامیاتی کیٹالیسٹ کی طرح اینزائمس کی بھی تھوڑی سی مقدار کسی بھی تعامل کو انجام دینے کی ہوتی ہے۔ سبسٹریٹ کی وافر مقدار کو توڑ دینے اور مطلوبہ اجزاء میں تبدیل کرنے کے لیے اینزائمس کی بالکل چھوٹی سی مقدار کافی ہے۔

کسی اینزائم کی وہ صلاحیت جس سے وہ فی سیکنڈ کسی جگہ پر عمل کر کے سبسٹریٹ کی کسی خاص سالمات کی تعداد پر عمل پذیر ہو سکتا ہے وہ اس اینزائم کا ٹرن اوور نمبر(Turn over number) کہلایا جاتا ہے اس کو Kcat سے تعبیر کیا جاتا ہے اور یہ $0.5x10^7$ سے لیکر $4x10^7$ تک ہو سکتی ہے۔ اینزائمس میں زیادہ سے زیادہ ٹرن اوور نمبر جس اینزائم کا ہے وہ کیٹالیس(Catalase ہے وہ جو $4x10^7$ اور سب سے کم ٹرن اوور نمبر لائیسوزائم(Lysozyme)کا ہے جو $0.5x10^7$ ہے۔



شکل 9.2.2: خامرے میں Chains کی حالت

(a)۔ آپس میں جڑی ہوئی حالت میں، (b)۔ الگ ہونے کے بعد، (c)۔ دوبارہ مل جانے کے بعد

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

2۔ اختصاصیت(Specificity) :اینزائمس اپنے عمل میں منفرد ہوتے ہیں ایک مخصوص قسم کا اینزائم ایک مخصوص سبسٹریٹ پر ہی عمل کر سکتا ہے۔

3۔ تعاملات کا پلٹنا(Reversibility) بعض دفعہ اینزائم کے کسی عمل پر اثر انداز ہو جانے کے بعد یہ بھی ممکن ہے کہ خلیہ کی ضروتوں کا لحاظ کرتے ہوئے۔ وہ عمل پھر سے پلٹ کر اپنی اصلی حالت پر آسکتا ہے۔ تاہم بعض صورتوں میں اس طرح کے عمل کیلئے علیحدہ علیحدہ اینزائمس کی ضرورت ہوتی ہے۔ یعنی پہلے عمل(Forward) کے لیے ایک طرح کے اینزائم ہوتے ہیں اور پھر اس عمل کو لوٹانے(Backward) کیلئے دوسری طرح کے اینزائم ہوتے ہیں۔

4۔ حرارت کا اثر(Effect of Heat) حرارت اینزائمس پر بہت اثر ڈالتی ہے ان کو تھرمولیبائیل(Thermolabile) کہا جاتا ہے۔ یہ کم درجہ حرارت پر غیر کارکرد ہو جاتے ہیں جب کہ بہت زیادہ درجہ حرارت پر جیسے 60^{o}-70^{o}C پر ختم ہی ہو جاتے ہیں۔

5۔ انہیبٹرس کا اثر(Effect of Inhibitors) :اینزائمس کی صلاحیت یا فعالیت کو کم کر دینے والے یا پھر اسے بالکلیہ ختم کر دینے والے مادے انہیبٹرس کہلاتے ہیں ۔ ان کی وجہ سے خامروں کی فعالیت میں ایک حد تک کمی واقع ہوتی ہے۔ بعض زہریلے مادے(Poisons) ایسے بھی ہوتے ہیں جو خامروں کی صلاحیت کو بالکل ختم کر دیتے ہیں۔

6۔ کولائیڈل نوعیت(Colloidal Nature) :اینزائمس کے سالمات بڑے ہوتے ہیں اور کولائیڈس کے زمرے میں آتے ہی۔ پانی میں ان کا سطحی رقبہ(Surface area) قابل لحاظ حد تک بڑھ جاتا ہے۔

9.2.3 اینزائم کا میکنزم (Mechanism of Enzyme Catalysis)

اریہنس(Arrhenius) کے بموجب سالمات اپنی فعال توانائی(Kinetic energy) کے معاملے میں ایک جیسے نہیں ہوتے۔ بعض سالمات تصادم(Collision) کی وجہ سے زیادہ توانائی کے حامل ہوتے ہیں اور انہیں توانائی سے بھرپور سالمات مانا جاتا ہے جب کہ دوسرے سالمات توانائی کے اعتبار سے کمتر توانائی کے درجے والے ہوتے ہیں۔ اب عام کیمیائی تعاملات میں زیادہ توانائی والے سالمات نارمل درجہ حرارت پر جب حصہ لیتے ہیں تو ایک قسم کی توانائی کی تحدید(Energy barrier) کی وجہ سے ان تعاملات کی شرح ماند پڑ جاتی ہے۔ توانائی کی یہ تحدید جتنی زیادہ ہو گی اتنا ہی اثر کیمیائی تعامل پر پڑیگا اور وہ اس حد تک کمزور ہو گا۔ اس توانائی کی تحدید پر غالب آنے کیلئے سالمات میں ایک خاص توانائی کی مقدار کی ضرورت رہتی ہے اور اس توانائی کو Energy of activation کا نام دیا گیا ہے۔

عام کیمیائی تعاملات سے قطع نظر جب ہم ان تعاملات کو دیکھتے ہیں جن میں اینزائمس حصہ لیتے ہیں تو معلوم ہوتا ہے کہ ان میں کیمیائی عمل کی شرح عام درجہ حرارت پر بھی اچھی رہتی ہے اور گھٹنے نہیں پاتی۔ یہ اس وجہ سے ممکن ہو پاتا ہے کہ ان تعاملات میں سالمات خواہ وہ زیادہ توانائی کے حاصل ہوں یا کم توانائی کے حاصل ہیں وہ اینزائم کے اکیٹو سنٹر سے تعامل کر کے ایک اینزائمی مادہ Enzyme substrate complex بناتے ہیں جو بعد میں اینزائم اور مطلوبہ مادہ میں بٹ جاتا ہے۔ بالفاظ دیگر اینزائم اس درکار توانائی کی ضرورت کو کم کرتے ہیں اور کیمیائی تعامل کی شرح کو گھٹنے سے بچا کر اسے اچھی طرح ہونے دیتے ہیں۔ اس طرح اینزائمس کی وجہ سے توانائی کو کم مقدار بھی کیمیائی عمل کیلئے کافی ہو جاتی ہے اور تعامل بخوبی انجام پاتا ہے۔

9.2.4 اینزائمس کو متاثر کرنے والے عوامل (Factors affecting enzyme activity)

ذیل میں ان عوامل کو بیان کیا گیا ہے۔ جو اینزائمس کی کارکردگی پر اثرانداز ہوتے ہیں۔

1۔ حرارت (Heat)

عام طور پر اینزائمس کی کارکردگی جسم کے نارمل درجہ حرارت پر ٹھیک طرح سے عمل پذیر رہتی ہے لیکن درجہ حرارت کم ہو تو یہ کارکردگی کم بھی ہو جاتی ہے۔ چنانچہ صفر درجہ حرارت (0^oC) اینزائمس کی کارکردگی سب سے کم یا اقل ترین ہوتی ہے۔ ایک حد تک درجہ حرارت میں اضافہ اینزائمس کی کارکردگی میں بھی اضافہ کا موجب ہوتا ہے اور ان کی فعالیت پر اچھا اثر پڑتا ہے۔ 45^oC درجہ حرارت پر اینزائمس کی کارکردگی سب سے اچھی یا آعظم ترین ہوتی ہے۔ بہت زیادہ درجہ حرارت جیسے 60^oC-70^oC کے پرے اینزائمس کی ساخت برقرار نہیں رہنے ہے پاتی اور اس کی صلاحیت بھی مقصود ہو جاتی ہے۔

2۔ ہائیڈروجن ایان کا ارتکاز (pH)

اینزائمس pH کے ایک مناسب دائرہ کار ہی میں کارگر ثابت ہوتے ہیں۔ بعض اینزائمس جیسے trypsin زیادہ pH یعنی قلئی (Alkaline) حالت میں فعال رہتے ہیں جب کہ دوسرے اینزائم جیسے Diastase معتدل pH پر کام کرتے ہیں چند دوسرے اینزائم جیسے پیپسن (Pepsin) کم pH یعنی ترشئ حالت پر زیادہ فعال ثابت ہوتے ہیں۔

3۔ پانی (Water)

اینزائمس کے کارکردگ ہونے کیلئے پانی ضروری ہے چنانچہ خشک بیجوں میں اینزائمس بالکلیہ طور پر کام نہیں کرتے۔ اینزائمس کیلئے پانی میں اس لیے ضروری ہے کہ پانی تعاملات میں ایک واسط کا کام کرتا ہے بلکہ بعض اوقات پانی خود بھی تعاملات کی شرح کو بڑھانے کا کام کرتا ہے۔

4۔ سبسٹریٹ کا ارتکاز (Concentration of Substrate)

وہ مادہ جس پر اینزائمس عمل پذیر ہوتے ہیں سبسٹریٹ (Substrate) کہلاتا ہے۔ اس کا ارتکاز جتنا زیادہ ہوگا اینزائمس کی کارکردگی بھی اتنی ہی تیز ہوگی۔ اس طرح کا اضافہ اسوقت تک ہوتا رہتا ہے جب تک اینزائمس کے اکیٹو سائٹ سبسٹریٹ سے سیر نہیں ہو جاتے۔ اس کے بعد سبسٹریٹ میں مزید اضافہ سے اینزائمس کی کارکردگی میں کوئی اضافہ نہیں ہوتا بلکہ اس میں ایک ٹھہراؤ آجاتا ہے۔

5۔ اینزائمس کا ارتکاز (Concentration of Enzymes)

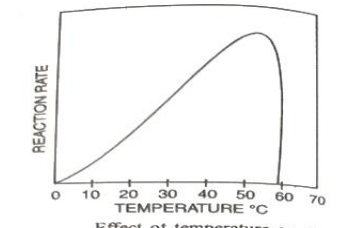
عام طور پر اینزائمس کی ایک ذراسی مقدار بھی سبسٹریٹ کی بھاری مقدار پر عمل پذیر ہونے کیلئے کافی ہے۔ تاہم اینزائمس کی مقدار زیادہ ہو تو اس کے عمل کی شرح میں بھی اضافہ ہو جاتا ہے۔

9.2.5 اینزائم کے عمل پر روک (Enzyme Inhibition)

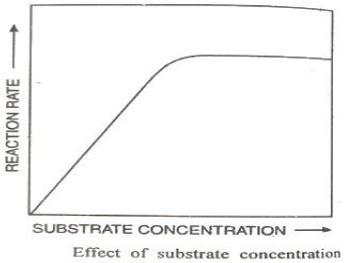
موانعاتی مادے Inhibitors : بعض مادے ایسے ہوتے ہیں جو اینزائمس کے عمل پر روک لگاتے ہیں۔ اس طرح کے مادوں کو موانعاتی مادے (Inhibitors) کہا جاتا ہے۔ یہ جزوی طور پر یا بالکلیہ پوری طرح سے اینزائمس کی صلاحیت کو ختم کر دیتے ہیں۔ تاہم ان کا اثر اسوقت کم ہو جاتا ہے جب اینزائمس اور سبسٹریٹ کا ارتکاز زیادہ ہو۔ یہ موانعاتی مادے دو طرح کے ہوتے ہیں۔ جو حسب ذیل ہیں۔

A) مسابقتی موانعاتی مادے(Competitive inhibitors)

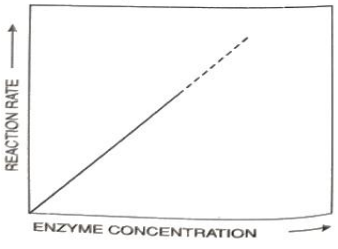
اس طرح کے مادے ساخت کے اعتبار سے سبسٹریٹ سے ملتے جلتے ہوتے ہیں اور اس طرح سے اینزائمس کے حصول کیلئے ان میں اور اصل مادہ یعنی سبسٹریٹ میں ایک طرح کا مقابلہ ہوتا ہے اگر یہ مادے اینزائمس کے اکٹیو سنٹر پر قابض ہو جائیں تو پھر سبسٹریٹ کو یہ جگہ مل نہیں پاتی چنانچہ وہ اینزائمس سے مستفید ہونے کے موقوف میں نہیں رہتے۔ بالفاظ دیگر اینزائمس اپنا کام نہیں کر سکتے۔ ان موانعاتی مادوں کو اگر ہٹالیا جائے تو اینزائمس کی کارکردگی بحال ہو جاتی ہے۔ اس کی ایک مثال Succinic dehydrogenase نامی اینزائم ہے جو عام طور پر سکنیک ایسڈ کو فیومرک ایسڈ میں تبدیل کرتا ہے۔ یہاں پر ایک اور مادے یعنی مالونک ایسڈ (Malonic acid) کی موجودگی اینزائم کی کارکردگی کو متاثر کرتی ہے اور اسکی وجہ یہ ہے کہ اس کی ساخت اور اصل سبسٹریٹ کی ساخت میں مشابہت ہوتی ہے۔



Effect of temperature on enzymic reaction.



Effect of substrate concentration on enzymic reaction.



شکل 9.2.5: اینزائمس کے عمل پر درجہ حرارت اور مادہ اور اینزائم کے ارتکاز کا اثر

(Source: Fundamentals of Plant Physiology By Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

B) غیر مسابقتی موانعاتی مادے(Non- competitive inhibitors)

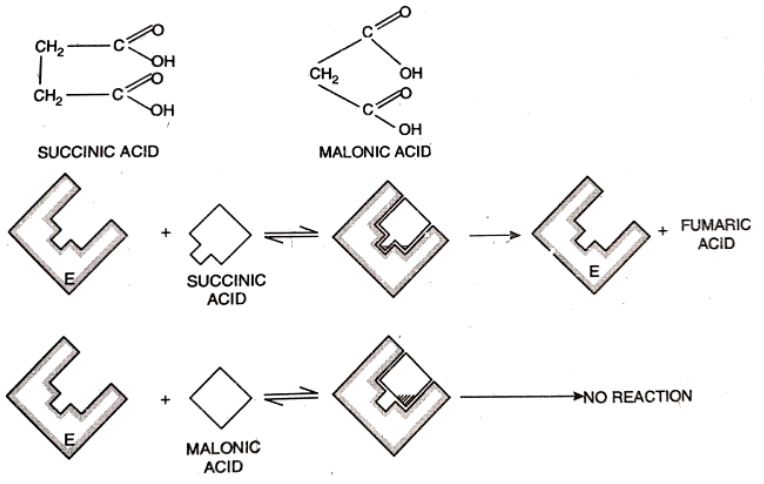
یہ عام طور پر زہر (Poisons) ہوتے ہیں جو اینزائمس کی ساخت کو تباہ کر کے ان فعالیت یا کارکردگی کو بالکلیہ ختم کر دیتے ہیں۔ اس قسم کے موانعاتی مادوں کی صورت میں انیزائمس کی کارکردگی کو بحال نہیں کیا جا سکتا۔ مسابقتی موانعاتی مادوں کی صورت میں ان کا عمل پھر سے بحال کیا جا سکتا ہے۔ اس طرح سے ان کو پلٹانے کے قابل (Reversible type) کہا جا سکتا ہے لیکن غیر مسابقتی موانعاتی مادوں کی صورت میں کارکردگی کو چونکہ واپس نہیں لایا جا سکتا ان مادوں کو Irreversible type کہا جاتا ہے۔

مادوں کا جمع ہونا اور موانعاتی عمل: اینزائمس کے عمل کے نتیجے میں جو مادے بنتے ہیں وہ بننے کے بعد بعض اوقات اینزائمس کے ارد گرد ہی جمع ہونے لگتے ہیں اور اینزائمس کے اکٹیو سنٹر کے پاس ان مادوں کا ایک ہجوم سا ہو جاتا ہے اس سے اصل سبسٹریٹ کو اس مرکز تک پہونچنے میں دشواری ہوتی۔ اور یہ اینزائمس سے استفادہ نہیں کر پاتے۔ اس طرح سے یہ صورت حال بھی گویا اینزائمس کو غیر کارکرد دیتی ہے۔

C) الواسیٹرک موانعاتی عمل(Allosteric Inhibition)

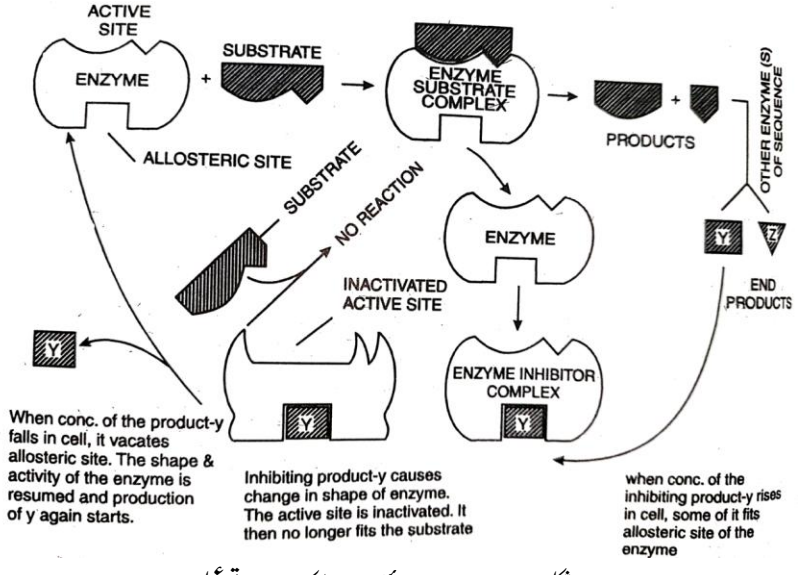
بعض اوقات ایسا ہوتا ہے کہ اینزائمس تعاملات میں حصہ لیتے ہیں اور ان کا اپنا جو رول ہوتا ہے وہ بخوبی انجام دیتے ہیں لیکن ہوتا یوں ہے کہ ان تعاملات کے نتیجے میں جو مادے پیدا ہوتے ہیں وہ اینزائم کی کارکردگی پر روک لگانے کا باعث بن جاتے ہیں۔ اس طرح کا پیدا ہونے والا مادہ سبسٹریٹ سے مختلف ہوتا ہے اور اس کا اینزائم کی کارکردگی کو روک دینے کا عمل Allosteric inhibition کہلاتا ہے۔ اس طرح کے روک لگانے کا عمل اینزائم میں ایک خاص یعنی الواسیٹر سائٹ Allosteric site کی وجہ سے ہوتا ہے جو اینزائم کے اکٹیو سائٹ سے مختلف ہے۔ تعاملات میں پیدا ہونے والا مادہ اکٹیو سائٹ سے چسپاں ہو جاتا ہے اور اینزائم کی ساخت میں حارج ہو کر اس قسم کی تبدیلی لاتا

ہے کہ اکٹیو سائیٹ غیر کارکرد ہو کر رہ جاتا ہے۔ تاہم اس طرح کا عمل پھر سے نارمل ہو سکتا ہے اگر جمع شدہ مادوں کا ارتکاز کم ہو جائے اور وہ الواسیٹرک سائٹ سے ہٹ جائیں۔



شکل(a) 9.2.5 :مسابقتی موانعاتی مادہ کا عمل

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)



شکل(b)9.2.5:اینزائم کاالواسیٹرک موانعاتی عمل

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

9.2.6 خامروں کا میٹابالزم پر کنٹرول(Enzyme control of metabolism)

پودوں میں میٹابولزم ایک منظم اور مرحلہ وار عمل ہے جو مختلف خامروں (enzymes) کی مدد سے انجام پاتا ہے، اور یہ عمل تعمیری (anabolism)اور تخریبی (catabolism) دونوں سرگرمیوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ خلیوں میں یہ تمام کیمیائی تعاملات باقاعدگی اور ہم آہنگی کے ساتھ ہوتے ہیں۔ میٹابولزم پر کنٹرول میں جاندار کی ساخت اور تنظیم اہم کردار ادا کرتی ہے؛ مثلاً ایک خلوی جاندار سادہ ہوتے ہیں اور ان میں نقل و حمل کے خصوصی نظام نہیں ہوتے، جبکہ کثیر خلوی پودوں میں مختلف اعضاء اور بافتیں مخصوص کام انجام دیتی ہیں اور

آپس میں مربوط ہوتی ہیں۔ مزید یہ کہ خلیوں کے مختلف عضویات میں مخصوص اینزائمز موجود ہوتے ہیں جو ایک سلسلہ وار نظام (multi-enzyme system) کے تحت کام کرتے ہیں، جہاں ایک اینزائم کی پیداوار اگلے مرحلے کا ابتدائی مادہ بنتی ہے۔ اس طرح اینزائمز نہ صرف کیمیائی تعاملات کو تیز کرتے ہیں بلکہ ان کی ترتیب، رفتار اور تنظیم کو بھی کنٹرول کرتے ہیں، جس سے پودے میں میٹابولک توازن برقرار رہتا ہے۔

9.2.7 اینزائم کے عمل میں باقاعدگی (Enzyme Activity)

اینزائم کے عمل میں باقاعدگی (Enzyme Activity) میٹابولزم کے مؤثر کنٹرول کا ایک اہم ذریعہ ہے، کیونکہ مختلف اینزائمز کی رفتار (rate) مختلف ہوتی ہے اور یہی فرق پورے عمل کی رفتار کو متعین کرتا ہے۔ اگر کسی ایک اینزائم کی رفتار کم ہو تو آخری پیدا ہونے والا مادہ بھی اسی سست رفتار کے مطابق بنتا ہے۔ اینزائمز کی کارکردگی درجہ حرارت اور دیگر ماحولیاتی عوامل سے متاثر ہوتی ہے، اس لیے ان میں تبدیلی میٹابولک عمل پر اثرانداز ہوتی ہے۔ اگرچہ نظریاتی طور پر اینزائم کے تعاملات reversible ہوتے ہیں، لیکن خلیے میں یہ زیادہ تر ایک سمت میں چلتے ہیں اور بعض اوقات irreversible بھی ہو جاتے ہیں۔ مزید یہ کہ مختلف میٹابولائٹس اور چھوٹے سالمات اینزائم کے فعال مقام (active site) سے جڑ کر اس کی سرگرمی کو متاثر کرتے ہیں؛ مسابقتی موانعاتی مادے (competitive inhibitors) سبسٹریٹ سے مشابہ ہو کر عمل کو روکتے ہیں جبکہ غیر مسابقتی موانعاتی مادے (non-competitive inhibitors) دوسرے طریقے سے اثرانداز ہوتے ہیں۔ اس کے علاوہ allosteric مرکبات اینزائم کے کسی اور مقام سے جڑ کر اس کی ساخت اور فعالیت کو تبدیل کر دیتے ہیں، جس سے یہ طے ہوتا ہے کہ اینزائم مطلوبہ مادہ پیدا کرے گا یا نہیں۔

9.3 خامروں کی تخصیص اور نام (Enzymes Specificity and their name)

خامروں کی ایک بہت اہم خاصیت ان کی تخصیص (Specificity) ہے ہر ایک خامرہ صرف کسی ایک خاص مرکب پر ہی عمل کرتا ہے یا پھر آپس میں قریبی تعلق رکھنے والے مرکبات پر عمل کرتا ہے جو فعلی اعتبار سے یکساں نوعیت کے ہوتے ہیں۔ بعض خامرے اپنی تخصیص میں بالکل مطلق ہوتے ہیں۔ تاہم دوسرے خامروں میں ان کی صلاحیت درجہ واری (Gradation) بھی ہو سکتی ہے۔ قطعی تخصیص والے خامروں میں ان کے اور متعلقہ مرکبات میں ایک طرح کا Lock and Key انتظام ہوتا ہے اور متعلقہ مرکب پر متعلقہ خامرہ ہی عمل پذیر ہو سکتا ہے دوسرا خامرہ ہرگز اس پر عمل نہیں کر سکتا۔

جانداروں میں کوئی پانچ ہزار سے زائد خامرے دریافت کیئے گئے ہیں اور تعداد تحقیق کے نتیجے میں بڑھتی ہی رہتی ہے۔ ہر ایک خامرہ کو ایک خاص نام اور ایک عام نام بھی دیا جاتا ہے۔ دونوں طرح کے ناموں میں خامرے کا نام ase- پر ختم ہوتا ہے۔ یہ اس طرح ایک قسم کا لاحقہ (Suffix) ہوتا ہے اس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ خامرہ کسی مرکب پر اثرانداز ہوتا ہے یا کسی تعامل میں حصہ لیتا ہے۔ مثال کے طور پر Cytochrome oxidase جو ایک اہم ریسپریشن سے متعلق خامرہ ہے Cytochrome کے سالمہ کی تکسید میں حصہ لیتا ہے۔

Malic dehydrogenase میالک ایسڈ (Malic acid) کے جوہروں میں اپنے عمل سے دو ہائیڈروجن جوہر کی کمی لاتے ہیں۔

بایو کمیسٹری کی بین الاقوامی یونین(The International Union of Biochemistry)معیاری ناموں کی فہرست مرتب کرتی ہے۔ یہ نام عام نہیں ہوتے بلکہ معیاری نام ہوتے ہیں جیسے Cytochrome oxidase کا معیاری نام Cytochrome C:O_2 oxido reductase ہے۔ مالیک ایسڈ ڈی ہائیڈرو جینس (Malic acid dehydrogenase) کو L-malate : NAD Oxidoreductase نام دیا گیا ہے۔ جدول میں مختلف خامروں کے گروپ اور ان کے متعلقہ تعاملات کو بتایا گیا ہے۔

اہم اینزائمس اور ان کے افعال

The Major Enzyme classes and sub classes

Class and sub class	General reaction type
Oxidoreductases Oxidases Reductases Dehydrogenases	Remove and add electron or electron and hydrogen oxidases transfer electron or hydrogen to O2 only
Transferases	Transfer chemical groups
Kinases	Transfer phosphate groups especially from ATP
Hydrolases	Break chemical bonds (e.g. amides, estern, glycosides) by adding the elements of water
Proteinases	Hydrolyze proteins (peptide bonds)
Ribonucleases	Hydrolyze RNA (Phosphate estern)
De Oxyribonucleases	Hydrolyze DNA (Phosphate estern)
Lysases	Form double bonds by eliminating a chemical group
Isomerases	Rearrange atoms of a molecule to form a structural isomer
Ligases or Synthetases	Join two molecules coupled with hydrolysis of ATP a then nucleoside triphosphate
Polymerases	Link Sub units (Monomers) into a Polymer such as RNA or DNA

9.3.2 تعاملات کا پلٹنا(Reversibility)

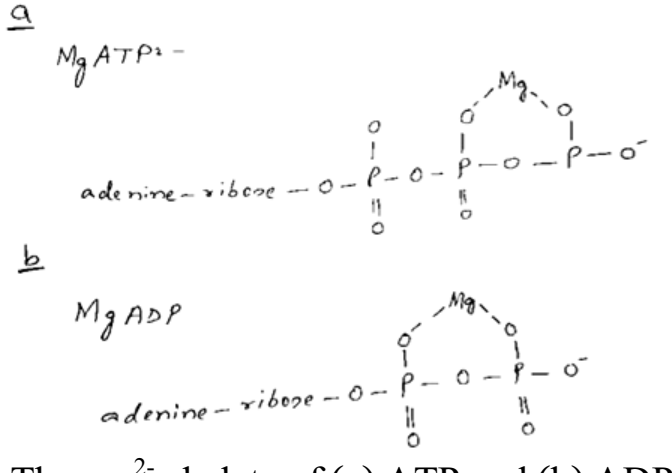
خامرے (Enzymes) کیمیائی تعاملات کی رفتار کو تیز کرتے ہیں اور اس حد تک بڑھا دیتے ہیں کہ ابتدائی مادوں (reactants) اور حاصل شدہ مادوں (products) کے درمیان توازن (equilibrium) قائم ہو جاتا ہے، تاہم خامرے اس توازن کی سمت یا مقدار کو خود کنٹرول نہیں کرتے۔ توازن کا دارومدار مرکبات کے کیمیائی خواص اور ارتکاز پر ہوتا ہے، اور اگر ابتدائی مادوں کی مقدار زیادہ ہو تو تعامل

قانونِ عملِ کمیت (Law of Mass Action) کے تحت آگے بڑھتا ہے۔ بعض تعاملات جیسے decarboxylation اور hydrolysis ناقابلِ واپسی (irreversible) ہوتے ہیں، مثلاً امائلیز کے ذریعے نشاستہ، فاسفیٹیز کے ذریعے فاسفیٹ، اور پروٹیز کے ذریعے پروٹین کا ٹوٹنا۔ خامرے نہ صرف مرکبات کی تیاری (synthesis) میں حصہ لیتے ہیں بلکہ ان کے ٹوٹنے (degradation) میں بھی شامل ہوتے ہیں، اور ان دونوں اقسام کے خامرے عموماً خلیے میں الگ الگ مقامات یا مختلف اوقات میں بنتے ہیں تاکہ ان کے درمیان ٹکراؤ یا غیر ضروری مسابقت نہ ہو۔ اس منظم تقسیم کے ذریعے خلیہ اپنے میٹابولک عمل کو مؤثر اور متوازن انداز میں جاری رکھتا ہے۔

9.3.3 پراستھیٹک گروپ، کوانیزائمس (Prosthetic groups, co enzymes)

بعض خامروں (enzymes) میں پروٹینی حصہ کے علاوہ ایک چھوٹا غیر پروٹینی نامیاتی حصہ بھی موجود ہوتا ہے جسے پراسٹھٹک گروپ (prosthetic group) کہا جاتا ہے۔ یہ حصہ پروٹین کے ساتھ مضبوطی سے covalent bonds) کے ذریعے (جڑا ہوتا ہے اور خامرے کی فعالیت کے لیے نہایت ضروری ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر Dehydrogenases میں موجود Flavin ہائیڈروجن کو حاصل اور منتقل کرنے میں مدد دیتا ہے، جس سے ریسپریشن اور فیٹی ایسڈز کے ٹوٹنے جیسے عمل ممکن ہوتے ہیں۔ بعض اوقات اس غیر پروٹینی حصے میں دھاتی ایان (metal ions) جیسے آئرن یا کاپر بھی شامل ہوتے ہیں۔ اسی طرح Glycoproteins میں کاربوہائیڈریٹس (sugars) جڑے ہوتے ہیں جو خامروں کو درجہ حرارت اور نقصان دہ عوامل سے محفوظ رکھتے ہیں اور ان کی کارکردگی کو برقرار رکھتے ہیں۔

دوسری طرف، کچھ خامرے ایسے ہوتے ہیں جن میں پراسٹھٹک گروپ نہیں ہوتا لیکن وہ اپنی فعالیت کے لیے دوسرے معاون مادوں کے محتاج ہوتے ہیں جنہیں کوانیزائم (coenzymes) یا میٹل ایکٹیویٹرز (metal activators) کہا جاتا ہے۔ یہ مادے عموماً خامرے کے ساتھ عارضی طور پر جڑتے ہیں اور اس کی فعالیت کو بڑھاتے ہیں۔ بہت سے وٹامنز کوانیزائمز کے کوانیزائم کے طور پر کام کرتے دیکھا گیا ہے، جس سے ان کی حیاتیاتی اہمیت واضح ہوتی ہے۔



The mg^{2-} chelate of (a) ATP and (b) ADP

خاص طور پر میگنیشیم (Mg^{2+}) جیسے ایان ATP یا ADP کے ساتھ مل کر مضبوط کمپلیکس بناتے ہیں جو خامروں کے عمل میں مدد دیتے ہیں، جبکہ دیگر دھاتی عناصر جیسے مینگنیز، زنک، کاپر اور کیلشیم بھی مختلف خامروں کی فعالیت میں اہم کردار ادا کرتے ہیں۔ اس طرح یہ تمام اجزاء خامروں کی مؤثر کارکردگی کے لیے ضروری ہوتے ہیں۔

9.3.4 امینوایسڈ کی ترتیب(Amino acid sequence)

پروٹین دراصل امینوایسڈز کی ایک مخصوص ترتیب (sequence) سے بنتے ہیں، اور یہی ترتیب ان کی ساخت اور فعلیت (function) کا تعین کرتی ہے۔ مثال کے طور پر ایک چھوٹے خامرے (enzyme) میں تقریباً 100 امینوایسڈز ہوتے ہیں، اور چونکہ کل 20 اقسام کے امینوایسڈز پائے جاتے ہیں، اس لیے ان کی ممکنہ ترتیب کی تعداد نہایت زیادہ (نظریاتی طور پر بے حد وسیع) ہو سکتی ہے۔ عملی طور پر اتنی بڑی تعداد میں پروٹین موجود نہیں ہوتے؛ پودوں میں تقریباً 40,000 مختلف پروٹین پائے گئے ہیں۔ امینوایسڈ ترتیب معلوم کرنے کے لیے Hydrolysis جیسے طریقے استعمال کیے جاتے ہیں، اگرچہ یہ عمل مشکل ہے اور خالص پروٹین درکار ہوتا ہے۔ اب تک کئی پروٹینز کی مکمل ترتیب معلوم کی جا چکی ہے، جس سے خامروں کی کارکردگی کو سمجھنے میں مدد ملتی ہے۔ مزید یہ کہ مختلف جانداروں میں ایک جیسے کام کرنے والے پروٹینز کی ترتیب کا موازنہ کر کے ارتقائی تعلقات (evolutionary relationships) بھی معلوم کیے جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر Ferredoxin اور Histone جیسے پروٹینز کے مطالعے سے ظاہر ہوا کہ مختلف جانداروں میں ان کی ترتیب کافی حد تک ملتی جلتی ہے، جو اس بات کی نشاندہی کرتی ہے کہ مفید جینز برقرار رہتے ہیں جبکہ نقصان دہ جینز قدرتی انتخاب (natural selection) کے ذریعے ختم ہو جاتے ہیں

9.3.5 خامروں کی تبدیلی یا غیر کارکردگی(Denaturation of Enzymes)

خامروں کی غیر کارکردگی (Denaturation) اس حالت کو کہتے ہیں جب اینزائم کی ساخت بدل جائے اور وہ اپنے سبسٹریٹ کے ساتھ جڑنے کے قابل نہ رہے، جس سے اس کی فعالی ختم ہو جاتی ہے۔ یہ عمل زیادہ تر ناقابل واپسی (irreversible) ہوتا ہے اور اس کی بڑی وجوہات میں زیادہ درجہ حرارت، آکسیجن، کیمیائی مادے، بھاری دھاتیں) جیسے (Pb^{2+}, Hg^{2+} اور نامیاتی محللات شامل ہیں۔ زیادہ حرارت اینزائم میں مضبوط بندشیں پیدا کر دیتی ہے جو ٹوٹتی نہیں، جبکہ بعض کیمیائی عوامل اس کی ساخت کو بگاڑ دیتے ہیں۔ تاہم خشک حالت (dehydration) میں اینزائم نسبتاً محفوظ رہتے ہیں، اسی لیے بیج اور بیکٹیریا کے spores زیادہ درجہ حرارت برداشت کر لیتے ہیں۔

9.3.6 آئیسوزائمس(Iso enzymes)

آئیسوزائمز (Isoenzymes) اینزائمز کی وہ مختلف شکلیں ہیں جو ایک ہی قسم کا کیمیائی عمل انجام دیتی ہیں لیکن ساخت میں معمولی فرق رکھتی ہیں۔ ان کی دریافت میں الیکٹروفوریسس (Electrophoresis) کی تکنیک نے اہم کردار ادا کیا، جس کے ذریعے پروٹینز کو ان کے برقی چارج اور جسامت کے مطابق الگ کیا جاتا ہے۔ اس عمل میں اینزائمز مختلف فاصلوں تک حرکت کرتے ہیں اور یوں ان کی الگ الگ اقسام کی شناخت ممکن ہوتی ہے۔ آئیسوزائمز عام طور پر مختلف جینز کے نتیجے میں بنتے ہیں اور ان میں امینوایسڈ کی ترتیب میں تھوڑا فرق

ہوتا ہے، مگر یہ سب ایک ہی سبسٹریٹ پر عمل کرتے ہیں۔ان کی موجودگی جاندار کے لیے فائدہ مند ہوتی ہے کیونکہ یہ بدلتے ہوئے ماحولیاتی حالات میں بھی حیاتیاتی عمل کو جاری رکھنے میں مدد دیتے ہیں۔ بعض اوقات ایک ہی خلیہ، بافت یا عضویے میں مختلف آئیسوزائمز پائے جاتے ہیں، جیسے پودوں میں Malate dehydrogenase کے مختلف آئیسوزائمز مختلف عضویوں میں موجود ہوتے ہیں۔

9.3.7 آئیسوفارم(Isoforms of Enzymes)

آئیسو فارم (Isoforms) ایسے اینزائمز ہیں جو ایک ہی جین سے بنتے ہیں لیکن بعد میں کیمیائی تبدیلیوں جیسے phosphorylation، glycosylation، methylation یا acetylation کی وجہ سے ان میں فرق پیدا ہو جاتا ہے۔ ان کی امینو ایسڈ ترتیب ایک جیسی ہوتی ہے مگر فعالیت میں کچھ تبدیلی آسکتی ہے۔ آئیسو فارمز بھی خلیوں کو نشوونما اور ماحولیاتی تبدیلیوں کے دوران اپنے حیاتیاتی عمل کو منظم رکھنے میں مدد دیتے ہیں۔اس طرح آئیسوزائمز اور آئیسو فارمز دونوں جاندار کے لیے اہم ہیں کیونکہ یہ اسے مختلف حالات میں بہتر طور پر کام کرنے کے قابل بناتے ہیں۔

9.4 اکتسابی نتائج(Learning Outcomes)

پودوں میں مختلف حیاتیاتی اور کیمیائی تعاملات ہوتے ہیں جو ان کی زندگی اور نشوونما کے لیے نہایت ضروری ہیں، اور ان تعاملات کو تیز کرنے والے مادے خامرے (enzymes) کہلاتے ہیں۔ یہ عموماً سادہ یا مرکب پروٹین ہوتے ہیں اور مخصوص تعاملات کے لیے مخصوص (specific) ہوتے ہیں، یعنی ہر خامرہ ایک خاص سبسٹریٹ (substrate) پر ہی عمل کرتا ہے، جسے lock and key mechanism سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ خامروں کی ساخت میں پروٹینی حصہ (Apo enzyme) اور بعض اوقات غیر پروٹینی حصہ (prosthetic group) شامل ہوتا ہے، جبکہ کچھ خامرے اپنی کارکردگی کے لیے coenzymes یا دھاتی ایان (metal ions) کے محتاج ہوتے ہیں۔ خامروں کی فعالیت مختلف عوامل جیسے درجہ حرارت، pH، پانی کی دستیابی، خامرے اور سبسٹریٹ کے ارتکاز سے متاثر ہوتی ہے، اور بعض موانعاتی مادے (inhibitors) یا خود پیدا ہونے والی مصنوعات بھی ان کے عمل کو روک سکتی ہیں جسے allosteric inhibition کہتے ہیں۔ اگر خامروں کی ساخت میں تبدیلی آجائے تو وہ غیر مؤثر ہو جاتے ہیں، جسے denaturation کہا جاتا ہے، جبکہ معمولی تبدیلیوں سے Isoenzymes اور isoforms بھی بن سکتے ہیں۔ اس طرح خامرے پودوں کے میٹابولزم کو منظم، مؤثر اور متوازن رکھنے میں بنیادی کردار ادا کرتے ہیں۔۔

9.5 کلیدی الفاظ(Keywords)

خامرے(Enzymes)، موانعاتی مادے(Inhibitors)، خامروں پر دوسرے عوامل کا اثر، الواسیٹرک موانعاتی مادے(Allosteric inhibition)، پروٹین، Co enzyme، کیمیائی ترکیب، پراستھٹک گروپ(Prosthetic group)، خامروں کا میکانزم(Mechanism Enzymes)، خامروں کی غیر کارکردگی(Denaturation)،

9.6 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

9.6.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Types Questions)

1۔ خامرے کو سب سے پہلے یہ ماہر نباتیات نے دریافت کیا۔

(a)۔ سمنر اور میٹریاک (b)۔ Urease (c)۔ فیڈرک (d)۔ اس میں کوئی بھی نہیں

2۔ پودوں میں میٹابالزم (تحول) کو کنٹرول کرنے والے مادے ہیں۔

(a)۔ پروٹین (b)۔ خامرے (c)۔ نواتی ترشے (d)۔ کوئی بھی نہیں

3۔ خامروں میں ان کی ساخت کا بڑا حصہ اس پر مشتمل ہوتا ہے۔

(a)۔ پروٹین (b)۔ مرکزی ترشے (c)۔ خامرے (d)۔ کوئی بھی نہیں

4۔ Pepsin کم pH پر ترشی حالت میں زیادہ۔۔۔۔۔۔۔۔۔ ثابت ہوتے ہیں۔

5۔ خامرے عام طور پر۔۔۔ بنتے ہوتے ہیں۔

6۔ خامرے کا غیر پروٹینی حصے۔۔۔۔۔ کہلاتا ہے۔

7۔ جو خامروں کے عمل میں رکاوٹ بن جاتے ہیں اس کو۔۔۔۔۔۔۔۔ کہا جاتا ہے۔

8۔ پراستھٹک گروپ میں ایک نامیاتی مرکب یا سادہ دھاتی ایان (Ions) جیسے تانبہ۔۔۔۔۔ وغیرہ رہتے ہیں۔

9۔ مہم خائے (Co-enzyme) سے کیا مراد ہے۔

10۔ پراستھٹک (Prosthetic group) گروپ کی تعریف کیجئے۔

9.6.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1۔ خامرے کیا ہیں۔ ان کی ساخت پر روشنی ڈالیں۔

2۔ اینزائمس کو متاثر کرنے والے عوامل کے بارے میں لکھیں۔

3- Isozymes پر تفصیلی نوٹ لکھیں۔

4۔ خامروں کی تخصیص اور ان کے ناموں کے ترتیب کے بارے میں لکھیں۔

5۔ پراستھٹک گروپ اور کو اینزائم تفصیلی طور پر بیان کریں۔

9.6.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1۔ اینزائمس میں پروٹینی حصہ کیا ہوتا ہے۔

2۔ اینزائمس کے میکانزم کے بارے میں لکھیں۔

3۔ مسابقتی موانعاتی مادے Competitive inhibitors کیا ہیں۔

4۔ Allosteric inhibition سے کیا مراد ہے۔

5۔ خامروں کی جماعت بندی (Classification) پر مضمون لکھیئے۔

Key: 1. A 2.B 3.A 4.فعال (Active)

5.پروٹین سے بنتے ہوتے ہیں 6.پراسٹھٹک گروپ 7.موانعاتی مادے 8. لوہا (Iron)

9۔وہ نامیاتی غیر پروٹینی مادے جو خامروں کی فعالیت میں مدد دیتے ہیں اور عموماً عارضی طور پر ان کے ساتھ جڑتے ہیں۔

10۔پراسٹھٹک گروپ کی تعریف :ایسا غیر پروٹینی حصہ جو خامرے کے ساتھ مضبوطی سے جڑا ہوتا ہے اور اس کی فعالیت کے لیے ضروری ہوتا ہے۔

اکائی10: نائٹروجن کی تحویل

(Nitrogen Metabolism)

اکائی کے اجزاء

10.0		تمہید
10.1		مقاصد
10.2		نائیٹروجن کی تحویل
	10.2.1	پودوں کیلئے نائٹروجن کے ذرائع
	10.2.2	پودوں میں نائیٹریٹ کی امونیا میں تبدیلی
	10.2.3	نائیٹریٹ کی نائیٹرائیٹ میں تبدیلی
	10.2.4	نائیٹرائیٹ سے امونیا میں تبدیلی
	10.2.5	فضائی نائیٹروجن کا حیاتیاتی حصول
	10.2.6	نائیٹروجن حاصل کرنے والے جاندار
	10.2.7	فضائی نائیٹروجن کے حصول کا میکانزم
	10.2.10	پھلی دار پودوں میں رسولیوں کا بننا
	10.2.10	نائیٹروجن کے حصول پر اثرانداز ہونے والے عوامل
10.3		پودوں میں امینوایسڈ کا بننا
	10.3.1	امینوایسڈ کا دوتعاملی ہونا
10.4		نیوکلک ایسڈس
	10.4.1	ڈی این اے
	10.4.2	رائیبوز نیوکلک ایسڈ (RNA)
	10.4.3	ڈی این اے کا دوگنا ہونا
	10.4.4	جینیاتی کوڈ
	10.4.5	پودوں میں پروٹین کا بننا
10.5		اکتسابی نتائج
10.6		کلیدی الفاظ

10.7 نمونہ امتحانی سوالات
10.7.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات
10.7.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات
10.7.3 طویل جوابات کے حامل سوالات

10.0 تمہید(Introduction)

نائیٹروجن پودوں کیلئے نہایت اہم عنصر ہے جو پروٹین، کلوروفل، وٹامن اور نیوکلک ایسڈز کا لازمی جز ہے۔ پودے فضائی نائیٹروجن کو براہِ راست استعمال نہیں کر سکتے،اس لیے بعض بیکٹیریااور نیلگوں سبز الجی اسے امونیایانائٹریٹ میں تبدیل کرتے ہیں، جسے نائیٹروجن تثبیت کہتے ہیں۔ خاص طور پر پھلی دار پودوں کی جڑوں میں موجود رائزوبیم بیکٹیریااس عمل میں اہم کردار ادا کرتے ہیں۔ یہ عمل درجہ حرارت، مٹی کی زرخیزی اور دیگر ماحولیاتی عوامل سے متاثر ہوتا ہے۔ نائیٹروجن امینو ایسڈز اور پروٹین کی تیاری میں بنیادی کردار ادا کرتی ہے، جو پودوں کی نشوونما کیلئے ضروری ہیں۔

10.1 مقاصد(Objectives)

اس اکائی کے مطالعہ کے بعد آپ:

- پودوں میں نائٹروجن کے ذرائع اور حصول کو سمجھنا۔
- نائٹروجن تثبیت اور اس کے میکانزم کا مطالعہ کرنا۔
- جڑوں کی رسولیوں اور مددگار جانداروں کا کردار جاننا۔
- نائٹروجن کے عمل پر اثرانداز عوامل کو سمجھنا۔
- امینوایسڈ، DNA/RNA اور پروٹین کی تیاری کا جائزہ لینا۔

10.2 نائیٹروجنی تحویل(Nitrogen Metabolism)

نائیٹروجن تمام جانداروں کیلئے اہم عنصر ہے چنانچہ پودوں کی زندگی میں بھی اس کا اہم رول ہے۔ پودوں میں پانی اور معدنی نمک کے بعد جو اہم مادے ہیں وہ پروٹین ہیں۔ پروٹین خلیوں کے پروٹوپلازم کے تعمیری مادے کی حیثیت رکھتے ہیں۔ یہ امینوایسڈ پر مشتمل ہوتے ہیں جو اسوقت بننے پاتے ہیں جب فضائی غیر نامیاتی نائیٹروجن پودوں میں نامیاتی نائٹروجن میں تبدیل ہوتی ہے۔ پودوں کے خلیوں میں یہ صلاحیت ہوتی ہے کہ وہ غیر نامیاتی نائٹروجن کو نامیاتی نائٹروجن میں تبدیل کرتے ہیں۔ پروٹین کے علاوہ نائیٹروجن پودوں کے کئی ایک اہم مادوں جیسے

کلوروفل، سائٹوکرومس، الکالائیڈس، وٹامنس اور سب سے بڑھ کر نیوکلک ایسڈ کا ضروری جز ہے۔ جیسا کہ پروٹوپلازم کے بننے میں پروٹین تعمیری مادہ کا کام کرتے ہیں اور پروٹین امینوایسڈ سے مل کر بنتے ہیں۔ اس لحاظ سے امینوایسڈ (Amino acid) اہمیت کے حامل ہیں۔ چنانچہ امینوایسڈ کس طرح پودوں میں بنتے ہیں، یہ جاننا بھی اہم ہے۔ یہ تمام مادے پودوں کی نشونما، دیگر مادوں کے بننے، افزائش نسل اور وراثتی نظام میں کلیدی اہمیت کے حامل ہیں۔ ان کے بغیر پودوں کی زندگی کا تصور بھی نہیں کیا جاسکتا ہے۔

10.2.1 پودوں کیلئے نائٹروجن کے ذرائع (Sources of Nitrogen for Plants)

(1)۔ فضائی نائٹروجن: زمین فضاء کا کوئی 78% حصہ نائٹروجن پر مشتمل ہوتا ہے لیکن پودوں کی اکثریت اس فضائی نائٹروجن کو اپنے استعمال میں نہیں لاسکتی۔ صرف چند بیکٹیریا، نیلگوہری الجی، پھلی دار پودے وغیرہ ہی اس نائٹروجن سے استفادہ کر سکتے ہیں۔

(2)۔ زمینی نائیٹریٹ، نائیٹرائیٹ اور امونیا: ان سب میں زیادہ تر نائیٹریٹ پودوں کے کام آتی ہے۔

(3)۔ زمین میں موجود نامیاتی نائٹروجن: عام طور پر زمین میں موجود خوردبینی جاندار زمینی نامیاتی نائیٹروجن کا استعمال کرتے ہیں۔

(4)۔ کیڑوں کے اجسام میں موجود نامیاتی نائٹروجن: کرم خور پودے کیڑوں کا شکار کر کے ان کے اجسام میں موجود نائیٹروجن کو حاصل کر کے اپنے استعمال میں لاتے ہیں۔

10.2.2 پودوں میں نائیٹریٹ کی امونیا میں تبدیلی

Nitrate (NO_3^-) میں موجود نائیٹروجن تکسیدی حالت میں ہوتا ہے جبکہ یہ امونیا میں میں تحویلی حالت (Reduction) میں ہوتا ہے۔ اسی لیئے نائیٹریٹ کی امونیا میں تبدیلی ایک تحویلی عمل Reduction Process ہے۔ یہ تبدیلی کئی مراحل میں ہوتی ہے اور ہر مرحلہ ایک خاص اینزائم کا مرہون منت ہوتا ہے۔ ہر ایک مرحلہ پر دو الیکٹرون کا اضافہ ہوتا ہے۔ اور بالآخر NO_3^- میں نائیٹروجن پانچ مثبت چارج رکھتا ہے امونیا NH_3 میں بدل جاتا ہے۔

یہاں کو اینزائم I (Co-enzyme-I) یعنی NADH (Nicotinamide Adenine Dinucleotide)

اور کو اینزائم۔II (Co-Enzyme) یعنی NADPH

(Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate)

درکار الیکٹران فراہم کرتے ہیں۔

$$\underset{\text{Nitrate}}{\overset{+5}{NO_3}} \xrightarrow{2e^-} \underset{\text{Nitrite}}{\overset{+3}{NO_2}} \xrightarrow{2e^-} \underset{\text{Hypornitrite}}{\overset{+1}{H_2N_2O_2(?)}} \xrightarrow{2e^-} \underset{\text{hydroxyleamine}}{\overset{-1}{NH2\ OH(?)}} \xrightarrow{2e_-} \underset{\text{Ammonia}}{\overset{-3}{NH_3}}$$

10.2.3 نائیٹریٹ کی نائیٹرائیٹ میں تبدیلی

نائیٹریٹ کی نائیٹرائیٹ میں تبدیلی نائیٹریٹ ریڈکٹیس اینزائم (Nitrate Reductase) کیوجہ سے عمل میں آتی ہے۔ اس کیلئے NADH یا NADPH کی ضرورت ہوتی ہے۔

$$\underset{\text{nitrate}}{NO^-_3} + \underset{\text{reduced enzyme}}{NADH} + H^+ \longrightarrow \underset{\text{nitrite}}{NO^-_2} + \underset{\text{oxicoenzyme}}{NAD^+} + H_2O$$

اس اینزائم میں فلاون اڈنیائن ڈائی نیوکلیوٹائیڈ(Flavin Adenine Dinucleotide – FAD)ہوتا ہے جو اس کے پراستھٹک حصہ کے طور پر ہوتا ہے۔ جس کے ساتھ مالبڈنیم(Molybdenum)جڑا ہوتا ہے۔

NO_3^- سے NO_2^- میں تبدیل درج ذیل شکل سے بھی ظاہر کیجاتی ہے۔ شکل اس میں کو اینزائم NADH سے الیکٹران FAD کو منتقل ہوتے ہیں جو $FADH_2$ بن جاتا ہے اس $FADH_2$ سے الیکٹرون NO_3^- کو مالبڈنیم کے ذریعہ منتقل ہوتے ہیں اور بالآخر NO_3^- گھٹ کر NO_2^- اور پانی کے بننے کا موجب ہوتا ہے۔

10.2.4 نائیٹرائیٹ سے امونیا میں تبدیل ہونا(Reduction of Nitrate to Ammonia)

نائیٹرائیٹ سے امونیا میں تبدیل ہونا نائیٹرائیٹ ریڈکٹیس نامی اینزائم(Nitrite Reductase)سے ہوتی ہے۔اس تبدیلی کے دوران نائیٹروآکسل(Nitroxyl NOH)اور ہائیڈروآکسل امائین(Hydroxylamine NH_2OH)بنتے ہیں جو بالآخر NH_4 میں تبدیل ہوتے ہیں۔

اس عمل میں الیکٹرون کلوروپلاسٹ کے فریڈاکسن(Ferredoxin)سے حاصل ہوتے ہیں۔ نائیٹرائیٹ ریڈکٹیس پتوں کے کلوروپلاسٹ میں پایا جاتا ہے۔

10.2.5 فضائی نائیٹروجن کا حیاتیاتی حصول(Biological Nitrogen Fixation)

فضائی نائیٹروجن (N_2) کا غیر نامیاتی مادہ جیسے نائیٹریٹ اور امونیا میں تبدیل ہونے کے عمل کو نائیٹروجن فکزیشن(Nitrogen fixation)کہا جاتا ہے۔ یہ عمل جب جانداروں میں طئے پاتا ہے تو اسے نائیٹروجن کا فضاء سے حیاتیاتی حصول(Biological Nitrogen fixation)کہتے ہیں۔اس عمل میں فضائی نائیٹروجن امونیا میں تبدیل ہوتی ہے۔

$$NO_2^- \xrightarrow{2e^- + 2H^+} NOH \xrightarrow{2e^- + 2H^+} NH_2OH \xrightarrow{2e^- + 2H^+} NH_4^+$$

فضائی نائیٹروجن کا 90 فی صد حصہ جانداروں کے ذریعے تبدیل ہو پاتا ہے جب کہ بقیہ 10 فی صد غیر جاندار عوامل جیسے بجلی اور الٹراوائلٹ شعاعوں کے ذریعے تبدیل ہوتا ہے۔

10.2.6 نائیٹروجن کے حاصل کرنے والے جاندار(Nitrogen fixing Organisms)

جانداروں میں سبھی جاندار فضاء سے نائیٹروجن کو لینے اور استعمال کرنے کے اہل نہیں ہوتے صرف چند بیکٹیریا، سیانو بیکٹیریا(Cyanobacteria)اور نیلگو سبز رنگت والی الجی ہی ایسا کر سکتے ہیں۔

چند خوربینی جانور ایسے ہوتے ہیں جو دوسرے پودوں کے ساتھ مل کر ان کے اشتراک سے فضاء سے نائیٹروجن حاصل کر سکتے ہیں اس عمل کو ہم باشی(Symbiosis) بھی کہتے ہیں۔ فضاء سے نائیٹروجن حاصل کرنے کے اہل خوردبینی جاندار حسب ذیل ہیں۔

(i) آزادانہ زندگی گزارنے والے جاندار(Free Living Organisms)

(1)۔آٹوٹرافک(Autotropic)

(a)۔ ایروبک (Aerobic) جاندار : اس میں تمام نیلگوں سبز کائی جیسے ناسٹاک(Nostoc)، انا بینا(Anabaena)، ٹولی پا تھرکس(Tolypothrix)،الوسیرا(Aulosira)، کیالوتھرکس(Calothrix)وغیرہ آتے ہیں۔

(b)۔ ان ایروبک(Anaerobic)جاندار : اس میں بیکٹیریا جیسے کروماٹیم(Chromatium)اور روڈو اسپائرلم (Heterotrophic)آتے ہیں۔

(ii)۔ہیٹروٹرافک جاندار(Heterotrophic):

(a)۔ ایروبک (Aerobic) بیکٹیریا: اس میں بیکٹیریا جیسے Azotobacter ازٹو بیکٹر ازواسپائرلم(Azospirillum)، ڈرکیسیا(Derxia)،اور بیجرنکیا(Beijerinckia)شامل ہیں۔

(b)۔فیکل ٹیٹو بیکٹیریا(Facultative):اس میں بیکٹیریا بیاسلس(Bacillus)اور کلبیسلا(Kalbeseella)شامل ہیں۔

(c)۔ ان ایروبک (Anaerobic)بیکٹیریا : اس قسم میں کلاسٹرڈیم (Clostridium)اور میتھانو کاکس (Methanococcus)بیکٹیریا شامل ہیں۔

(iii) ہم باشی جاندار(Symbiotic Organisms)

- پھلی دار پودوں کی جڑوں پر رسولیاں (Nodules) پائی جاتی ہیں۔
- ان رسولیوں میں رائیزوبیا (Rhizobia) بیکٹیریا رہتے ہیں۔
- یہ بیکٹیریا فضائی نائیٹروجن کو قابل استعمال شکل میں تبدیل کرتے ہیں۔
- پودے اور بیکٹیریا کے درمیان اشتراکی (Symbiotic) تعلق ہوتا ہے۔
- رائیزوبیا کی اقسام میں Rhizobium ،Bradyrhizobium، Azorhizobium شامل ہیں۔
- Rhizobium leguminosarum زیادہ عام بیکٹیریا ہے۔
- مختلف بیکٹیریا مختلف پھلی دار پودوں کے ساتھ مخصوص ہوتے ہیں۔
- کچھ غیر پھلی دار پودے (Actinorhizal plants) بھی نائیٹروجن تثبیت کرتے ہیں۔
- مثالیں Myrica :، Eleagnus وغیرہ۔
- بعض دوسرے پودے جیسے Gunnera ، Nostocاور Anabaena کے ساتھ مل کر بھی نائیٹروجن حاصل کرتے ہیں۔

10.2.7 پودوں میں فضائی نائٹروجن کے حصول کا میکانزم (Mechanism of Biological Nitrogen Fixation)

فضائی نائیٹروجن کے حصول کی بنیاد بیکٹیریا اور پودوں کا باہمی تعاون اور اشتراک عمل ہے۔ بیکٹیریا اپنے میزبان پودے سے اپنے لیے کاربوہائیڈریٹ اور دوسرے غذائی اجزاء حاصل کرتے ہیں۔ اور اس کے بدلے میں فضاء سے نائیٹروجن حاصل کر کے اُسے پودوں کو نامیاتی شکل میں فراہم کرتے ہیں۔ فضائی نائیٹروجن کے حصول کا یہ عمل نائیٹروجینس (Nitrogenase) نامی اینزائم کی مدد سے انجام پاتا ہے جو بیکٹیریا میں موجود ہوتے ہیں۔ اس اینزائم کے علاوہ اس عمل میں فلاروڈاکسن (Flarodoxin)، ATP اور پروٹان کی ضرورت پڑتی ہے۔

اس سارے عمل کو ذیل کی مساوات سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

$$N_2 + 8H^+ + 8e^- + 12ATP \rightarrow 2NH_3 + H_2 + 12ADP + 12Pi$$

اینزائم نائیٹروجینس دو پروٹین پر مشتمل ہوتا ہے جو درج ذیل ہیں۔

(i)۔ آئیرن پروٹین (Iron Protein)

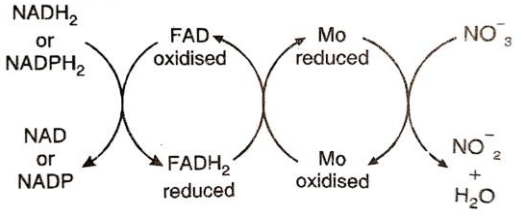
(ii)۔ آئیرن مالبڈینم پروٹین (Fe-Mo Protein)

یہ دونوں مل کر نائیٹروجن (N_2) کو NH_3 میں تبدیل کرتے ہیں۔ ان میں سے کوئی اکیلا اسے انجام نہیں دے سکتا۔

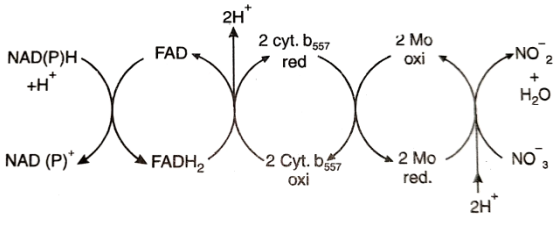
الیکٹران فلاروڈاکسن سے آئیرن پروٹین کو منتقل ہوتے ہیں۔ اب آئیرن پروٹین سے الیکٹروں آئیرن مالبڈینم پروٹین کو منتقل ہوتے ہیں جس کے نتیجے میں ATP تبدیل ہو کر ADP اور غیر نامیاتی فاسفورس (Pi) بنتے ہیں۔ اس عمل میں ہر الیکٹران کیلئے دو میگنیشم اور دو ATP سالمات درکار ہوتے ہیں۔

مالبڈینم آئیرن پروٹین سے بالآخر الیکٹران سالماتی نائیٹروجن (N_2) اور پروٹانس کو منتقل ہوتے ہیں۔ اس طرح دو امونیا اور ایک ہائیڈروجن کا سالمہ پیدا ہوتے ہیں۔ اس سارے عمل کو خاکہ (D) میں بتلایا گیا ہے۔

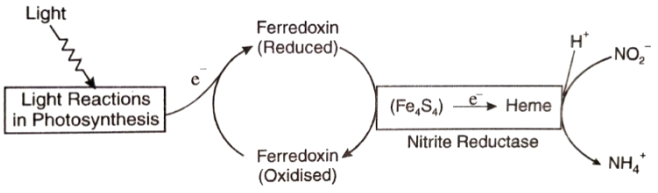
Conversion of Nitrate into Ammonia by Plants



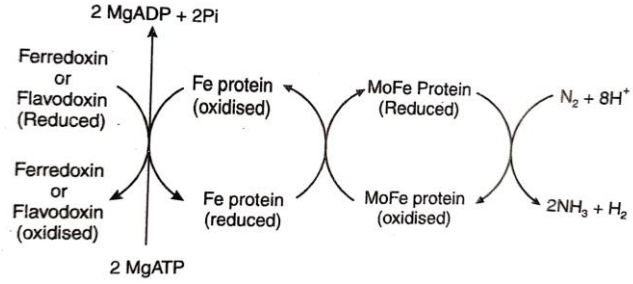
A۔ نائیٹریٹ کی نائیٹرائیٹ میں تحویل (Reduction of Nitrate to Nitrite)



B۔ NO_3^- کا NO_2^- میں تحویل (Reduction of NO_3^- to NO_2^-)



C۔ کلوروپلاسٹ میں No کا NH_4^+ میں تحویل (Reduction of NO to NH_4^+ in chloroplast)

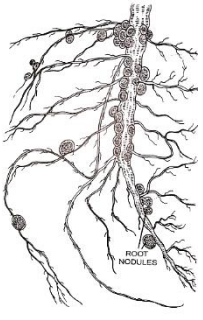


D. حیاتیاتی نائیٹروجن کے حصول کا میکانزم (Mechanism of biological fixation of Nitrogen)

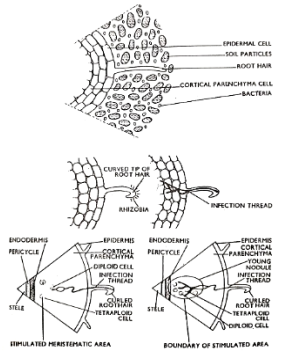
(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

10.2.8 پھلی دار پودوں میں رسولیوں کا بننا (Formation of Root Nodules in Leguminous Plants)

1. رائیزوبیا بیکٹیریا میزبان پودے سے جڑنے سے پہلے مٹی میں آزادانہ پائے جاتے ہیں۔
2. نائٹروجن کی کمی کی صورت میں پودے اور بیکٹیریا کے درمیان کیمیائی اشارات (Signals) کا تبادلہ ہوتا ہے۔
3. اس عمل کو مخصوص جینز کنٹرول کرتے ہیں: پودے میں Nod genes (nodulin) اور بیکٹیریا میں nodulation genes۔
4. جڑوں سے خارج ہونے والے مادے (Flavonoids ، Betaines) رائیزوبیا کو اپنی طرف متوجہ کرتے ہیں۔
5. رائیزوبیا جڑ کے بالوں (Root hairs) کے ذریعے اندر داخل ہو کر کارٹیکس تک پہنچتے ہیں۔

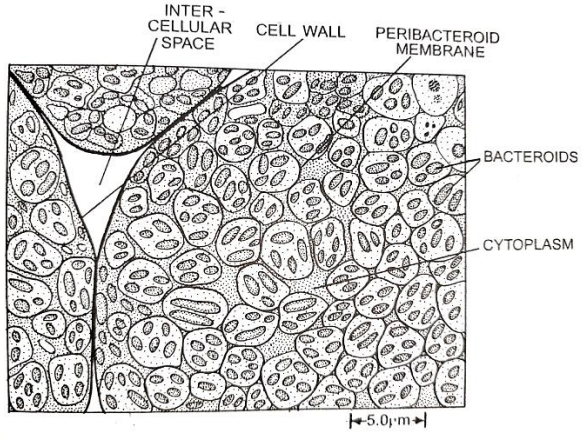


شکل (a) 10.2.8: جڑوں پر رسولیاں (سویابین کے پودے میں)



شکل (b) 10.2.8: رائیزوبیا پھلی دار پودوں کی جڑوں میں داخل ہوتے ہوئے

6. اندر جا کر بیکٹیریا کی تعداد بڑھتی ہے اور خلیوں کی تقسیم سے رسولیاں (Nodules) بنتی ہیں۔
7. بیکٹیریا جھلی میں بند ہو کر بیکٹرائیڈز (Bacteroids) بناتے ہیں، جو نائٹروجن تثبیت کرتے ہیں۔
8. ان کے گرد Peribacteroid membrane ہوتی ہے اور درمیان کی جگہ Bacteroid space کہلاتی ہے۔
9. بیکٹرائیڈز میں نائٹروجینیس (Nitrogenase) ایزائم موجود ہوتا ہے۔
10. رسولیوں میں لیگ ہیموگلوبن پایا جاتا ہے جو آکسیجن کو کنٹرول کر کے ایزائم کو محفوظ رکھتا اور ATP کی پیداوار میں مدد دیتا ہے۔



شکل(c) 10.2.8: بیکٹرائیڈس کے گروپ جڑوں کی رسولیوں نے خلیوں میں (سویابین کے پودے میں)

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

بیکٹیرائیڈس میں نائیٹروجن کی تثبیت (Fixation) کے بعد امونیا (NH_4) بنتا ہے۔ یہ امونیا رسولیوں کے خلیوں میں خارج کیا جاتا ہے۔ امونیا امائیڈس (Amides) یا یوریڈس (Ureides) میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ یہ مرکبات زائلم (Xylem) کے ذریعے تنوں تک منتقل ہوتے ہیں۔ وہاں دوبارہ امونیا میں تبدیل ہو کر Ammonium Assimilation کے عمل میں شامل ہو جاتے ہیں۔

نائیٹروجن فگزیشن پر اثرانداز ہونے والے عوامل(Factors controlling biological nitrogen fixation)

- ماحولیاتی عوامل: مناسب درجہ حرارت، روشنی، نمی اور CO_2 نائیٹروجن فکسیشن کو بڑھاتے ہیں، جبکہ یہ عمل دن کے وقت زیادہ تیز ہوتا ہے۔
- پودوں کی نشو نما کا مرحلہ: پھول اور بیج بننے کے مرحلے (Reproductive stage) میں نائیٹروجن کی ضرورت اور فکسیشن زیادہ ہوتی ہے۔
- پودے کی نوعیت: مدامی (Perennial) پودوں میں نائیٹروجن فکسیشن ایک سالہ پودوں کے مقابلے میں زیادہ ہوتی ہے۔
- مٹی میں کھاد کی مقدار: زیادہ نائیٹروجن کھاد رسولیوں (Nodules) کی تشکیل کو کم یا ختم کر دیتی ہے۔
- جینیاتی عوامل: پودوں اور بیکٹیریا کے مخصوص جینز (Nod, Nif genes) اس عمل کو کنٹرول کرتے ہیں۔

- اینزائمز کا کردار: ہائیڈروجینیز (Hydrogenase) جیسے اینزائم نائیٹروجن فکسیشن کی کارکردگی کو بہتر بناتے ہیں۔
- بایوٹیکنالوجی کا کردار: جینیاتی تبدیلیوں کے ذریعے نائیٹروجن فکسیشن کو زیادہ مؤثر بنانے کی کوشش کی جارہی ہے

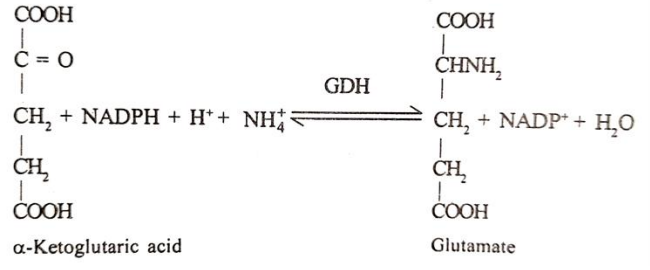
10.3 پودوں میں امینوایسڈ کا بننا (Biosynthesis of Amino acid)

پودوں میں امینوایسڈ حسب ذیل طریقے سے بنتے ہیں۔

امونیم کے بننے سے(Ammonium assimilation)

(a)۔ تحویلی امین اندازی(Reductive amination):

غیر نامیاتی نائیٹروجن جو امونیم (NH_4^+) یا پھر NH_3 کی صورت میں رہتی ہے اور جو Nitrates کی تحویل سے یا زمین میں حیاتیاتی طریقہ پر حامل کی ہوئی ہوتی ہے ∝Ketoglutaric acid سے تعامل کرتی ہے جو خامرہ (Glutamic dehydrogenase – GDH)اور ایک تحویل شدہ $NADPH+H^+$ Co-enzyme کی مدد سے ہوتا ہے اور نتیجہ کے طور پر ایک امینوایسڈ یعنی(Glutamic acid(Glutamate بنتا ہے۔اس طرح غیر نامیاتی نائیٹروجن نامیاتی شکل میں تبدیل ہوتی ہے۔

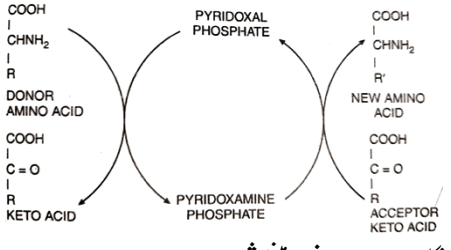


(b)۔GS / Gogat-Pathway:

امونیم کی شکل میں پائی جانے والی غیر نامیاتی نائیٹروجن امینوایسڈس دو اینزائمس یعنی Glutamine synthetase (GS)اور Glutamate synthase کے سلسلہ وار عمل سے امینوایسڈ میں تبدیل ہوسکتی ہے۔(Glutamate synthase کو Gogat بھی کہا جاتا ہے)۔

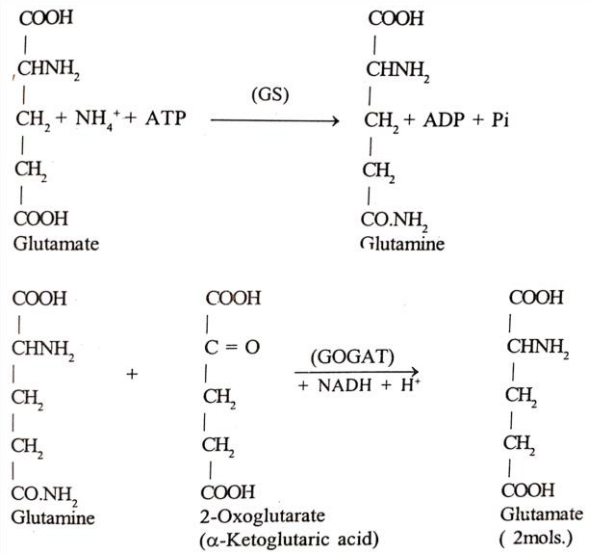
دوسرے امینوایسڈ میں بھی سوائے گلوٹامک ایسڈ کے امینو گروپ دوسرے کیٹوایسڈ کو منتقل ہوتا ہے اور متعلقہ امینوایسڈ بنتے ہیں۔

یہ عمل خامرے Transaminases کی موجود میں طئے پاتا ہے جس کے لئے Co-enzyme pyridoxal phosphate مددگار ہوتے ہیں۔



شکل 10.3:ٹرانس امینیشن(Transamination)

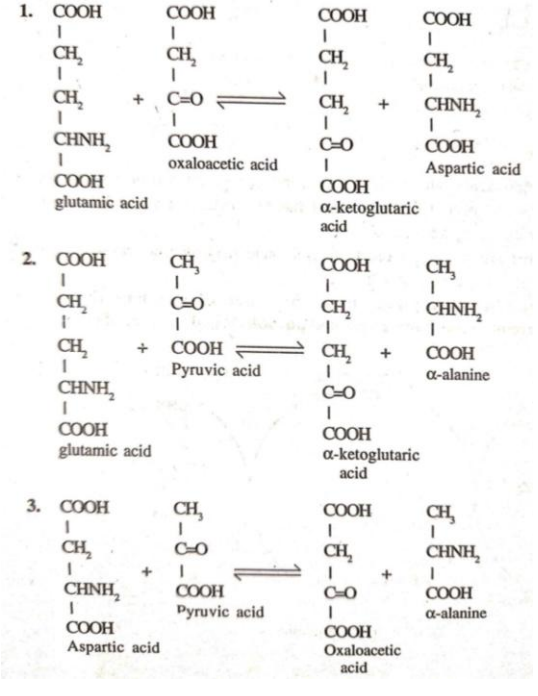
(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)



(b) ٹرانسامینیشن(Transamination)

دوسرے کئی امینو ایسڈ جو پروٹین بناتے ہیں وہ Transamination تعامل کے ذریعے بنتے ہیں۔اس عمل میں گلوٹامک ایسڈ سے امینو گروپ(Amino group)نکل کر متعلقہ Keto acid کے Keto position کو منتقل ہوتا ہے۔

Co-enzyme Pyridoxal phosphate امینو گروپ کو لیجانے یا منتقلی کا کام کرتا ہے۔ یہ معطی(Donor amine acid)سے امینو گروپ کو لے کر Pyridoxamine phosphate میں بدل دیتا ہے۔ جو امینو گروپ کو اسے قبول کرنے والے Acceptor keto acid کو منتقل کرتا ہے۔ جس سے ایک نیا امینو ایسڈ بنتا ہے اور یہ خود Pyridoxal phosphate میں تبدیل ہو جاتا ہے۔اگرچیکہ اب تک کئی ایک Transamination reaction علم میں آچکے ہیں تاہم ذیل میں درج تین تعاملات بہت عام ہیں۔



(c) دوسرے طریقے(Other Methods)

متذکرہ بالا طریقوں کے علاوہ امینو ایسڈ دوسرے طریقوں سے بھی بن پاتے ہیں جیسے Acid amides کی تبدیلی یا دوسرے نائیٹروجنی مادوں کی تبدیلی یا پھر پروٹین کی Proteolytic enzymes سے Hydrolysis کے ذریعے بھی امینو ایسڈ بن سکتے ہیں۔

10.3.1 (Amphoteric Nature of the Amino acids)

امینو ایسڈ دو تعاملی Amphoteric نوعیت کے ہیں کیونکہ ان میں قلئی Basic اور ترشئی دونوں خواص پائے جاتے ہیں جو Ionizable amino اور کاربوآکسالک (Carboxylic group) کی موجودگی کی وجہ سے ہوتے ہیں۔

(i) زوٹر ایانس (Zwitter Ion)

امینو ایسڈ میں دو طرح کے ایان میں بٹنے والے (Ionizable group) ہوتے ہیں۔

اگر ان دونوں گروپ میں ایک ہی وقت میں ایان بننے لگیں تو ان ایان پر دو مخالف چارج ہونگے۔ اس طرح کے ایک ایان کو Zwitter-ion کہتے ہیں۔

(ii) آئیسوالیکٹرک پائنٹ (Iso Electric Point)

امینو ایسڈ محلول کی حالت میں Zwitter-ion والی حالت میں رہتے ہیں۔ اگر محلول کا pH کم ہو یعنی یہ ترشئی حالت میں ہو تو H^+ زیادہ ہوتے ہیں اور اس کیوجہ سے امینو ایسڈ مثبت چارج لیئے ہوتے ہیں چونکہ $-NH_3^+$ زیادہ ہونگے۔ برخلاف اس کے اگر محلول کا pH زیادہ یعنی وہ قلئی حالت میں ہو تو اس صورت میں امینو ایسڈ منفی چارج کے حامل ہونگے کیونکہ $-COO^-$ گروپ زیادہ ہونگے۔ H^+ ایان کی کمی ہوگی جس کی وجہ محلول میں OH^- ایان بنتے ہیں جس کیلئے $-COOH$ گروپ سے H^+ ایان حاصل کیئے جاتے ہیں۔

ان دونوں صورتوں کے ساتھ ایک اور صورت بھی ہوسکتی ہے وہ یہ کہ محلول کا pH درمیانی سطح پر ہو جس سے مثبت چارج اور منفی چارج دونوں برابر ہوجاتے ہیں اور امینو ایسڈ میں کوئی چارج نہیں ہوتا یا یہ Uncharged or neutral ہوجاتا ہے۔ اس نقط کو Isoelectric point کہا جاتا ہے۔

10.4 نیوکلک ایسڈس (Nucleic acids)

نیوکلک ایسڈس دو طرح کے ہوتے ہیں یعنی ڈی این اے (DNA)(Deoxy ribose nucleic acid) اور آر این اے RNA(Ribose Nucleic Acid)۔

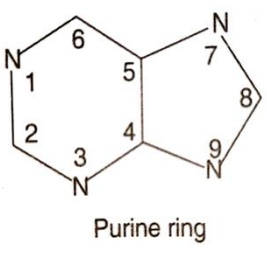
(i)۔DNA: ڈی این اے تمام موروثی خصوصیات کی بنیاد ہے اور یہ مرکزہ کے کروماٹن Chromatin میں ہوتے ہیں۔ جہاں یہ

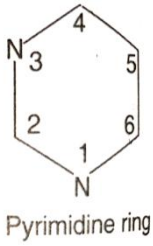
Histones نامی پروٹین سے جڑے ہوتے ہیں۔ بعض DNA مائیٹو کانڈریا (Mitochondria)اور کلوروپلاسٹ (Chloroplast)میں بھی پائے جاتے ہیں۔

(ii)۔ RNA: آر این اے پودوں میں پروٹین کے بننے میں اہم ہوتے ہیں اور یہ مرکزہ کے nucleolus، ribosomes اور cytoplasm میں ہوتے ہیں۔ ان کے علاوہ یہ مائیٹو کانڈریا اور کلوروپلاسٹ میں بھی پائے جاتے ہیں۔ پودوں کے تمام وائیرس میں RNA ہوتا ہے۔

نیوکلک ایسڈ کی ساخت اور اجزاء (Structure of Nucleic Acid and Contents)

نیوکلک ایسڈس بغیر کسی شاخ کے لامبے نیوکلیو ٹائیڈس (Nucleotides) کے پالی مر (Polymers) ہیں۔ ہر ایک نیوکلیوئیڈ میں تین حصے ہوتے ہیں۔





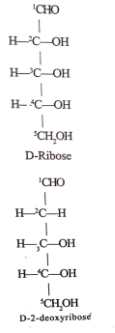
(i)۔ ایک پیورائین یا پائیر میڈائن (A purine or pyrimidine base)

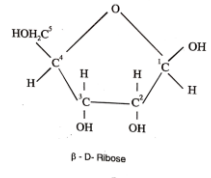
(ii)۔ ایک آلڈوپینٹوس شکر (An aldopentose sugar)

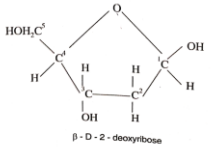
(iii)۔ آرتھوفاسفورک ایسڈ (H_3PO_4) (Orth phosphoric acid)

نیوکلک ایسڈ میں پائے جانے والے مختلف Purines اور Pyrimidines حسب ذیل ہیں۔

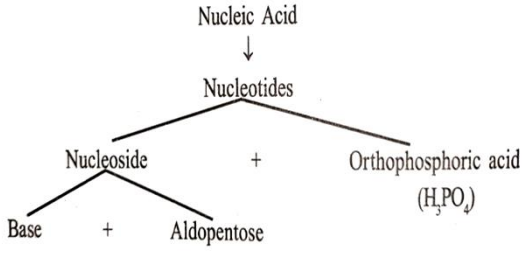
آلڈوپینٹوس شوگر βD-ribose یا βD-2-deoxyribose ہوتا ہے۔







ایک Base اور پنٹوس شوگر کے مجموعہ کو نیوکلیو سائیڈ (Nucleoside) کہتے ہیں۔ اگر نیوکلیو سائیڈ میں ایک کاربن جوہر H_3PO_4 سے فاسفوریلیشن Phosphorylation پاتا ہے۔ تو اسے نیوکلیوٹائیڈ Nucleotide کہا جاتا ہے۔

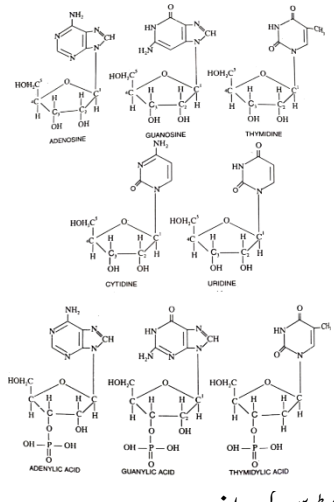


نیوکلک ایسڈ کے اجزاء(Contents in Nucleic Acid): مختلف Bases کے نیوکلیو سائیڈ اور نیوکلیوٹائیڈس حسب ذیل ہیں۔

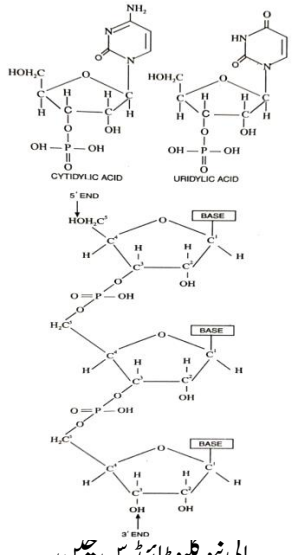
Base	Nucleoside	Nucleotide
Adenine	Adenosine	Adenylic acid
Guanine	Guanosine	Guanylic acid
Thymine	Thymidine	Thymidylic acid
Cytosine	Cytidine	Cytidylic acid
Uracil	Uridine	Uridylic acid

نیوکلیوٹائیڈس آپس میں Phosphorus di ester links, 5`, 3` سے جڑتے ہوتے ہیں جو پنٹوس شوگر کے 3 اور 5 کاربن کے درمیان ہوتے ہیں جس سے لامبے Long polynucleotide chains بنتے ہیں جو نیوکلک ایسڈ بناتے ہیں۔

Polynucleotide chain کا آخری حصہ جہاں پر شوگر کا تیسرا کاربن جوہر (3^{rd} C atom) آزادانہ حالت میں ہوتا ہے۔ 3` terminal end کہلاتا ہے۔ دوسرا سرا جہاں پانچواں کاربن کا جوہر ($5^{th}$ c Atom) آزادانہ حالت میں ہوتا ہے 5` terminal end کہلاتا ہے۔



نیوکلیوٹائیڈس کی ساخت



پالی نیوکلیوٹائیڈس چین

10.4.1 ڈی این اے (Deoxyribose Nucleic Acid - DNA)

واٹسن اور کرک (Watson and Crick – 1953) نے DNA کا ماڈل تجویز کیا جو سبھوں نے تسلیم کیا۔ اس ماڈل کے مطابق DNA دولڑی (Double helix) ساختہ ہوتا ہے۔ یہ لڑیاں ایک مرکزی محور کے اطراف بل کھاتی ہوئی ترتیب میں ہوتی ہیں۔ دولامبے (Polynucleotide chains) ایک دوسرے کے ساتھ بل کھاتے ہوئے ایک محور کے اطراف ایک دوسرے کی مخالف سمت میں لپٹے ہوئے ہیں۔

ہر ایک Polynucleotide chains میں کئی ہزار نیوکلیوٹائیڈ اکائیاں ہوتی ہیں۔ DNA کے لڑیوں کو سہارا دینے والی ساخت (Back bone) Deoxyribose phosphates پر مشتمل ہوتی ہے اندرونی طرف Bases ہوتے ہیں۔

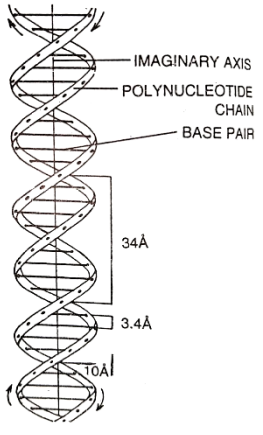
ایک Polynucleotides chain میں پائے جانے والے Bases دوسرے Chain سے میل کھاتے ہیں اور ہائیڈروجن بانڈس کے ذریعے آپس میں جڑتے ہوتے ہیں Base pairing کی بہت تخصیص ہوتی ہے۔

اور یہ Adenine and Thymine دوہرے بندے بندھے ہوئے ہوتے ہیں A=T

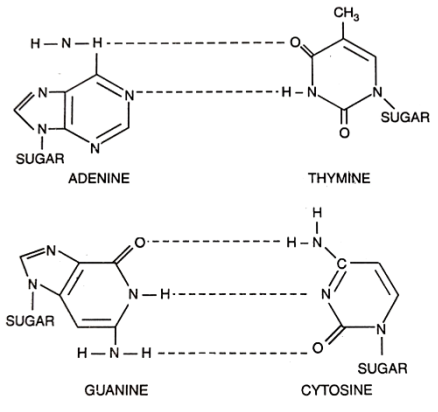
Guanine and Cytosine تہیرے بندے بندھے ہوتے ہیں G=C

کی جوڑی میں ہوتے ہیں۔ Purine اور Pyrimidine bases 1:1 کے تناسب میں ہوتے ہیں۔

پالی پیپٹائیڈ چین میں دو Base pairs کا درمیانی فاصلہ 3.4AO ہوتا ہے اور پالی پیپٹائیڈ Chain کا ہر ایک بل (Turn) دس Base pairs کے بعد ہوتا ہے۔ محور (Axis) اور شوفاسفیٹ کا درمیانی فاصلہ 10A ہوتا ہے۔ لڑیون کا بل کھانا (Coiling) داہنے ہاتھ کی طرف ہوتا ہے۔



شکل 10.4.1: واٹسن۔ کرک کا DNA ماڈل



شکل 10.4.1.A: پیورائین اور پائیری میڈ آئین کا ہائیڈروجن بانڈس کے ذریعے آپس میں جڑنا

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

زیڈ۔ڈی این اے (Z-DNA)

حالیہ عرصہ میں DNA کی ایک اور شکل مصنوعی طور پر بنائی گئی ہے جس میں (Coiling) بائیں ہاتھ کی طرف ہوتی ہے اور DNA کو سہارا دینے والی (Phosphate backbone) ایک Zig-zag شکل میں ہوتی ہے۔ ایسی مناسبت سے اس DNA کو Z-DNA کہا جاتا ہے۔ Z-DNA کی چند خصوصیات حسب ذیل ہیں۔

1۔ پالی نیوکلیوٹائیڈ Chains کا بل (Turn) بارہ Base pairs کے بعد ہوتا ہے۔ اور یہ فاصلہ 45A ہوتا ہے۔

2۔ دو Base pairs کا درمیانی فاصلہ 3.7A ہوتا ہے۔

3۔ محور اور فاسفیٹ شوگر کا درمیانی فاصلہ 9A ہوتا ہے۔

4۔ متوازی Deoxy-ribose شوگر کی اکائیاں پالی نیوکلیوٹائیڈ Chain معکوس رخ (Inverse orientation) میں ہوتی ہیں۔

10.4.2 آر این اے (Ribose Nucleic Acid – RNA)

RNA ایک ہی لڑی (Strand) پر مشتمل ہوتا ہے یعنی اس میں صرف ایک ہی Polynucleotide chain ہوتا ہے۔ تاہم بعض اوقات ایسا ہوتا ہے کہ مقابل Bases ایک دوسرے سے بہت قریب آجاتے ہیں ان میں ہائیڈروجن بانڈ قائم ہوتے ہیں جس سے یہ ایک پیچدار DNA کی طرح ساخت میں لگتے ہیں۔

RNA میں حسب ذیل Bases ہوتے ہیں۔

Adenine and Uracil

Guanine and Cytosine

یہاں پر Purine اور Pyrimidine کا تناسب 1:1

پنٹوس شوگر D-Ribose-...ہوتی ہے۔

DNA کے سالمہ کے مقابلہ میں RNA کا سالمہ بہت چھوٹا ہوتا ہے۔

پودوں کے خلیوں میں RNA تین مختلف طرح کے ہوتے ہیں َ

1۔Messenger RNA (m-RNA)

m-RNA کا سالماتی وزن نباتاتی خلیوں میں پائے جانے والے دوسرے RNA سے زیادہ ہوتا ہے۔ یہ پانچ تا 10 لاکھ ہوتا ہے۔ یہ جملہ RNA کا 5 تا 10 فی صد حصہ ہوتے ہیں َ

m-RNA نیکلیوس (Nucleolus) میں بنتے ہیں۔ یہ DNA سے ضروری ہدایات لے کر سائیٹوپلازم میں جاتے ہیں اور مخصوص پروٹین کی تیاری میں مدد دیتے ہیں۔ یہ مختصر عرصہ والے ہوتے ہیں۔

m-RNA میں پائے جانے والے Nucleotides کے Bases ایک Codon بناتے ہیں۔ DNA سے حاصل کردہ تمام تر جینیاتی ہدایات اسی Codon میں محفوظ رہتی ہے۔

2۔Ribosomal RNA (r-RNA)

r-RNA رئیبوزوم میں ہوتے ہیں اور یہ پروٹین کی t-RNA کلور Clover کے پتوں کی شکل میں لپٹے ہوتے ہیں۔ ان کے تین اہم بل (Loops) میں (i)۔Anticodon loop، (ii)۔Amino acylsynthetase binding loop، اور (iii)۔Ribosomal binding loop ہیں۔

Anticodon Loop میں سات Bases ہوتے ہیں۔ اس کے آزاد سرے پر تین غیر جوڑی دار Bases سے Anticodon ہوتا ہے جو m-RNA کے Codon سے میل کھاتا ہوا ہوتا ہے۔

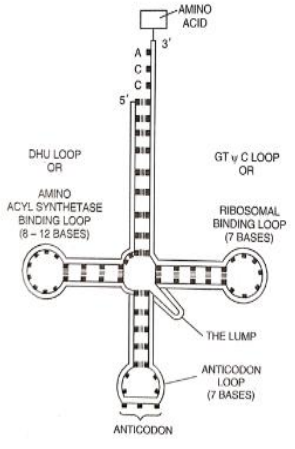
Aminoacyl synthetase binding loop میں 8 تا 12 Bases ہوتے ہیں۔ اس Loop میں Dihydrouridines کی موجودگی کے باعث اس کو DUH Loop بھی کہا جاتا ہے۔

Ribosomal binding loop میں سات Bases ہوتے ہیں۔ اس میں GTΨC ترتیب ہوتی ہے چنانچہ اس کو GTΨ C Loop بھی کہا جاتا ہے۔ t-RNA کے مختلف سالمات ہوتے ہیں جن کے ساتھ مخصوص Anticodon ہوتے ہیں جو مخصوص امینو ایسڈ کو ہی لیتے ہیں۔ تاہم بہت سے t-RNA کوئی ایک امینو ایسڈ کیلئے مختص ہوتے ہیں یا پھر ایک t-RNA کئی امینو ایسڈ کے لئے مختص ہوتے ہیں۔ تیاری کے لیے ایک سانچہ Template کی طرح کام کرتے ہیں۔ خلیوں میں موجود RNA کا 80 فیصد حصہ r-RNA پر مشتمل ہوتا ہے۔

3۔Transfer or Soluble RNA (t-RNA or S-RNA)

یہ RNA نسبتاً بہت ہی چھوٹے ہوتے ہیں اور ان کا سالماتی وزن 25000 ہوتا ہے۔ t-RNA کے سالمات کی ساخت کلوور (Clover) کے پتوں کی مانند ہوتی ہے۔

t-RNA سائٹوپلازم میں ہوتے ہیں اور ان میں کوئی 80 bases ہوتے ہیں یہ کل خلوی RNA کا کوئی دس تا پندرہ فی صد ہوتے ہیں۔ t-RNA میں کئی دوسرے قسم کے Bases اور Nucleotides بھی ہوتے ہیں جن میں Pseudo uridine، dihydrouridine (DHU) اور Inosine وغیرہ شامل ہیں۔ تمام t-RNA سالمات میں `5 سرے پر Guanine ہوتا ہے تیسرا سرا (3` end) ہمیشہ Cytosine-Cytosine-Adenine (CCA) پر ختم ہوتا ہے۔ پروٹین کی تیاری کی دوران اسی سرے پر پر امینو ایسڈ لیے جاتے ہیں جو یہاں سے پالی پیپٹائیڈ چین کو منستقل ہوتے ہیں۔ اسی مناسبت سے ان RNA کو Transfer RNA یا t-RNA کہا جاتا ہے۔ ان RNA کو Soluble یا S-RNA بھی کہا جاتا ہے کیونکہ یہ IM NaCl میں حل پذیر ہیں۔



شکل 12.2.11: t-RNA کی ساخت (پتے کے نمونے پر)

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

10.4.3 ڈی این اے دوہرانیت (Replication of DNA)

پہلے سے موجود Parent DNA سے نئے DNA کے سالمات وجود میں آتے ہیں۔ اس طرح کے DNA بننے کے عمل کو Replication of DNA کہا جاتا ہے۔ اس عمل کا ایک بہت عام طریقہ Semiconservative method ہے جو حسب ذیل ہے۔

(i)۔ پہلے جو موجود DNA کے دو پالی نیوکلیوٹائیڈ Chain ہائیڈروجن بانڈس کے ٹوٹنے سے ایک دوسرے سے علیحدہ ہو جاتے ہیں۔

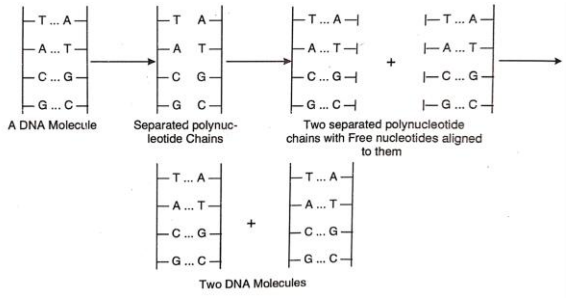
(ii)۔ اب خلیہ میں آزاد Nucleotide بنتے ہیں جو ان سے میل کھاتے ہوئے ہوتے ہیں جو علیحدہ شدہ Chains میں پہلے سے موجود ہیں۔

(iii)۔ اس کے بعد نئے پیدا شدہ آزاد Nucleotide آپس میں جڑ جاتے ہیں۔ اور دو نئے پالی نیوکلیوٹائیڈ (Polynucleotides chains) بناتے ہیں یہ نئے Chains علیحدہ شدہ Chains سے میل کھاتے ہیں۔

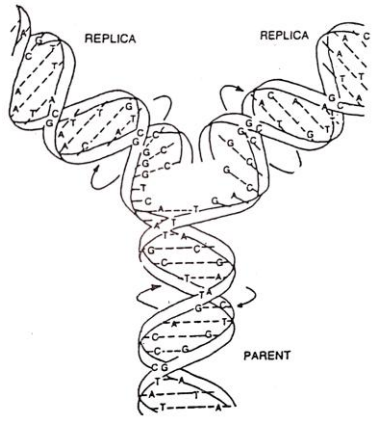
(iv)۔ اب نئے پالی نیوکلیوٹائیڈ چین پہلے سے موجود علیحدہ شدہ میل کھاتے ہوئے چین (Chains) سے ہائڈروجن بانڈس کے ذریعے مل کر نئے DNA کے سالمات بناتے ہیں۔

اس طرح ان DNA کے نئے سالمات میں ایک قدیم یعنی پہلے سے موجود پالی نیوکلیوٹائیڈ اور دوسرا نیا پالی نیوکلیوٹائیڈ Chain ہوتا ہے۔

DNA Replication



Semi Conservative method of the Replication of DNA molecule



شکل 10.4.3: DNA کا دوگنا ہونا (Replication of DNA)

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

10.4.4 جینٹک کوڈ(Genetic Code)

تمام جینیاتی ہدایات DNA میں محفوظ رہتی ہیں جس کی مدد سے جانداروں میں موروثی خصوصیات ظہور میں آتی ہیں۔

جینیاتی ہدایات(Genetic Information) DNA کی پالی نیوکلیوٹائیڈ چین میں نیوکلیوٹائیڈ کی خاص ترتیب میں پنہاں ہوتے ہیں۔اس جینیاتی ہدایات کا پہلا اور اہم قدم مخصوص پروٹین کا بننا ہوتے ہیں۔اس جینیاتی ہدایت کا پہلا اور اہم قدم مخصوص پروٹین کا بننا ہوتا ہے جس میں امینو ایسڈ کی ترتیب متعلقہ نیوکلیوٹائیڈس کے تابع ہوتی ہے۔DNA کے پالی نیوکلیوٹائید چین کے تین نیوکلیوٹائیڈس کی ترتیب کو Triplet Code کہا جاتا ہے۔

m-RNA میں تین نیوکلیوٹائیڈ کی ترتیب DNA میں موجود نیوکلیوٹائیڈ کی ترتیب سے میل کھاتی ہوئی ہوتی ہے اور اس کو (Codon) کوڈان کہا جاتا ہے۔اب الگ الگ امینو اسیڈ کیلئے الگ الگ Codon ہوتے ہیں۔امینو ایسڈ کسی ایک مخصوص پروٹین میں t-RNA کے ذریعے شامل ہوتے ہیں جن کے ساتھ مخصوص Anticodons ہوتے ہیں۔ Anticodon اور Codon ایک دوسرے سے میل کھاتے ہوئے ہوتے ہیں۔

بعض کوڈاں جیسے UAA، UAG اور UGA کسی بھی امینو ایسڈ کو منتخب کرنے کے قابل نہیں ہوتے ان کو Non-sense codon یا Chain termination codon یا Stop codon بھی کہا جاتا ہے۔

Genetic code کی چند ایک اہم خاصتیں درج ذیل ہیں۔

1۔ یہ 64 کوڈان پر مشتمل ہوتے ہیں۔ان میں سے 61 کوڈان ہی امینو ایسڈ کی تخصیص کر سکتے ہیں اور باقی 3 کوڈان Stop codon ہیں۔

2۔ کوڈان اپنی نوعیت میں بہت مخصوص ہوتے ہیں یعنی ایک کوڈان ایک خاص امینو ایسڈ سے متعلق ہوتا ہے۔

3۔ تمام جانداروں میں امینو ایسڈ کوڈان سوائے چند بیکٹیریا اور ایک خلوی Eukaryotes کو چھوڑ کر سب میں مشابہ ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر UUU صرف امینو ایسڈ Phenylalanine کے لیے مختص ہے خواہ وہ بیکٹیریا میں ہو یا انسانوں میں۔ان سبھی میں ایک ہی Genetic code ہوتا ہے۔

4۔ یہ بھی ہو سکتا ہے کہ ایک امینو ایسڈ کیلئے ایک سے زائد کوڈان مختص ہوں جیسے UUU, UUC = Phenyl alanine اسے Degenerate کہتے ہیں۔

5۔ کوڈان (Codons) میں کوئی درمیانی نیوکلیوٹائیڈس نہیں ہوتے یہ Comma less ہوتے ہیں۔

6۔ Codons کی ترتیب کے لحاظ سے اتنے ہی امینو ایسڈ ہوتے ہیں جتنے Codon ہوتے ہیں جیسے UUUCCC = Phenylalanine (UUU) + Proline (CCC)

7۔ Codon کا پہلا اور دوسرا حرف امینو ایسڈ کے پہنچاننے میں تیسرے حرف سے زیادہ اہم ہوتا ہے۔

جدول میں Codons کی ایک فہرست دی گئی ہے۔

FIRST LETTER	SECOND LETTER: U	SECOND LETTER: C	SECOND LETTER: A	SECOND LETTER: G	THIRD LETTER
U	UUU, UUC } Phe UUA, UUG } Leu	UCU, UCC, UCA, UCG } Ser	UAU, UAC } Tyr UAA** UAG**	UGU, UGC } Cys UGA** UGG Tryp	U C A G
C	CUU, CUC, CUA, CUG } Leu	CCU, CCC, CCA, CCG } Pro	CAU, CAC } His CAA, CAG } GluN	CGU, CGC, CGA, CGG } Arg	U C A G
A	AUU, AUC, AUA } Ileu AUG } Met	ACU, ACC, ACA, ACG } Thr	AAU, AAC } AspN AAA, AAG } Lys	AGU, AGC } Ser AGA, AGG } Arg	U C A G
G	GUU, GUC, GUA, GUG } Val	GCU, GCC, GCA, GCG } Ala	GAU, GAC } Asp GAA, GAG } Glu	GGU, GGC, GGA, GGG } Gly	U C A G

**Chain termination codons or non-sense codons.

(Note: Names of amino acids against the codons are given in abbreviated form).

جینیاتی کوڈ (بہ ایک نظر)

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

10.4.5 پودوں میں پروٹین کا بننا (Synthesis of Proteins in Plants)

پروٹین کی تیاری DNA کی ہدایات کے تحت ہوتی ہے۔اس عمل کے دو اہم مراحل ہیں :

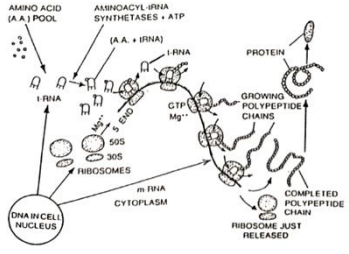
ٹرانسکرپشن (Transcription) ٹرانسلیشن (Translation)

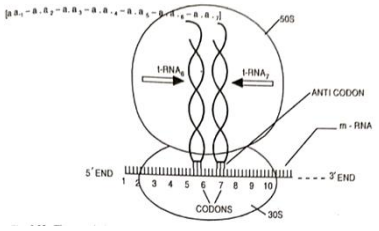
- Transcription :
  - DNA سے mRNA بنتا ہے (مرکزہ میں)
  - mRNA جینیاتی معلومات سائیٹوپلازم تک لے جاتا ہے۔
- Translation:
  - mRNA رائبوسوم سے جڑ کر template کا کام کرتا ہے
  - tRNA امینو ایسڈ لے کر آتا ہے
  - Codon (mRNA) اور Anticodon (tRNA) آپس میں جڑتے ہیں
  - توانائی کیلئے ATP, GTP اور Mg^{2+} درکار ہوتے ہیں

Initiation:

رائبوسوم کی ذیلی اکائیاں جڑتی ہیں۔ جس سے پہلا امینو ایسڈ (Methionine) شامل ہوتا ہے۔

طوالت (Elongation):امینوایسڈ ایک کے بعد ایک جڑتے ہیں۔ Peptide bonds بنتے ہیں اور پالی پیپٹائیڈ چین لمبی ہوتی جاتی ہے۔





شکل(a) 10.4.5 :پروٹین کی ساخت میں m-RNA کی ہدایت کی ترسیل شکل(b) 10.4.5 :پروٹین کے بننے کے مکمل عمل کی تشریح

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

اختتام(Termination): Stop codons (UAA, UAG, UGA) پر عمل ختم ہوتا ہے۔ تیار شدہ polypeptide chain آزاد ہو جاتی ہے۔

پالی پیپٹائیڈ بعد میں تبدیل ہو کر فعال پروٹین بنتی ہے۔اسی عمل کو مجموعی طور پر Protein Synthesis کہتے ہیں

10.5 اکتسابی نتائج(Learning Outcomes)

نائیٹروجن پودوں کی نشوونما کے لیے نہایت اہم عنصر ہے اور یہ پروٹین، امینوایسڈ اور نیوکلک ایسڈز (DNA, RNA) کا بنیادی جز ہے۔ پودے نائیٹروجن فضاء اور مٹی سے حاصل کرتے ہیں، جبکہ بعض پودے اسے کیڑوں سے بھی حاصل کرتے ہیں۔ فضائی نائیٹروجن کو قابل استعمال شکل (امونیا یا نائیٹریٹ) میں تبدیل کرنے کے عمل کو حیاتی نائیٹروجن تثبیت (Biological Nitrogen Fixation) کہتے ہیں، جو خاص بیکٹیریا انجام دیتے ہیں۔ پھلی دار پودوں کی جڑوں میں موجود Rhizobium بیکٹیریا اس عمل میں اہم کردار ادا کرتے ہیں اور پودوں کو نائیٹروجن فراہم کرتے ہیں۔ نائیٹروجن کے مرکبات امینوایسڈ اور پروٹین بنانے میں استعمال ہوتے ہیں، جبکہ DNA اور RNA موروثی معلومات کی منتقلی میں اہم ہوتے ہیں، اور پروٹین کی تیاری میں RNA کلیدی کردار ادا کرتا ہے۔

10.6 کلیدی الفاظ (Keywords)

نائیٹروجن میٹا بالزم، نائیٹروجن فگزیشن(Nitrogen fixation)، نائیٹروجن کے ذرائع، نائیٹروجن فگزیشن کے جاندار (Nitrogen fixation organisms)، رائیزوبیا(Rhizobia)، رائیزوبیا کی کارکردگی، جڑوں کی رسولیاں(root nodules)، نائیٹروجن فگزیشن، امینوایسڈس، امینوایسڈ کا بننا، نیوکلک ایسڈس، جینٹک کوڈ، پروٹین کا بننا، Protein Synthesis

10.7 نمونہ امتحانی سوالات(Model Examination Questions)

10.7.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات(Objective Answer Types Questions)

1۔ فضاء میں نائیٹروجن کی مقدار پائی جاتی ہے۔

100%۔(a)　　78x۔(b)　　20%۔(c)　　(d)۔کوئی بھی نہیں۔

2۔ یہ بیکٹیریا ہمباش(Symbiont)کی طرح پایا جاتا ہے۔

Rhizobium۔(a)　　E-Coli(b)　　Lacto bacillus۔(c)　　(d)۔کوئی بھی نہیں۔

3۔ ڈی۔این اے کی دوہری مرغولے دار ساخت کو دریافت کیا۔

Watson and Crick۔(a)　　Simser Nicolson۔(b)

Benzer۔(c)　　(d)۔کوئی بھی نہیں۔

4۔ فضائی نائیٹروجن کا حصول کا عمل یہ خامرے سے ہوتا ہے۔

Urease۔(a)　　Nitrogener۔(b)　　Cytedheenis۔(c)　　(d)۔کوئی بھی نہیں۔

5۔ پھلی دار پودوں کے جڑوں میں۔۔۔بیکٹیریا پایا جاتا ہے۔

6۔ ان ایروبک(Anaerobic)عضویئے۔۔۔۔۔۔اور۔۔۔۔۔۔۔۔۔ہے۔

7۔ پھلی دار پودوں کی جڑوں میں جو گٹھلیاں پائی جاتی ہیں۔اس میں۔۔۔۔۔۔رنگ کا لون پایا جاتا ہے۔

8۔ نائیٹریٹ ریڈکشن کسے کہتے ہیں؟

9۔ حیاتی نائیٹروجن کی تثبیت کی تعریف کیجئے۔

10۔ ٹرانس امینیشن کی تعریف کیجئے۔

10.7.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات(Short Answer Type Questions)

1۔ پودوں میں نائیٹریٹNitrateاور نائیٹرائیٹ(Nitrite)کی امونیا میں تبدیلی کس طرح عمل میں آتی ہے۔

2۔ پودوں میں فضائی نائیٹروجن کے حصول(Fixation)کا میکانیزم بیان کریں۔

3۔ Nitrogen fixationپر اثر انداز ہونے والے عوامل بیان کریں۔

4۔ رائیزوبیا کا جڑوں میں داخلہ کس طرح ہوتا ہے۔جڑوں کی رسولیوں میں پائے جانے والے لون کے بارے میں لکھیں۔

5۔ DNAکی ساخت معہ شکل بیان کریں۔

6۔ Zwitter ionکیا ہیں۔Iso electric pointکی وضاحت کریں۔

7۔ جینیٹک کوڈGenetic codeکی خصوصیات کیا ہیں۔

10.7.3 طویل جوابات کے حامل سوالات(Long Answer Type Questions)

1۔ پروٹین کے بننے کے پہلے چار مراحل بیان کریں۔مساوات سے ظاہر کریں۔

2۔ Symbiotic organismکی بارے میں لکھیں۔

3۔ اعلیٰ پودوں میں نائیٹروجن کے تحویل پر لکھئے

4۔ پہلے سے موجود DNA سے نئے سالمات (Replication) کس طرح بنتے ہیں۔ شکل سے واضح کریں۔

5۔ ٹرانسفر آر این اے t-RNA پر تفصیلی روشنی ڈالیں۔

Key: 1.b 2.a 3.a 4.b 5. Rhizobium بیکٹیریا

(Leghemoglobin) لیگ ہیموگلوبن- (Pink) گلابی.7 (Cytosol) مائٹوکانڈریا اور سائٹوپلازم.6

8۔نائیٹریٹ ریڈکشن :نائیٹریٹ (NO_3^-) کو کم ہو کر نائٹرائٹ (NO_2^-) یا دیگر سادہ مرکبات میں تبدیل ہونے کا عمل۔

9۔حیاتی نائیٹروجن تثبیت :وہ عمل جس میں بیکٹیریا فضائی نائیٹروجن (N_2) کو قابل استعمال مرکبات (جیسے امونیا) میں تبدیل کرتے ہیں۔

10۔ٹرانس امینیشن :وہ عمل جس میں ایک امینو ایسڈ سے امینو گروپ دوسرے مرکب کو منتقل ہو کر نیا امینو ایسڈ بناتا ہے۔

اکائی 11: پودوں کی نمو کے ناظمین

(Plant Growth and Growth Regulators)

اکائی کے اجزاء

11.0		تمہید
11.1		مقاصد
11.2		نشونما
	11.2.1	نشونما کا عمل
	11.2.2	نشونما کی پیمائش
	11.2.3	نشوما کے ہارمونس
	11.2.4	آگزنس
	11.2.5	گبرلنس
	11.2.6	سائیٹوکائینن
	11.2.7	ایتھیلین
	11.2.8	آبسیسک ایسڈ
11.3		اکتسابی نتائج
11.4		کلیدی الفاظ
11.5		نمونہ امتحانی سوالات
	11.5.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
	11.5.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
	11.5.3	طویل جوابات کے حامل سوالات

11.0 تمہید (Introduction)

پودوں میں نشو نما ایک مستقل اور پیہم عمل ہے جس پر خود پودوں کی بقاء اور حیات کا دار و مدار ہے۔ نشو نما کے نتیجے میں جہاں پودوں میں خلوی تقسیم، خلوی وسعت ہوتی ہے وہیں پر پودے کے مختلف اعضاء کے بننے کا عمل ہوتا ہے۔ ان سارے مراحل کے ٹھیک طریقے پر انجام پانے کے لئے پودوں میں مختلف مرکبات ہوتے ہیں جنہیں نمو کے ناظمین (Growth Regulators) یا گروتھ ہارمونس (Growth Hormones) کا نام دیا جاتا ہے۔ یہ گروتھ ہارمونس پودوں کے مختلف نشو نما کے مراحل میں مدد دیتے ہیں بلکہ ایک طرح سے ان کو کنٹرول بھی کرتے ہیں۔ ان میں آگزنس (Auxins) گبرلنس (Gibberellins)، سائیٹوکائینن (Cytokinins)، ایتھلین (Ethylene) اور آبسیسک ایسڈ (ABA) شامل ہیں۔ یہ سبھی پودوں کے کلیدی نشو نما میں حصہ لیتے ہیں۔ یہ نہ ہوں تو نشو نما کے عمل میں توازن برقرار نہیں رہتا۔

11.1 مقاصد (Objectives)

اس اکائی کے مطالعہ کے بعد آپ:

☆ گروتھ ریگولیٹرس کی دریافت اور ان کے افعال کا جائزہ

☆ گروتھ ریگولیٹرس کی اقسام، اور ان کی پودوں میں اہمیت اور ان کے افعال کے بارے میں بیان کر سکیں گے۔

11.2 نشو نما (Growth)

پودوں میں نشو نما (Growth) ایک مسلسل عمل ہے۔ نشو نما سے مراد خلیوں کی تقسیم، خلیوں کی جسامت میں اضافہ اور ان کا مختلف اعضاء کی شکل اختیار کرنا ہے۔ یہ ایک مستقل اور ناقابل تنسیخ (Irreversible) عمل ہے جس سے پودوں کی جسامت اور اس کے خشک مادہ (Dry matter) میں اضافہ ہوتا ہے۔

پودوں میں نشو نما کا عمل اس کے مقسمی خلیوں میں ہوتا ہے (Meristematic cells) یہ خلیے تنوں اور جڑوں کے نوخیز یا آخری حصوں (Apices) میں ہوتے ہیں جبکہ اس کے دوسرے حصوں میں ثانوی میری اسٹم خلیے ہوتے ہیں جہاں پر نشو نما کے نتیجے میں پودوں کے وعائی بافتوں (Vascular tissues) میں اضافہ ہوتا ہے جس سے کارک خلیوں (Cork cells) کے حفاظتی پرتوں میں بڑھوتی ہوتی ہے۔

11.2.1 نشو نما کا عمل (Kinetics of Growth)

عام طور پر پودے موافق حالات میں جب انہیں مناسب طور پر ان کی درکار ضروریات میسر آتی ہیں پھلنے پھولنے لگتے ہیں۔ ابتداء میں ان کا بڑھنا آہستگی سے ہوتا ہے۔ اس مرحلہ کو لاگ فیز (Lag Phase) کہتے ہیں۔ اس کے بعد ان کا بڑھنا تیزی سے ہوتا ہے اس مرحلہ کو لوگ فیز (Log Phase) کہتے ہیں۔ اس کے بعد ان کا بڑھنا دھیما پڑ جاتا ہے اسے گھٹتی ہوئی نشو نما کی شرح والا زمانہ کہا جاتا ہے۔ اس کے

بعد نشونما کی شرح میں ایک طرح کا ٹھہراؤ آجاتا ہے۔ یہ مرحلہ (Steady state) کہلاتا ہے نشونما کے اس مرحلہ واری عمل کو ذیل کی شکل سے واضح کیا گیا ہے۔

11.2.2 نشونما کی پیائش (Measurement of Growth)

واحد خلوی جانداروں جیسے بیکٹیریا وغیرہ میں نشونما کی شرح کو خلیوں کی تعداد کی گنتی سے معلوم کیا جاسکتا ہے۔ ایک معینہ رقبہ میں خلیوں کی تعداد کو وقفہ، وقفہ سے گن کر یہ معلوم کیا جاسکتا ہے اس عرصہ میں نشونما کی شرح کیا رہی۔ بیکٹیریا کو کسی مناسب غذائی میڈیم (Nutrition medium) میں ایک معینہ مدت تک رکھ کر خلیوں کی گنتی کیجاتی ہے اور اس سے نشونما کی مطلق شرح Absolute Growth Rate (AGR) معلوم کی جاسکتی ہے۔

$$AGR=dn/dt$$

جہاں

dn=change in the cell number

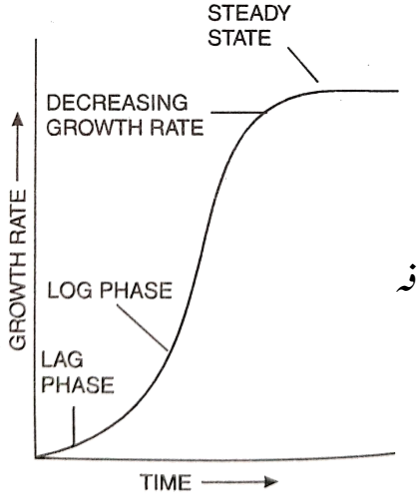
خلیوں کی تعداد میں تبدیلی

dt=time interval وقت

AGR کو میڈیم میں موجود بیکٹیریا کے خلیوں کی جملہ تعداد سے تقسیم کیا جائے تو اس سے اضافہ نشونما کی شرح کا پتہ چلتا ہے Relative Growth Rate (GFR)

$$RGR=AGR/n$$

n=میڈیم میں موجود بیکٹیریا کے جملہ خلیے



شکل 11.2.2: Sigmoid Curve

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

اعلیٰ پودوں میں نشونما کو تین طرح سے دیکھا جاتا ہے:

(1)۔ پودوں کی لامبائی یا گھیرے میں اضافہ سے

(2)۔ پودوں میں وزن میں اضافہ سے

(3)۔ پودوں میں حجم یا رقبہ میں اضافہ سے

متذکرہ بالا اضافہ نشونما کی شرح کو ظاہر کرتا ہے۔ پودوں میں ہونیوالے نمو کو ناپا بھی جاسکتا ہے جو سادہ پٹری (Scale) یا دوسرے آلات جیسے افقی مائیکرواسکوپ (Horizontal microscope) یا آکسانو میٹر (Auxanometer) کی مدد سے کیا جاسکتا ہے۔

11.2.3 گروتھ ریگولیٹرس(Plant Growth Regulators)

پودوں میں نشو نما کا عمل یوں ہی نہیں ہوتا یہ دراصل پودوں کے جسم میں موجود چند مخصوص مادوں کا مرہون منت ہوتا ہے۔ یہ مادے ہارمونس(Hormones)اور انہیبٹرس(Inhibitors) ہیں جنہیں مجموعی اعتبار سے فائیٹو ہارمونس (Phytoharmones) بھی کہا جاتا ہے۔ پنکس اور تھمان(Pincus and Thimann – 1948)کے مطابق پودوں کے ہارمونس قدرتی طور پر اعلیٰ پودوں میں بننے والے وہ نامیاتی مادے ہیں جو پودوں میں ان کی نشو نما اور دیگر افعال کو کنٹرول کرتے ہیں۔ اس کیلئے ان کی ایک قلیل مقدار ہی کافی ہوتی ہے۔

ان ہارمونس کو گروتھ ہارمونس(Growth Hormones) یا گروتھ ریگولیٹرس(Growth regulators) بھی کہا جاتا ہے۔

گروتھ ہارمونس حسب ذیل ہیں۔

1۔ آگزنس(Auxins)

2۔ گبرلنس(Gibberellins)

3۔ سائیٹوکائنن(Cytokinins)

4۔ ایتھیلین(Ethylene)

5۔ آبسیسک ایسڈ(Abscisic acid)

حالیہ عرصوں میں براسینواسٹرائیڈس(Brassino steroids) کو بھی گروتھ ہارمونس میں شامل کیا گیا ہے۔

11.2.4 آگزنس(Auxins)

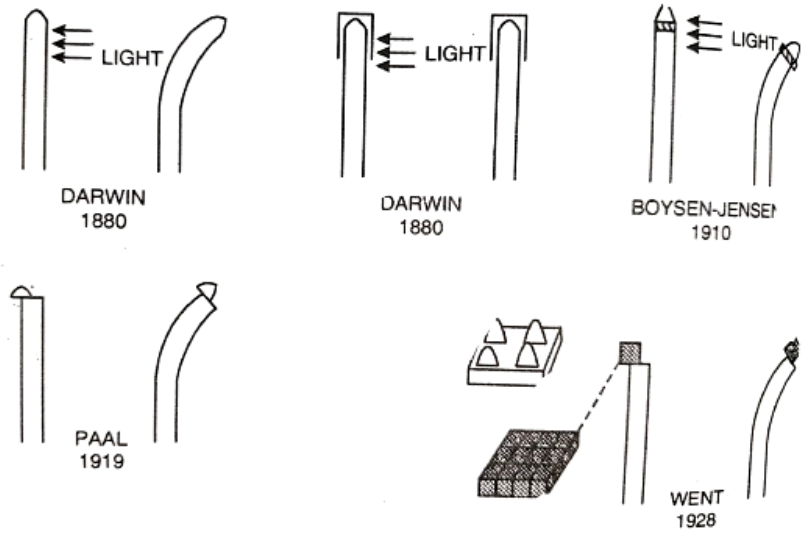
آگزنس کی دریافت :آگزن کی دریافت 19ویں صدی میں چارلس ڈارون(1880)کے دور میں ہی ہوگئی تھی جب وہ کیانری گھاس(Phalaris canariensis)پر تجربات کررہا تھا۔ چارلس ڈارون اور اس کے بیٹے فرانسس ڈآرون کے مشاہدہ میں یہ بات آئی کہ جب اس گھاس کے نوزائیدہ ننھے پودوں(Seedlings) کو روشنی میں رکھا گیا تو یہ ننھے پودے روشنی میں ایک سمت جھک رہے تھے۔ اس نے ان ننھے پودوں خولیپٹائل کے سروں(Tips) کو ڈھانک دیا یا پھر اسے کاٹ کر علیحدہ کردیا۔ اب اس نے دیکھا کہ وہ پودے اب روشنی کا سامنا ہونے پر بھی کسی طرف نہیں جھک رہے تھے۔ اس سے اس نے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ کولیپٹائل کے سروں(Tips) میں کوئی ایسا مادہ ہے جو اس کو جھکا رہا ہے۔ اس نے مزید یہ کہا کہ یہ کوئی محرک مادہ(Stimulus) ہے جو اوپر سے نیچے کی طرف منتقل ہوتا ہے اور اسی کے سبب ننھے پودوں میں ایک طرف جھکاؤ پیدا ہورہا ہے۔ ان سارے مشاہدات کو اس نے اپنی مشہور کتاب Powers of Moments in Plants – 1980 میں قلم بند کیا۔

بہت سالوں بعد بائیسن، جنسن(Boysen – Jensen – 1910) نے بھی اسی طرح کے تجربات کیلئے۔ اس کے تجربات

سے یہ بات سامنے آئی کہ جس شئے کو ڈارون نے ایک اسٹوملس (Stimulus) سے تعبیر کیا تھا وہ در حقیقت ایک مادہ ہے جو نشو نما کو کنٹرول کرتا ہے۔

پال (Paal – 1919) نے دیکھا کہ اگر کولیپٹائل کے سروں کو کاٹ کر علیحدہ کیا جائے اور اس طرح حاصل ہونے والے سروں کے ٹکڑوں کو پھر سے کولیپٹائل پر رکھا جائے تو یہ اندھیرے میں بھی ایک طرف جھک جاتے ہیں۔ اس سے پال نے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ ان سروں (Tips) میں ایک طرح کا مادہ ہوتا ہے جو اس سے نیچے والے حصوں میں نشو نما کو فروغ دیتا ہے۔ پال نے یہ بھی دیکھا کہ کٹے ہوئے ٹکڑے جس طرح رکھے گئے تھے جھکاؤ اس کی مخالفت سمت میں ہو رہا تھا اس سے یہ بھی معلوم ہوا کہ نشو نما کو فروغ دینے والے مادے کا عمل کسی ترتیب (Symmetry) کا پابند نہیں ہوتا۔

ایف ڈبلیو ونٹ (F.W. Went, 1929, 1928) نے کامیابی کے ساتھ اوٹس (Avena sativa) کے پودوں سے نشو نما کو فروغ دینے والے مادہ یا بالفاظ گروتھ ہارمون کو الگ کیا۔ اس نے اوٹس کے پودوں میں ان کے کولیپٹائل کے سروں کو کاٹا اور ان کٹے ہوئے سروں کو اگار Agar کے بلاکس (Blocks) پر رکھا۔ کچھ دیر بعد ان بلاکس کو بغیر کسی خاص ترتیب کے ان کولیپٹائل کے کٹے ہوئے حصوں (Cut ends) پر رکھا۔ اس نے دیکھا کہ کبھی کولیپٹائل اندھیرے میں بھی ایک طرف کو جھک گئے۔ اگار کے ٹکڑوں میں بھی وہی اثر دیکھائی دیا جو کولیپٹائل کے کٹے ہوئے سروں میں تھا۔ وینٹ نے نشو نما کو فروغ دینے والے اس مادہ کو آگزن (Auxin) کا نام دیا۔



شکل 11.2.5: آگزنس کی دریافت کے مرحلے

Diagrammatic Summary of the Major steps in discovery of the auxins

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

پودوں میں آگزنس کے افعال

1۔ خلیوں کی جسامت میں اضافہ: آگزنس کا بنیادی کام تنے کے خلیوں کی جسامت کو بڑھانا ہے۔ اس سے تنے کے طول میں اضافہ ہوتا ہے۔ آگزنس کے اس طرح کے فعل کیلئے مختلف ذیلی عوامل کو ذمہ داری مانا گیا ہے جیسے:

(a)۔ خلیوں میں آسماٹک سلیوٹس (Osmotic Solutes) میں اضافہ۔

(b)۔ خلیوں کے دیواروں کے دباؤ(Wall pressure)میں کمی

(c)۔ خلوی دیواروں کا پانی کیلئے زیادہ نفوذ پذیر(Permeable)ہونا

(d)۔ ڈی این اے پر مبنی نئے آر این اے m-RNA کا بننا اور اس کے ساتھ خاص قسم کے اینزائمی پروٹین کا بننا۔ اس سے خلیوں کی لچکداری اور وسعت میں اضافہ ہوتا ہے۔ خلیوں کی جسامت بڑھ جاتی ہے۔

2۔ راسی غلبہ(Apical Dominance)

بہت سے پودوں میں دیکھا جاتا ہے کہ اگر اس کی سب سے آخری یعنی چوٹی پر واقع کلیاں(Terminal buds)نمو پا رہی ہوتی ہوں تو اس کے جانبی طرف کی کلیاں(Lateral buds)نمو نہیں پاتیں۔ اب اگر آخری کلیوں کو کاٹ دیا جائے تو جانبی کلیاں تیزی سے نمو پانے لگتی ہیں۔ پودوں میں اس مظہر کو جس میں چوٹی کی راسی غلبہ دیکھائی پڑتا ہے اور جانبی کلیوں کی نشو نما رک جاتی ہے ایپیکل ڈامننس(Apical dominance)کہا جاتا ہے۔ اس طرح کا عمل آگزنس کیوجہ سے ہوتا ہے تاہم آگزنس راست طور پر فعل انجام نہیں دیتے بلکہ دوسرے گروتھ ہارمونس جیسے سائیٹوکائنن(Cytokinin)اور آبسیسک ایسڈ اے بی اے(Abscisic acid – ABA)کی اعانت سے یہ فعل انجام دیتے ہیں۔

3۔ جڑوں کی شروعات(Root initiation):

آگزنس جب زیادہ مقدار میں موجود ہوں تو اس سے جڑوں کی لامبائی میں کوئی اضافہ نہیں ہونے پاتا البتہ جانبی جڑوں(Lateral roots)کی تعداد میں قابل لحاظ اضافہ ہوتا ہے۔

4۔ سن رسیدگی سے بچاؤ(Prevention of Abscission)

آگزنس پتوں اور پھلوں میں سن رسیدگی جلدی ہونے نہیں دیتے۔

5۔ پارتھینوکارپی(Parthenocarpy):

بعض پودوں میں زیرگی(Pollination)اور باروری(Fertilization)کے واقع ہوئے بغیر ہی پھل بن جاتے ہیں۔ اس طرح کے پھل بننے کے عمل کو پارتھینوکارپی کہتے ہیں۔ آگزنس پودوں میں اس طرح کے عمل کو فروغ دیتے ہیں۔ اس عمل میں دراصل بیضہ دانوں(Ovaries)میں آگزنس کی مقدار معمول سے بہت زیادہ ہوتی ہے۔

(b)۔ ریپیشن(Respiration):

پودوں میں سانس لینے(Respiration)کے عمل میں بھی آگزنس مددگار ہوتے ہیں۔

کیالس کا بننا(Callus Formation)

آگزنس کیالس(Callus)بننے میں بھی مدد دیتے ہیں۔ کیالس سے مراد خلیوں کا ایسا مجموعہ ہے جو ابھی مختلف اقسام کے خلیوں میں تمیز نہیں کیا جاسکتا ہے۔(Unidentified tissue)

Vascular differentiation عروق کا بننا:

آ گزنس پودوں میں عروقی بافتوں(Vascular tissues) کے بننے مین مدد دیتے ہیں۔ پودوں کے حصے جہاں آ گزنس پائے جاتے ہیں۔ آ گزنس پودوں میں ان کے مختلف حصوں میں بٹے ہوئے رہتے ہیں سبھی حصوں میں یہ یکساں مقدار میں نہیں پائے جاتے۔ ان کی سب سے زیادہ مقدار نمو پاتے ہوئے حصوں(Meristematic regions) میں ہوتی ہے۔ چنانچہ نمو پاتے ہوئے تنوں، جڑوں، پتوں اور کلیوں میں اس کی مقدار بہت زیادہ ہوتی ہے۔ پودوں میں آ گزنس کی مقدار کو دی گئی شکل سے واضح کیا جاسکتا ہے۔

ایک بیج پتیوں(Monocotyledons) کے ننھے پودوں میں آ گزنس کی سب سے زیادہ مقدار کولیپٹائل کے سرے (Tips) پر ہوتی ہے جو بتدریج نیچے کے حصوں میں کم ہونے لگتی ہے۔ اس کی سب سے کم مقدار جڑوں کے سروں پر ہوتی ہے۔

دو بیج پتیے پودوں(Dicotyledons) میں آ گزنس کی مقدار کی تقسیم قدرے پیچیدہ ہوتی ہے تاہم یہاں بھی اس کی زیادہ مقدار نمو پاتے ہوئے حصوں میں پائی جاتی ہے۔

11.2.5 گبرلنس(Gibberellins)

گبرلنس کی دریافت بھی کم و بیش اُسی وقت جب آ گزنس کی دریافت ہوئی تھی تاہم اس کی افادیت 1950ء کے بعد ہی اجاگر ہوئی۔

ایک جاپانی سائنس داں کروساوا(Kurosawa) نے اس بات کا پتہ لگانے کی کوشش کی کہ دھان کے ننھے پودوں (Seedlings) جب ایک طرح کے فنگس(Gibberella fujikuroi) سے متاثر ہوتے ہیں تو ان کی لامبائی میں اضافہ کیوں ہوتا ہے بعد ازاں یابوٹا نامی سائنس داں(Yabuta – 1935) نے اس مادہ کو جو لامبائی میں اضافہ کا باعث تھا پودوں سے الگ (Isolate) کیا اور اس کو گبرلن(Gibberellin) کا نام دیا اس کے بعد یابوٹا اور سمیکی(Sumiki – 1938) نے جبرلن کی مزید دو اقسام بیان کیں۔ جنہیں گبرلنس A اور گبرلنس B سے موسوم کیا گیا۔ بعد میں یہ پتہ چلا کہ یہ اقسام گبرلنس دراصل کی مختلف حالتوں یعنی فعال اور غیر فعال(Active and inactive) مادوں کا مجموعہ تھے الگ سے یہ کوئی دوسرے اقسام نہ تھے۔

گبرلنس کا افادیت کا بھرپور پتہ 1950ء کی دہائی مین ہو سکا جب میٹچل(Mitchell and – 1955) نے تجارتی طور پر گبرلنس کو پودوں سے حاصل کیا۔ اب تک گبرلنس کی زائید از 125 اقسام دریافت کی جاچکی ہیں۔

گبرلنس کے افعال(Functions of Gibberellins)

1۔ بیجوں کی تنبیت(Seed Germination): گبرلنس بیجوں کی تنبیت میں مدد دیتے ہیں۔

2۔ خفتگی کو دور کرنا(Breaking Bud Dormancy): کلیوں(Buds) میں ایک طرح کی خفتگی(Dormancy) ہوتی ہے یعنی ایک موسم میں بنی ہوئی کلیوں میں دوسرے موسم کے آنے تک نشو نما نہیں ہوتی۔ اس دوران یہ کلیات باحیات تو رہتی ہیں لیکن ان میں نشو نما نہیں ہوتی۔ اس عرصہ کو خفتگی کا زمانہ(Dormancy period) کہتے ہیں۔ مثال کے طور پر آلو میں اس کی فصل حاصل

کرنے کے فوری بعد اس کے ٹیوبرس(Tubers) کو جس میں آنکھ یا کلیاں ہوتی ہیں تخم ریزی(Sowing) کیلئے استعمال نہیں کیا جاسکتا کیونکہ ان میں تنبیت(Sprouting) نہیں ہوتی۔ تاہم گبرلنس کے استعمال سے ان کی اس خفتگی(Dormancy) کو دور کیا جاسکتا ہے اور انہیں تخم ریزی کیلئے استعمال کیا جاسکتا ہے۔

3۔ جڑوں کی نشونما(Root Growth): گبرلنس جڑوں کی نشونما پر کم یا بالکلیہ اثر انداز نہیں ہوتے۔ بلکہ ان کا ارتکاز زائد ہو تو گبرلنس جڑوں کی نشونما کو روک دیتے ہیں۔

4۔ انٹرنوڈ کی لامبائی(Elongation of Internodes): پودوں میں گبرلنس کا سب سے واضح اثر تنوں کے گانٹھوں کے درمیانی فاصلہ(Internodal distance) کو بڑھانا ہے۔ یہاں تک کہ بعض پست قامت (Dwarf) پودوں جیسے مٹر(Pea) وغیرہ میں جو اپنی جینیاتی ترکیب کی مطابقت میں پست ہوتے ہی۔(Genetic dwarfism) گبرلنس کے استعمال سے ان کی پست قامتی کو دور کیا جاسکتا ہے۔ یہاں یہ بات قابل ذکر ہے کہ دراصل ان پست قامت پودوں میں گبرلنس پیدا کرنے والے جین(Genes) موجود نہیں ہوتے جس کی بناء پر ان میں گبرلنس بن ہی نہیں پاتے۔ جب بیرونی طور پر انکو گبرلنس دی جاتی ہیں تو یہ گبرلنس کی کمی کو دور کرتے ہوئے ان کو پست قامتی سے بھی بچاتے ہیں۔

پھولوں کا لگنا(Induction of Flowering):

بہت سے پودوں میں ان کا ابتدائی نشونما کا دور بہت تیز ہوتا ہے۔ ان کے تنے یا ڈالیاں بخوبی لامبے سے ہو جاتے ہیں لیکن ان سروں پر پھول نہیں لگ جاتے۔ ان سروں پر ایک طرح کی کلی نماساخت(Flowering Primordia) بن کر رہ جاتی ہے۔ ان پودوں میں اگر گبرلنس استعمال کئے جائیں تو پھر ان میں پھول بننے لگتے ہیں۔ پودوں میں عام طور پر دو اقسام ہوتی ہیں ایک قسم تو مختصر مدتی دن کے پودے(Short day plants) اور دوسرے طویل مدتی دن والے پودے(Long day plants)۔ ان دونوں میں ان کی روشنی کی ضرورت کے اعتبار سے فرق ہوتا ہے۔ بالفاظ دیگر ان کیلئے دن کی مدت(Day length) الگ الگ درکار ہوتی ہے تب کہیں جاکر ان میں پھول لگتے ہیں۔ تاہم گبرلنس کے استعمال سے دن کی مدت کی جو پابندی ہے اسے دور کیا جاسکتا ہے اور طویل مدتی دن والے پودے بھی مختصر مدتی دن والے پودوں کی طرح پھول دے سکتی ہیں۔

پارتھینوکارپی(Parthenocarpy)

گبرلنس کے استعمال سے پارتھینوکارپی سے یعنی بغیر کسی زیرگی(Pollination) اور باروری(Fertilization) کے عمل کے پودوں میں پھلوں کے بننے کو فروغ دیا جاسکتا ہے۔ اس طرح بغیر بیج کے بڑے سائیز کے انگور اور ٹماٹر وغیرہ کی پیداوار کی جاسکتی ہے۔

نئے اینزائمس کا بننا(De novo synthesis of enzymes):

گبرلنس کا ایک اہم کام یہ بھی ہے کہ یہ نئے اینزائم کے بننے میں مدد دیتے ہیں چنانچہ یہ اجناس(Cereal grains)کے بیجوں میں ان کی تنبیت(Germination)کے دوران الیورون پرت میں امائیلیز نامی اینزائم(Amylase)بناتے ہیں۔ یہ اینزائم اسٹارچ یعنی شائستہ کو سادہ شکر میں تبدیل کرتا ہے جو نمو پاتے ہوئے جنین کیلئے توانائی کا ذریعہ ثابت ہوتا ہے۔

پودوں کے حصے جہاں گبرلنس موجود ہوتے ہیں:

گبرلنس پودوں میں ان کے سبھی حصوں جیسے جڑوں، تنوں، پتوں پھولوں اور بیجوں میں پائے جاتے ہیں۔ گبرلنس پلاسٹڈس(Plastids)میں بھی ہوتے ہیں عام طور پر پودوں کے تولیدی اعضاء حصوں میں نباتاتی حصوں کے بہ نسبت گبرلنس کی مقدار زیادہ ہوتی ہے۔

11.2.6 سائیٹوکائنٹنس(Cytokinetins)

سائٹوکائیٹنس کی دریافت کس سہر املر(Miller et al – 1955)اور اس کے ساتھیوں کے سر ہے۔

کانیٹن یا سائٹوکائینٹن کی چند عام طور پر پائی جانے والی قسمیں درج ذیل ہیں۔

1۔ زیاٹن(Zeatin): یہ اعلیٰ پودوں اور چند بیکٹیریا میں ہوتے یس۔

2۔ ڈائی ہائیڈروزیاٹن(Dihydrozeatin)۔

3۔ این سکس آئیسوپنٹائیل آدینینN_6-(Δ^2 – Isopentenly)adenine

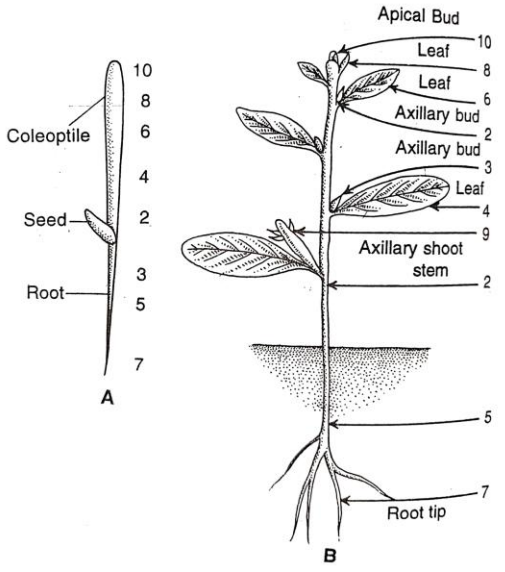
سائیٹوکائینٹن کے افعال(Functions of Cytokinin)

1۔ خلوی تقسیم(Cell Division)

سائیٹوکائینٹن کا سب سے اہم کام خلوی تقسیم کی انجام دہی ہے۔ یہ آگزنس کی مدد سے خلیوں کو تقسیم پر آمادہ کرتا ہے۔ یہ عمل خاص طور پر گاجر کے جڑوں کے خلیوں اور سویابین کے بیج پتیوں میں دیکھا جاسکتا ہے۔

2۔ خلیوں کی جسامت میں اضافہ(Cell elongation)

آگزنس اور گبرلنس کی طرح سائیٹوکائینٹن بھی خلیوں کی جسامت میں بڑھوتی لاتے ہیں۔ اس طرح کا عمل کدو کے بیج پتیوں اور Phaseolus vulgaris کے پتوں میں میں واضح طور پر دیکھا جاسکتا ہے۔



شکل: پودوں کے حصوں میں آگزنس کا ارتکاز

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

کیامبیم کا بننا(Initiation of Interfascicular cambium)سائیٹوکائینن کا ایک اور اہم کام انٹر فاسیکلر کیامبیم کے بننے کی شروع کرتا ہے۔ یہ کیامبیم ویسکولر بنڈل کے درمیان ہوتا ہے اور بعد میں چل کر یہ ویسکولر کیامبیم بناتا ہے۔

عضویات کا بننا(Morphogenesis)

سائیٹوکائینٹن میں یہ صلاحیت ہوتی ہے کہ وہ خلیوں کے مادے یعنی کیالس(Callus)میں ایسی تبدیلیاں لا سکتے ہیں جن سے یہ خلیے مختلف عضویات کے شکل اختیار کر لیتے ہیں مثال کے طور پر تمباکو کے پودوں میں اس کے پت کیالس(Pith callus)میں سائیٹو کائنٹس اور آگزنس کے ارتکاز میں تبدیلی لاتے ہوئے اس سے بننے والے عضویات جیسے کلیوں(Buds)اور جڑوں کے بننے کے عمل میں تبدیلی لائی جاسکتی ہے۔ان کے ارتکاز کی کمی بیشی سے جڑوں یا کلیوں کے بننے کے عمل کو کنڑول کیا جاسکتا ہے۔

زیادہ آگزن	High Auxin	
	+	⟶ Roots
کم کائینٹن	Low Kinetin	جڑیں بنتی ہیں
کم آگزن	Low Auxin	
	+	⟶ Buds
زیادہ کائینٹن	High Kinetin	کلیاں بنتی ہیں

کائینٹن کے اس طرح عمل کرنے کو دیگر پودوں جیسے برائیوفائلم(Bryophyllum)اور بیگونیا(Begonia)وغیرہ میں بھی دیکھا جاسکتا ہے۔

راسی غلبہ کاتدارک(Counteraction of Apical Dominance):

راسی غلبہ کی صورت میں پودوں کی جانبی کلیوں(Lateral buds)میں نشونما نہیں ہوتی۔اس صورت حال سے نپٹنے کیلئے سائیٹوکائینٹنس کااستعمال کیاجاسکتاہے۔چنانچہ اس کا تجربہ جنگلی تمباکو کے پودوں میں کیا گیا جس میں اپیکل ڈامننس بہت زیادہ ہوتاہے۔ان پودوں میں سادہ کائیٹن کے استعمال سے جانبی کلیوں کی نشونما کو بحال کیا گیا اور ان کلیوں میں نشونما کی اس قدر بہتات ہوئی کہ پودے جھاڑیوں(Bushes)کی شکل اختیار کر گئے۔

بیجوں کی خفتگی کودور کرنا(Dormancy of Seeds)

بہت سے پودوں میں یوں ہوتاہے کہ فصل کی کٹوائی(Harvesting)کے بعد حاصل ہونے والے بیج فوری طور پر نمو پانے کی صلاحیت نہیں رکھتے بلکہ یہ ایک عرصہ تک خفتگی(Dormancy)کی حالت میں رہتے ہیں ۔ اس طرح کی حالت کو بیجوں کی خفتگی(Seed dormancy)کہاجاتاہے۔مختلف پودوں میں جہاں یہ حالت درپیش ہوتی ہے اس کی مدت مختلف ہوتی ہے۔جب تک یہ مدت پوری نہیں ہوتی بیجوں میں تنبیت(Germination)نہیں ہوتی۔ایک طرح سے کاشت کاری کے عمل میں یہ ایک رکاوٹ ہے کہ بیج بوئے جانے(Sowing)کے لائق نہیں ہوتے۔سائیٹوکائینٹن کے استعمال سے اس خفتگی کودور کیاجاسکتاہے اور بیجوں کو تخم ریزی کیلئے فوری استعمال کیاجاسکتاہے۔

سن رسیدگی میں تاخیر(Delay of Senescence)

پودوں میں عام طور پر سن رسیدگی(Senescence)کا عمل پودوں میں کلوروفل اور پروٹین کی مقدار کے گھٹنے کے نتیجے میں شروع ہونے لگتی ہے۔اس کی علامت یہ ہے کہ پتے پیلے پڑنے لگتے ہیں۔رچمنڈ اور لانگ(– Richmond and Long 1957)نے اپنے تجربات میں یہ بتایاکہ سائیٹوکائینٹس کے استعمال سے سن رسیدگی کے عمل کو موخر کیاجاسکتاہے۔سائیٹوکائینٹن کے اس عمل کوRichmond Long effectکے نام سے بھی جانا جاتاہے۔اس عمل کو توجہہ یوں کیجاتی ہے کہ سائیٹوکائینٹن کے استعمال سے پودوں کے ان حصوں میں جہاں یہ دی گئی ہیں غذائی اجزائ اور آگزنس کی فراہمی بڑھ جاتی ہے۔ان حصوں میں پروٹین کے بننے میں بھی اضافہ ہوتاہے۔ان عوامل کے نتیجے میں ان حصوں میں سن رسیدگی کا عمل ٹل جاتاہے یاموخر ہو جاتاہے۔

کلوروپلاسٹ کابننا(Promotion of Chloroplast development)

سائیٹوکائینٹنس سے کلوروپلاسٹ کے بننے میں مدد ہوتی ہے اس کیوجہ سے کلوروپلاسٹ زیادہ بننے لگتے ہیں جن سے پودوں میں کلوروفل کی مقدار میں اضافہ ہوتاہے اور اس سے فوٹو سینتھسس اینزائم بھی زیادہ بنتے ہیں۔

پودوں کے حصوں میں سائیٹوکائینن کی موجودگی:

آگزنس اور گبرلنس کے برخلاف سائیٹوکائنٹن پودوں کے مختلف حصوں میں پھیلے ہوئے نہیں رہتے۔ان کی زیادہ تر مقدار جڑوں میں رہتی ے جب پودے ابھی ابتدائی مرحلے(Seedling stage)میں ہوتے ہیں۔ان ننھے پودوں کی جڑوں پر سائیٹوکائینٹن بننے لگتے

ہیں۔ جڑوں سے یہ اوپری جانب یعنی تنے اور پتوں کو منتقل ہوتے ہیں۔ جڑوں اور تنوں میں بھی اس کا زیادہ تر ارکاز سروں (Tips) میں ہوتا ہے۔ سائیٹوکائیٹن کی منتقلی آگزنس اور گبرلنس کی طرح آزادانہ نہیں ہوتی۔ تجربات میں یہ دیکھا گیا ہے کہ سائیٹوکائینٹنس جب کسی خاص جگہ یا پتوں پر لگایا جائے تو یہ وہیں کے وہیں رہتے ہیں اس مقام سے دوسرے مقام کو منتقل نہیں ہوتی۔

11.2.7 ایتھیلین (Ethylene)

ایتھیلین کی دریافت ایتھیلین کو عرصہ دراز سے سائنس داں ایک ایسے کیمیکل کے طور پر جانتے ہیں جو پودوں کی نشو نما میں اہم حصہ لیتا ہے۔ ڈی میٹری (Dimitry N. Nelgubow – 1901) نے اس کے اثرات پر لیبارٹری میں کام کیا اور اس کی اہمیت کو اجاگر کیا۔ اس کے بعد دوسرے سائنس دانوں جیسے برگ اور تھمان (Burg and Thiman 1959, 60) نے بھی اس پر تجربات کیئے۔ بالآخر پراٹ اور گونچل (Pratt & Goeschal 1969) نے اس بات کو قطعیت کے ساتھ منوایا کہ ایتھیلین قدرتی طور پر پائے جانے والے ایک ہارمون ہے جو پودوں کی نشو نما پر اثرانداز ہوتا ہے۔

سہ رخی اثرات (Triple Response): پودوں میں ایتھیلین کے سہ رخی اثرات ہوتے ہیں جیسے

(a)۔ تنوں کی لامبائی پر روک لگانا

(b)۔ تنوں کے گھیرے (Radial swelling) میں اضافہ کرنا۔

(c)۔ تنوں میں افقی نشو نما (Horizontal growth) میں اضافہ کرنا۔ اس طرح کی نشو نما میں تنوں میں جانبی طور پر نشو نما ہوتی ہے۔ جس سے پودے افقی طور پر پھیلنے لگتے ہیں۔

اتفاقی جڑوں کی پیدائش (Formation of adventitious roots)

ایتھیلین پودوں میں اتفاقی جڑوں کی پیدائش کو بڑھا دیتی ہے۔

جڑوں کی نشو نما پر روک (Inhibition of Root Growth)

ایتھیلین جڑوں کو لمبا ہونے سے روکتی ہے۔

پتوں میں ایپناسٹی (Leaf epinasty)

پتے کی ڈنڈیوں (Petioles) کی اوپری سطح (Adaxial side) جب اس کی نچلی سطح (Abaxial side) سے زیادہ تیز رفتار سے بڑھنے لگتی ہے تو اس کے نتیجے میں پتے نیچے کی جانب مڑنے لگتے ہیں۔ اس طرح کے ہونے کو ایپناسٹی (Leaf epinasty) کہتے ہیں۔ ایتھیلین کی وجہ سے بہت سے پودوں جیسے ٹماٹر، آلو، مٹر اور سورج مکھی وغیرہ میں اس طرح کا عمل ہوتا ہے۔

ایتھیلین کے افعال (Function of Ethylene):

(1)۔ **پھلوں کا پکنا (Ripening of Fruits):** ایتھیلین کا ایک اہم کام پھلوں کو پکنے (Ripening) میں مدد دیتا ہے۔

چنانچہ اس کو پھلوں کو پکانے والے ہارمون کے نام سے بھی جانا جاتا ہے۔

ایسے پھل جو پکنے سے پہلے درختوں سے توڑ لئے جائیں اور ان پھلوں میں پکنے کی صلاحیت ہو تو اس قسم کے پھلوں کو کلائیمیٹرک پھل(Climacteric fruits) کہا جاتا ہے۔اس طرح توڑے گئے پھلوں کو جب ایتھیلین گیس دی جاتی ہے تو ان پھلوں ریسپریشن کا عمل تیز ہوتا ہے جس کے نتیجے میں مزید ایتھیلین بھی پیدا ہوتی ہے۔اور کچے پھل پک جاتے ہیں۔چنانچہ پھلوں کے پکانے میں ایتھیلین گیس مددگار ثابت ہوتی ہے۔ان پھلوں کے برعکس دوسرے پھل ایسے ہوتے ہیں جن کو اگر پکنے سے پہلے درختوں سے توڑ لیا جائے تو یہ پھل مزید پکنے کی صلاحیت نہیں رکھتے جس حالت میں یہ درختوں سے توڑے گئے تھے اسی حالت میں رہتے ہیں۔اس طرح کے پھلوں کو نان کلائمیکٹرک پھل(Non climacteric fruit) کہا جاتا ہے۔ان پھلوں پر Ethylene کا کوئی اثر نہیں ہوتا۔

پھولوں کا آنا(Flowering):

ایتھیلین پودوں میں پھولوں کے آنے(Flowering) میں رکاوٹ کا باعث ہوتی ہے تاہم چند پودوں سے جیسے انناس اور آم وغیرہ میں یہ پھولوں کے لگنے میں مددگار بھی ہوتی ہے۔اس کی اس صلاحیت کا عملی طور پر تجارتی بنیادوں پر استعمال کیا جارہا ہے۔چنانچہ اس کو انناس کی فصل میں پھولوں کے لگنے اور پھولوں کے بننے کے عمل میں ہم آہنگی۔

پودوں میں نر اور مادہ کا بننا(Sex expression):

عام طور پر پودوں میں ان کے پھول نر اور مادہ دونوں قسم کی ساختوں کو لیے ہوئے رہتے ہیں تاہم سبھی پودوں میں ایسا نہیں ہوتا ہے۔ بعض پودوں میں ایک ہی پودے پر نر اور مادہ کی پھولداری الگ الگ ہوتی ہے۔نر پھولوں کا ایک مجموعہ ہوتا ہے تو مادہ پھولوں کا مجموعہ الگ ہوتا ہے۔نر اور مادہ یکجا نہیں ہوتے اگر چیکہ دونوں ایک ہی پودے میں واقع ہوتے ہیں۔اس طرح کے پودے مانوشیس(Monoecious plants) کہلاتے ہیں۔ان صورتوں میں ایتھیلین مادہ پھولوں کے فروغ میں مددگار ہوتی ہے جن سے نر پھولوں کی بہ نسبت مادہ پھولوں کی پیدائش زیادہ ہوتی ہے جس سے آگے چل کر زیادہ بیج اور زیادہ فصل آتی ہے۔اس طرح ایتھیلین نر اور مادہ پھولوں کے بننے میں اثر انداز ہوتا ہے۔اس کی اچھی مثال ککربیٹسی خاندان(Cucurbitaceae family) کے پودوں میں بھی ملتی ہے جہاں مختلف انواع کے نر اور مادہ پھولداری کے نمونے ملتے ہیں۔

سن رسیدگی میں اضافہ (Senescence):ایتھیلین پودوں میں پتوں اور پھولوں کی سن رسیدگی کو بڑھاتی ہے۔

پتوں کو جھڑنا(Abscission of Leaves)

ایتھیلن پتوں کے جھڑنے کے عمل(Abscission) کو بڑھاتی ہے۔

کلیوں اور بیجوں کی خفتگی کو دور کرنا(Breaking dormancy of seeds and buds)

ایتھیلین کا استعمال اجناس کے بیجوں جیسے بارلی وغیرہ میں پائی جانے والی خفتگی(dormancy) کو ختم کرتا ہے۔نہ صرف بیج بلکہ کلیوں کی خفتگی بھی ایتھیلین سے دور ہو پاتی ہے۔اس کی موجودگی سے بیجوں کی تنسبیت تیز تر ہونے لگتی ہے۔مونگ پھلی(Arachis hypogea) میں ایتھیلین کے بننے اور بیجوں کی تنبیت میں ایک طرح کا ربط دیکھا گیا۔

پودوں کے حصے جہاں ایتھیلین پائی جاتی ہے:

ایتھیلین تمام پودوں یعنی اعلیٰ نباتات اور ادنی نباتات ہر قسم کے پودوں میں پائی جاتی ہے۔ اعلیٰ پودوں میں یہ پودوں کے سبھی حصوں جیسے جڑوں، تنوں، پتوں، پھلوں اور بیجوں میں پائی جاتی ہے۔ سن رسیدگی کو پہونچنے والے پودوں کے حصوں اور پکتے ہوئے پھلوں میں اس کی مقدار سب سے زیادہ ہوتی ہے۔ پودوں میں عام طور پر اس کے باہری بافتوں (Peripheral tissues) میں یہ زیادہ ہوتی ہے اس کی تھوڑی سی مقدار (1ppm>) بھی اس کی اثر انگریزی کیلئے کافی ہے۔

11.2.8 آبسیک ایسڈ (Abscisic Acid)

آبسیک ایسڈ کی دریافت یف ٹی اڈیکاٹ (F.T. Addicott – 1963) نے سب سے پہلے اس ہارمون کی دریافت کی۔ اور اسے Abscisic II آبسین۔II کا نام دیا جس کو بعد میں آبسیک ایسڈ (Abscisic acid – ABA) کے نام سے بدل دیا گیا۔

آبسیک ایسڈ کے افعال (Functions of Abscisic Acid)

اسٹومیٹا کا بند ہونا (Stomatal Closing)

یہ بات دیکھنے میں آتی ہے کہ پودے جب پانی کی قلت سے دوچار ہوتے ہیں تو ان میں کلوروپلاسٹ میں موجود اے بی اے (ABA) اس سے باہر نکل کر سائیٹو پلازم میں آجاتا ہے اور پھر وہاں سے منتقل ہوتے ہوئے اسٹومیٹا کے گارڈ سیلس (Guard cells) میں جمع ہو جاتا ہے اور اسٹومیٹا کو بند کر دینے کا کام کرتا ہے۔ یہ عمل ہر اس وقت ہوتا ہے جب پودوں میں پانی کی قلت ہوتی ہے اور اسٹومیٹا بند کرنا ہوتا ہے۔

پودوں میں اسٹومیٹا کو اگر بیرونی مدد سے بند کرنا ہو تو بھی ABA اس میں مددگار ہوتا ہے۔ ABA کے استعمال سے ایسا کیا جاسکتا ہے۔ اس کے استعمال سے چند ہی منٹوں میں اسٹومیٹا بند ہونے لگتے ہیں۔

دوسرے اثرات (Other effects):

ABA کے کچھ دوسرے اثرات اس طرح ہیں:

1۔ بعض سرد علاقوں کی درخت (Temperate trees) جیسے برچ (Birch) اور ایسر (Acer) وغیرہ میں ABA ان پودوں کی کلیوں میں خفتگی (Bud dormancy) پیدا کرتے ہیں۔

2۔ بعض پودوں کے بیجوں میں بھی ABA خفتگی پیدا کرتے ہیں۔

3۔ پتوں کی سن رسیدگی، پھلوں کے پکنے، پتوں، پھولوں اور پھلوں کے جھڑنے میں بھی ABA کا دخل ہے۔

4۔ ABA سرد علاقوں کے پودوں میں ٹھنڈک کے خلاف مزاحمت (Frost Injury resistance) پیدا کرتا ہے۔

پودوں کے حصے جہاں ABA موجود ہوتا ہے۔

ABA پودوں کے تمام حصوں میں پایا جاتا ہے جیسے یہ جڑوں، تنوں، کلیوں، پتوں، پھلوں، بیجوں، فلویم اور زائلم کے رس میں ہوتا ہے۔ پھولوں کے اس (Nector) میں بھی یہ ہوتا ہے۔

11.3 اکتسابی نتائج(Learning Outcomes)

پودوں میں نشو نما(Growth)کا ہونا ایک مسلسل عمل ہے۔اس میں پودوں کے خلیوں میں تقسیم، جسامت میں اضافہ اور مختلف اعضاء کا بننا شامل ہے۔اس عمل میں جہاں اور دوسری چیزیں بر سر کار ہوتی ہیں۔ بعض ایسے مادے بھی ہوتے ہیں جو ان تعاملات کو کنٹرول کرتے ہیں یا ان کے انجام پانے میں مدد گار ہوتے ہیں۔ان مادوں کو گروتھ ریگولیٹرس(Plant growth regulators)کہتے ہیں۔ ان کو گروتھ ہارمونس(Growth hormones)بھی کہا جاتا ہے۔ ان میں آگزنس (Auxins)، گبرلنس (Gibberellins)، سائیٹوکائنن(Cytokinins)، ایتھیلین(Ethylene)اور آبسیک ایسڈ(Abscisic acid)شامل ہیں۔پودوں میں ان ہارمونس کے مختلف افعال ہیں آگزنس کا بنیادی کام تنے کی خلیوں کی جسامت کو بڑھانا ہے۔ گبرلنس بیجوں کی نشو نما میں مدد دیتے ہیں۔ سائیٹوکائنن خلوی تقسیم میں مدد گار ہوتے ہیں۔ایتھیلین پھلوں کے پکنے میں مدد دیتے ہیں جب کہ آبسیک ایسڈ کا اہم کام اسٹومیٹا یا پتوں کے ذہنوں کی حرکات میں مدد دینا ہے۔اس طرح گروتھ ریگولیٹرس پودوں کے اور بھی دوسرے اہم اور کلیدی افعال میں مدد گار ہوتے ہیں۔

11.4 کلیدی الفاظ(Keywords)

نشو نما(Growth)، گروتھ ریگولیٹرس(Growth regulators)، پلانٹ ہارمونس(Plant hormones)، آگزنس، جبرلنس، سائیٹوکائینن ایتھیلین، آبسیسک ایسڈ، گروتھ ریگولیٹرس کے افعال۔

11.5 نمونہ امتحانی سوالات(Model Examination Questions)

11.5.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات(Objective Answer Types Questions)

1۔ تنے کے خلیوں کی جسامت کو یہ ہارمون بڑھاتا ہے۔

(a)۔آگزن (b)۔Cytokinin (c)۔ABA (d)۔کوئی بھی نہیں

2۔ پودوں میں نشو و نما کا عمل۔۔۔۔۔۔ خلیوں سے ہوتا ہے۔

(a)۔کعبہ بافتی (b)۔ مقسمی خلیوں (c)۔سخت بافتی جگہوں (d)۔کوئی بھی نہیں

3۔ گبرلنس(Gibberellins)کو یہ فنگس سے حاصل کیا گیا ہے۔

(a)۔Gibberella Fujikuroi (b)۔Cercospora

(c)۔Rhizopus (d)۔کوئی بھی نہیں

4۔ پودوں میں نشو و نما(Growth)ایک۔۔۔۔۔۔۔ عمل ہے۔

5۔ مشہور کتاب(Power of Moments)۔۔۔۔۔۔۔۔نے قلمبند کیا۔

6۔ FW Went نے۔۔۔۔۔۔۔۔۔کے پودوں سے نشو نما کو فروغ دینے والے ہارمون کو الگ کیا۔

7۔ راسی غلبہ کا عمل۔۔۔۔۔۔ہارمون سے ہوتا ہے۔

8۔ سائیٹوکائینسس (Cytokinins) کو۔۔۔۔۔۔۔۔۔نے دریافت کیا۔

9- پارتھینوکارپی کی تعریف کیجئے۔

10۔ پودوں میں سن رسیدگی (Senescence) کا عمل کیوں ہوتا ہے؟

11.5.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1۔ آگزنس (Auxins) کی دریافت اور اس پر ہوئے ابتدائی مطالعہ پر نوٹ لکھیں۔

2۔ جبرلنس (Gibberellins) کے افعال بیان کریں۔

3۔ پودوں میں ایتھیلین (Ethylene) کے افعال پر روشنی ڈالیں۔

4۔ نشو نما کی پیمائش پر نوٹ تحریر کریں۔

5۔ ایتھیلین کی دریافت اور سہ رخی اثرات پر نوٹ لکھیں۔

11.5.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1۔ گروتھ ریگولیٹرس (Growth regulators) سے کیا مراد ہے۔ان کے نام لکھیں۔

2۔ کلیوں میں خفتگی (Bud dormancy) اور اس کے دور کرنے کے تعلق سے نوٹ لکھیں۔

3۔ راسی غلبہ (Apical dominance) پر ایک نوٹ لکھیں۔

4۔ گبرلنس کیا ہیں؟ اسکے فعلیاتی اثرات کے بارے میں لکھئے۔

Key: 1.a 2.b 3.a 4. ناقابل واپسی (Irreversible) 5.Charles Darwin

6. Avena (Oat) کے پودوں سے 7. Auxin 8. Skoog اور Miller

9۔ Parthenocarpy: بغیر بارآوری (fertilization) کے پھل بننے کے عمل کو کہتے ہیں۔

10 ۔ Senescence سن رسیدگی: پودوں میں بڑھتی عمر، ہارمونل تبدیلیوں) خصوصاً ABA اور (Ethylene اور غذائی کمی کی وجہ سے خلیات کا بتدریج ختم ہونا۔

اکائی 12: پودوں میں شعاعی دورانیت

(Photoperiodism in Plants)

اکائی کے اجزاء

12.0 تمہید

12.1 مقاصد

12.2 پودوں میں ضیائی عرصہ کا تاثر

12.2.1 پودوں کی تقسیم

12.2.5 فوٹو پیریاڈک تحریک لور پھولوں کا ہارمون

12.2.6 فوٹو پیریاڈک تحریک کی منتقلی

12.2.7 فلورل ہارمون کی نوعیت

12.2.8 فائیٹوکروم

12.2.9 فائیٹوکروم کی کیمیائی ساخت

12.2.10 فائیٹوکروم کے دوسرے افعال

12.2.11 روشنی کو جذب کرنے والے مادے

12.3 زہریت اور فعالیات

12.3.1 زہریت اور بیرونی ماحول

12.3.2 ورنالائیزیشن۔ابتدائی مطالعہ

12.3.3 ضیائی تاثر

12.3.4 دن کی درکار طوالت

12.3.5 ضیائی عرصہ کی اثراندازی کا مقام

12.3.5 روشنی کی نوعیت کا اثر

12.3.7 فلوریجن

12.3.8 تنے کا راسی حصہ

12.3.9 حیاتیاتی گھڑی

12.4 اکتسابی نتائج
12.5 کلیدی الفاظ
12.6 نمونہ امتحانی سوالات
12.6.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات
12.6.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات
12.6.3 طویل جوابات کے حامل سوالات

12.0 تمہید(Introduction)

پودوں میں پھولوں کا بننا ایک منظم عمل ہے جو نباتاتی نشو نما کے بعد شروع ہوتا ہے۔ ابتدا میں پودا بڑھوتری کے مرحلے سے گزرتا ہے، پھر حیاتیاتی تعاملات کے نتیجے میں ایک خاص مادہ (Flower stimulus) بنتا ہے جو تنوں کے مخصوص حصوں تک پہنچ کر نباتاتی سرے کو تولیدی سرے میں تبدیل کر دیتا ہے۔ اس کے بعد پھولوں کی ابتدائی ساخت (Primordia) بنتی ہے جو آگے چل کر کلیوں اور پھر مکمل پھولوں میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ اس عمل پر اندرونی عوامل کے ساتھ ساتھ ماحولیاتی عوامل جیسے درجہ حرارت اور روشنی کا گہرا اثر ہوتا ہے۔ بعض پودے مخصوص موسم یا دن کی لمبائی (مختصر دن یا طویل دن) میں ہی پھول دیتے ہیں، جبکہ روشنی کی نوعیت، خاص طور پر سرخ روشنی، بھی پھولوں کی تشکیل میں اہم کردار ادا کرتی ہے۔

12.1 مقاصد(Objectives)

اس اکائی کے مطالعہ کے بعد آپ:

- پودوں میں پھول بننے (Flowering) کے عمل کو سمجھنا۔
- شعاعی دورانیت (Photoperiodism) اور پودوں کی اقسام (مختصر دن، طویل دن، نیوٹرل) کا مطالعہ کرنا۔
- پھول لگنے کی تحریک (Photoperiodic induction) اور فلورل ہارمون (Florigen) کو جاننا۔
- فائیٹوکروم (Phytochrome) اور روشنی کے کردار کو سمجھنا۔
- اندرونی و بیرونی عوامل (روشنی، درجہ حرارت) کے اثرات کا جائزہ لینا۔
- پودوں کی حیاتیاتی گھڑی (Biological clock) سے آگاہی حاصل کرنا۔

12.2 پودوں میں ضیائی عرصہ کا تاثر

پودوں میں ایک اہم فعل عمل تولید (reproduction) ہے۔ اسی سے پودوں کی افزائش ہوتی ہے۔ تولیدی عمل میں پھول کلیدی حیثیت رکھتے ہیں چونکہ اسی میں تولیدی اعضاء ہوتے ہیں۔ پودوں میں ایک خاص عمر یا مدت تک نباتاتی نمو کا دور ہوتا ہے۔ پھر اس کے

بعد پھول آنے شروع ہوتے ہیں۔ نباتاتی نمو کی مدت مختلف پودوں میں مختلف ہوتی ہے جیسے ایک سالہ پودوں میں یہ چند ماہ پر محیط ہوتی ہے جب کہ مدامی پودوں یا درختوں وغیرہ میں اس کی مدت کئی برس بھی ہو سکتی ہے۔ چنانچہ جمیکا کے پہاڑوں میں پائے جانے والے بمبو کے درختوں میں کوئی 32 سال کے عرصہ کے بعد پھول لگتے ہیں۔

پھولوں کا لگنا (Flowering) زہریت

مختلف پودوں میں چونکہ پھولوں کے لگنے کا وقت معینہ ہے اس لحاظ سے اس کی قبل از وقت پیش قیاسی بھی کی جا سکتی ہے۔ فعلیاتی اعتبار سے پودوں میں پھولون کا لگنا حسب ذیل عوامل پر منحصر ہوتا ہے۔

1۔ روشنی کی مدت یا ضیائی عرصہ (Photoperiod)

2۔ درجہ حرارت (Temperature)

شعاعی دورانیت (Photoperiodism) وہ عمل ہے جس میں پودوں میں پھولوں کا بننا دن اور رات کی مدت پر منحصر ہوتا ہے۔ گارنر اور الارڈ نے تجربات سے ثابت کیا کہ کچھ پودے جیسے تمباکو اور سویابین مخصوص روشنی کی مدت میں ہی پھول دیتے ہیں۔ بعض پودوں کو مختصر دن اور طویل رات درکار ہوتی ہے جبکہ کچھ کو طویل دن کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس طرح یہ واضح ہوا کہ پھولوں کا نمودار ہونا روشنی اور اندھیرے کے دورانیے سے متاثر ہوتا ہے، جسے شعاعی دورانیت کہا جاتا ہے۔

12.2.1 پودوں کی تقسیم

پودوں کیلئے روشنی اور اندھیرے کی درکار مدت الگ الگ ہوتی ہے۔ اس کی بنیاد پر پودوں کو تین اقسام میں تمیز کیا جا سکتا ہے۔ یہ اقسام حسب ذیل ہیں۔

1۔ مختصر دن والے پودے (Short day plants) صغیر النہار پودے

2۔ طویل دن والے پودے (Long day plants) طویل النہار پودے

3۔ ڈے نیوٹر پودے (Day neutral plants) نہار تعدیلی پودے

مختصر دن والے پودے وہ پودے ہیں جو اسوقت پھول دیتے ہیں جب دن کی مدت 12 گھنٹے سے کم ہو۔

طویل دن والے پودے وہ پودے ہیں جو اسوقت پھول دیتے ہیں جب دن کی مدت 12 گھنٹے سے زیادہ ہو۔

ڈے نیوٹرل پودے وہ پودے ہیں جن پر دن کی مدت کا کوئی اثر نہیں ہوتا خواہ وہ مختصر ہو یا طویل۔

1- مختصر دن والے پودے (Short day plants) صغیر صغیر النہار پودے

مختصر دن والے پودے گرم علاقوں (Tropics) میں پائے جاتے ہیں۔ جہاں دن کی مدت 12 گھنٹوں سے زیادہ بڑھنے نہیں پاتی۔ ایسے پودوں کو اگر ٹھنڈے علاقوں (Temperate regions) میں اگایا جائے تو بھی ان میں نمو تو ہوتی ہے لیکن پھول موسم گرما ہی میں آتے ہیں۔

مختصر دن والے پودوں کی چند خصوصیات حسب ذیل ہیں:

1۔ مختصر دن والے پودوں میں دن کی طوالت اتنی اہمیت نہیں رکھتی جتنی رات کی طوالت اہمیت رکھتی ہے۔ان پودوں میں پھولوں کے کھلنے کے لیے اندھیرے کا نسبتاً طویل عرصہ درکار ہوتا ہے۔انہیں اندھیرے کی ایک خاص طوالت(Critical Length) درکار ہوتی ہے جو اگر انہیں مل نہ پائے تو ان میں پھول نہیں لگتے۔

2۔ ان پودوں میں اندھیرے کی مدت بلا وقفہ اور مسلسل ہونی چاہئے۔اس دوران اگر تھوڑی سی بھی روشنی کی شعاعیں آجائیں تو اس سے پھولوں کے لگنے میں رکاوٹ ہوتی ہے۔

3۔ مختصر دن والے پودوں کو یکے بعد دیگرے روشنی اور اندھیرے کے دور(Cycles) سے گزارا جائے تو ان میں پھول نہیں لگنے پاتے۔

4۔ بہت سے مختصر دن والے پودے ایسے ہیں جن کو اگر مسلسل اندھیرے میں رکھا جائے اور پھر ان کو سکروس(Sucrose) فراہم کی جائے تو ان پودوں میں پھول آنے لگتے ہیں۔اس سے یہ بات بھی معلوم ہوتی ہے کہ ان کو روشنی صرف اسی لئے درکار ہے کہ وہ روشنی میں اپنی غذا تیار کر سکیں۔

متذکرہ بالا خصوصیات سے یہ نتیجہ اخذ کیا جاسکتا ہے کہ درحقیقت مختصر مدتی دن والے پودوں میں اندھیرے کی مدت زیادہ اہمیت رکھتی ہے چنانچہ ان پودوں کو طویل رات والے پودے(Long night plants) بھی کہا جاتا ہے۔

مختصر دن والے پودوں کی چند مثالیں:

چاول (Oryza sativa)، سویا بین(Glycine max)، تمباکو(Nicotiana tobacum)، کافی(Coffea arabica)، برائیوفائلم(Bryophyllum pinnata)، کرائی سانتھم(Chrysanthemum sp)۔

2-طویل دن والے پودے(Long day plants)طویل النہار پودے

طویل دن والے پودوں کی خصوصیات حسب ذیل ہیں:

1۔ طویل دن والے پودوں میں ایک خاص مدت کا فوٹو پیریڈ درکار ہے۔ان میں درکار اندھیرے کی مدت یا تو بہت کم ہوتی ہے۔یا بالکلیہ نہیں بھی ہوسکتی۔یہ خاصیت اس بات سے بھی ظاہر ہوتی ہے کہ طویل دن والے پودوں میں پھولوں کے لگنے کا عمل مسلسل روشنی میں بہتر ہوتا ہے۔

2۔ طویل دن والے پودوں میں اندھیرے کی مدت پھول لگنے کے عمل پر منفی اثر مرتب کرتی ہے اور اس کو روکنے تک کا کام کرتی ہے۔ان پودوں میں اندھیرے کے دوران روشنی کی ایک شعاع بھی ڈالی جائے تو پھول لگنے کا عمل شروع ہو جاتا ہے۔

3۔ یہ بات بھی خاصی دلچسپ ہے کہ طویل دن والے پودوں میں اگر یکے بعد دیگرے روشنی اور اندھیرے کے دور(Cycles) فراہم کیئے جائیں جس میں اندھیرے کی مدت روشنی کی مدت سے کم ہو تو ان پودوں میں پھول آنے شروع ہو جاتے ہیں۔

4۔ طویل دن والے پودوں میں پھولوں کے نہ آنے کی وجہ یہ نہیں ہوسکتی کہ دن کی مدت مختصر ہوتی ہے بلکہ اس کی وجہ اندھیرے کی مختصر مدت ہے۔اسوجہ سے طویل دن والے پودوں کو مختصر رات والے پودے بھی کہا جاتا ہے۔ طویل دن والے پودوں کی چند مثالیں حسب ذیل ہیں۔ مٹر(Pisum sativum)، اوٹس(Avena sativa)، گیہوں(Triticum aestivum)، بارلی(Hordeum vulgare)، گوبھی(Brassica sp)، مولی(Raphanus sativum)

3-ڈے نیوٹرل پودے(Day Neutral Plants)نہار تعدیلی پودے

بہت سے پودے ایسے بھی ہیں جن میں فوٹو پیریڈ سے کوئی فرق نہیں پڑتا۔ یہ ہر ممکنہ دن کی مدت یعنی چند ایک گھنٹوں سے 24 گھنٹوں کی بلاوقفہ روشنی میں پھول دے سکتے ہیں۔ان کو فوٹونیوٹرل(Photo Neutrals) بھی کہا جاتا ہے۔

ان کی چند مثالیں حسب ذیل ہیں: مکئی(Zea mays)، روئی(Gossypium hirsutum)، آلو(Solanum tuberosum)، ٹماٹر(Lycopersicon esculentum)، ککڑی(Cucumis sativum)، اسٹرا بیری(Fragaria chiloensis)۔

12.2.2 پودوں میں پھول لگنے کی شروعات(Photoperiodic induction)

پودوں میں پھولوں کے لگنے کیلئے ایک سے زائد فوٹو پیریڈ یا ضیائی عرصہ درکار ہوتے ہیں۔ چوبیس(24) گھنٹوں میں فوٹو پیریڈ کا ایک خاص دورانیہ ایک انڈکٹیو سائیکل(Inductive cycle) کہلاتا ہے۔اگر پودے کو کافی تعداد میں انڈکٹیو سائیکل میسر آجائیں تو اس کے بعد اس کو ناموافق فوٹو پیریڈ میں بھی رکھا جائے تو اس میں پھول لگنا شروع ہو جاتے ہیں۔ضیائی عرصہ یا فوٹو پیریڈ کا اس طرح جو مثبت اثر پڑتا ہے اسے فوٹو پیریڈک انڈکشن(Photoperiodic induction) کہا جاتا ہے۔ یہ ایک ایسا اثر ہے جو پودوں میں پھول لگنے کے عمل کا محرک ہوتا ہے۔

پودوں کو اگر زیادہ انڈکٹیو سائیکلس مل جائیں تو پھولوں کے لگنے کا عمل اس کے مقررہ وقت سے پہلے بھی شروع ہو سکتا ہے۔ بالفاظ دیگر پھولوں کے لگنے میں ایک طرح سے جلدی(Early Flowering) آجاتی ہے۔مثال کے طور پر زانتھیم(Xanthium) کے پودوں میں پھول لگنے کے لیے ایک Inductive cycle کی ضرورت ہوتی ہے اور اس عمل کے لیے 64 دن کا عرصہ درکار ہوتا ہے۔ اب ان پودوں کو اگر چار تا آٹھ(4-8)Inductive cycles دیئے جائیں تو یہ پودے صرف تیرہ(13) دنوں میں پھول دینے لگ جاتے ہیں۔

12.2.3 فوٹو پیر یا ڈک تحریک اور پھولوں کا ہارمون(Photoperiodic stimulus and floral hormone)

یہ بات اب پایہ ثبوت کو پہونچ گئی ہے کہ پودوں میں پھول لگنے کی جو تحریک شروع ہوتی ہے وہ پتوں میں ہوتی ہے۔اس کے نتیجے میں ان پتوں میں ایک ہارمون(Floral hormone) پیدا ہوتا ہے۔ جو بالآخر پودوں کی چوٹی(Apical tip) پر پہونچتا ہے جہاں پر

پھولوں کا ابتدائی مادہ (Floral primordial) بننا شروع ہوتا ہے۔

یہ بات کہ پھول بننے کی تحریک پتوں میں ہوتی ہے کاک لیبر (Cocklebur) (Xanthium pennsylvanicum) نامی پودے میں تجربات سے بھی ثابت کی گئی ہے۔ یہ ایک مختصر دن والا پودا ہے جس میں اس کے ضیائی عرصہ (Photo period) کے موافق روشنی مل جائے تو پھول آنے شروع ہو جاتے ہیں۔ (a) تاہم ان پودوں کے سب پتے توڑ لیے جائیں اور کو درکار روشنی فراہم کی جائے تب بھی ان میں پھول نہیں لگتے۔ (b)۔ اگر سارے پتے توڑ لیے جائیں اور صرف ایک پتہ رہنے دیا جائے تو اس صورت میں پھول لگتے ہیں۔ کاک لیبر کے پودے میں اگر سارے پتے توڑ لیئے جائیں یا پھر ان پتوں سمیت پودوں کو طویل دن والی حالت میں رکھا جاے تو ان میں پھول نہیں لگتے (D, E) لین اگر پودے کے سارے پتوں میں سے صرف ایک ہی پتہ مختصر دن والی حالت میں رکھیں اور بقیہ سارے پتوں کو طویل دن والی حالت میں رکھا جائے تو بھی پھول آنے شروع ہو جاتے ہیں۔ (F)۔

12.2.4 فوٹو پیریڈک اسٹوملس کی منتقلی (Transfer of Photoperiodic stimulus)

فوٹو پیریڈک اسٹوملس پودوں میں ایک شاخ سے دوسری شاخ کو منتقل بھی کیا جاسکتا ہے۔ اس بات کو بھی کاک لیبر پودے میں تجربات سے ثابت کیا گیا ہے۔ اس تجربہ میں ایسے پودوں کو لیا گیا جو دو شاخہ تھے اس میں سے ایک شاخ کو مختصر دن والی حالت میں رکھا گیا اور دوسری شاخ کو طویل دن والی حالت میں رکھا گیا۔ اس صورت میں پھول لگنے کا عمل دونوں شاخوں میں بھی ہونے لگا۔ (A)۔ پھول لگنے کا عمل اسوقت بھی ہوا جبکہ ایک شاخ کو طویل دن والی حالت میں رکھا گیا اور دوسری شاخ کے سارے پتے توڑ کر صرف ایک پتہ پودا پر رہنے دیا گیا ہے اور اس شاخ کو مختصر دن والی کیفیت میں رکھا گیا۔ (B)۔ تاہم پودے پر پھول اس وقت لگنے نہیں پائے جب ایک شاخ کو طویل دن والی حالت میں رکھا گیا اور دوسری شاخ کے سارے پتے توڑ کر اسے مختصر دن والی کیفیت میں رکھا گیا۔ (c)۔ اس تجربہ کو ذیل کی شکل میں ظاہر کیا گیا ہے۔

12.2.5 فلورل ہارمون کی نوعیت (Nature of Floral Hormone)

فلورل ہارمون کو فلوریجن (Florigen) کا بھی نام دیا گیا ہے۔ یہ وہ ہارمون ہے جو پتوں سے پودوں کی چوٹی پر پہونچتا ہے اور وہاں پھولوں کے لگنے میں مدد دیتا ہے۔ فلوریجن بڑے سالمات والا مادہ ہے جبکہ دوسرے ہارمون چھوٹے سالماتی ہوتے ہیں۔ یہ RNA یا پھر پروٹین پر مبنی سالمہ ہے جو پتوں سے تنے کی چوٹی پر فلوئم کے ذریعہ پہونچتا ہے۔

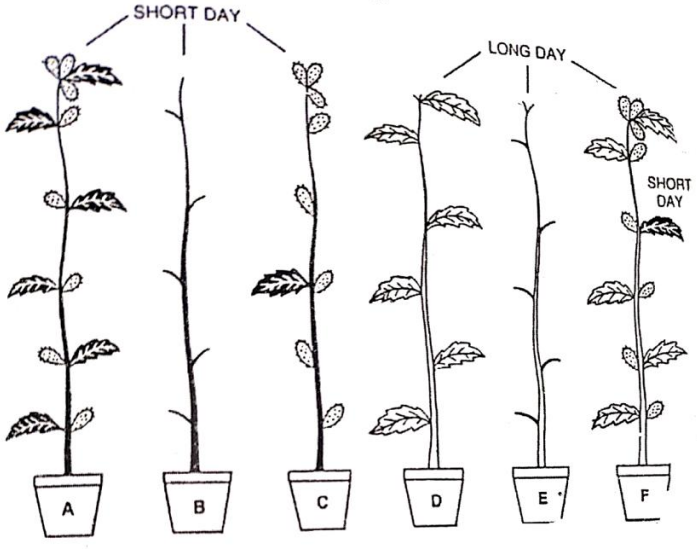
تجربات سے یہ بھی معلوم ہوا کہ فلورل ہارمون ایک پودے سے دوسرے پودے میں منتقل کیا جاسکتا ہے۔ کاک لیبر پودے ہی میں اس قسم کے تجربات کیئے گئے جس میں ایک پودے کی شاخ کو جو مختصر دن والی حالت میں رکھی گئی تھی پیوند کاری (Grafting) کے ذریعے دوسرے پودے سے جوڑا گیا جو طویل دن والی حالت میں رکھا گیا تھا۔ یہ دیکھا گیا کہ دونوں پودوں میں پھول آنے لگے۔ (B)۔ اس سے پتہ چلا کہ فلورل ہارمون ایک پودے سے دوسرے پودے میں منتقل ہوتے ہیں۔ اس کے برخلاف جب ایک ایسے پودے کو جو طویل دن والی حالت میں رکھا گیا تھا دوسرے ایسے پودے سے جو خود بھی طویل دن والی حالت میں رکھا گیا تھا۔ پیوند کاری کے ذریعے جوڑا گیا تو پھول کسی بھی پودے میں نہیں لگے۔

اس سے ایک اور بات کا پتہ چلتا ہے کہ فلورل ہارمون دونوں طرح کے پودوں یعنی مختصر دن والے پودوں اور طویل دن والے پودوں میں ایک جیسے یا مشابہ ہوتے ہیں۔

12.2.6 فائیٹوکروم (Phytochrome)

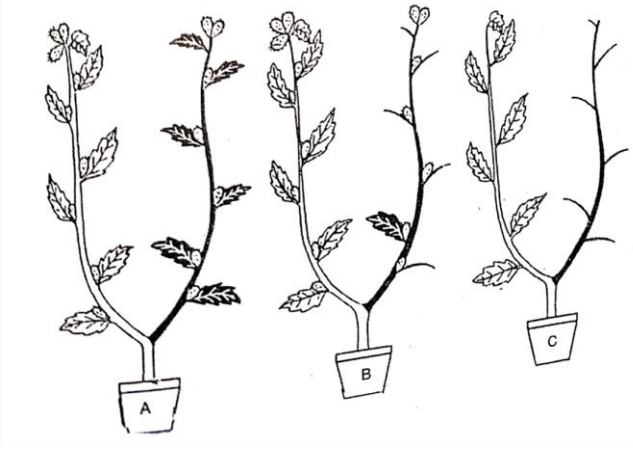
فائیٹوکروم ایک پروٹینی لون (Pigment) ہے جو پودوں میں بہت ہی قلیل مقدار میں ہوتا ہے۔ یہ سرخ روشنی اور زیادہ سرخ روشنی (Far – red light) اور اودی روشنی (Blue light) کو جذب کرتا ہے۔

کاک لیبر پودوں میں ضیائی عرصہ پر تجربات



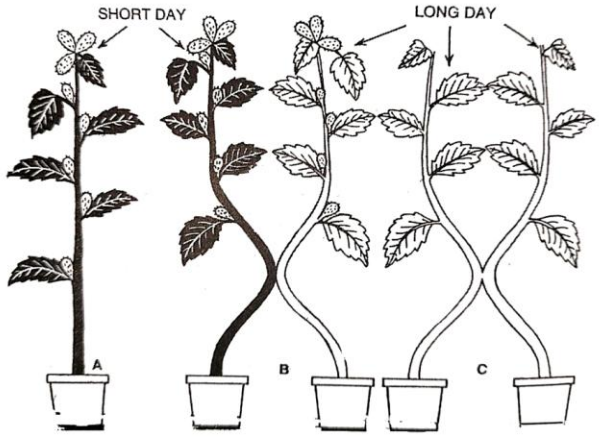
شکل 12.2.9(a): Experiment on cocklebur plants to show that photoperiodic stimulus in perceived by the leaves. Flowering occurs even if a single leaf in exposed to appropriate photoperiod.

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)



شکل 12.2.9(b): Experiments on cocklebur plants to show that photoperiodic stimulus can be transmitted from one branch of the plant to another.

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)



شکل(c)12.2.9:ایک پودے سے دوسرے میں پیوند کاری کے ذریعے فلورل ہارمون کی منتقلی

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

یہ فوٹو ریورسیبل(Photo reversible)مادہ ہے جو پودوں میں مختلف افعال جیسے پھولوں کے لگنے، بیجوں کی تنبیت اور اینتھوسیانن(Anthocyanin)کے بننے میں اور انہیں کنٹرول کرنے میں حصہ لیتا ہے۔

فائیٹوکروم پودوں کے ضیائی عرصہ یا فوٹو پیریڈ پر بھی اثر انداز ہوتا ہے۔ وہ اس عرصہ کو گھٹا کر یا پھر اس میں وقفہ اندازی کے ذریعہ پھولوں کے لگنے کے عمل کو کنٹرول کر سکتا ہے۔ مختصر دن والے پودوں یا طویل دن والے پودوں دونوں ہی میں پھولوں کے لگنے کے عمل میں اس کا دخل ہے۔

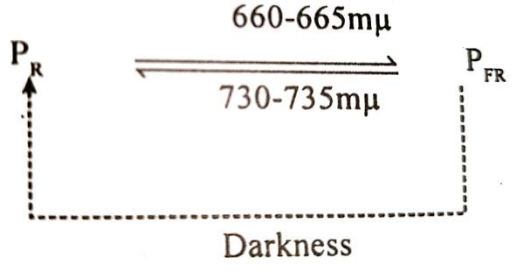
فائیٹوکروم دو طرح کا ہوتا ہے۔(i)۔ایک تو وہ ہے جو سرخ روشنی کو جذب کرتا ہے۔اس کو P_R سے تعبیر کیا جاتا ہے اور دوسرا(ii) وہ ہے جو زیادہ سرخ روشنی کو جذب کرتا ہے اسے P_{FR} سے تعبیر کیا گیا ہے۔

یہ دونوں قسمیں(Forms)ایک دوسرے میں تبدیل ہو سکتی ہیں(Interconvertible)

☆ جب P_R ٹائپ والا لون سرخ روشنی(660-665mμ)کو جذب کرتا یہ P_{FR} میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

☆ جب P_{FR} والا لون زیادہ سرخ روشنی(730-735mμ)جذب کرتا ہے تو یہ P_R میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

PFR اندھیرے میں بتدریج PR میں تبدیل ہو جاتا ہے۔



یہ سمجھا جاتا ہے کہ دن کے اوقات میں P_{FR} لون پودے میں جمع ہوتا ہے جو مختصر دن والے پودوں میں پھولوں کے بننے کے عمل کو روکتا ہے لیکن یہی لون طویل دن والے پودوں میں پھولوں کے بننے میں مددگار ہوتا ہے۔ مختصر دن والے پودوں میں P_{FR} بتدریج اندھیرے کی حالت میں P_R میں بدل جاتا ہے اور پھولوں کے بننے میں مدد دیتا ہے۔ تاہم اس پر سرخ روشنی کا ایک مختصر عرصہ کیلئے بھی پڑنا اس کو P_{FR}

میں بدل دیتا ہے جو پھولوں کے بننے کے عمل میں مانع ہوتا ہے۔اس طرح سے فائیٹوکروم ایک حالت سے دوسری حالت میں بدلتا رہتا ہے اور یہ پھولوں کے بننے اور پھولوں کے بننے کے عمل کو روکنے دونوں طرح کے عمل کو کنٹرول کرتا ہے۔

فائیٹوکرومس بند بیجوں(Angiosperms)، کھل بیجوں(Gymnosperms) برائیو فائٹس اور الجی میں ہوتے ہیں۔ اندھیرے میں نمو پانے والے ننھے پودوں(Seedlings) میں فائیٹوکرومس کی مقدار بہت زیادہ ہوتی ہے جہاں پر یہ میری اسٹم خلیوں (Apical meristem) میں جمع ہوتے ہیں۔

فائیٹو کرومس راست طور پر ننھے پودوں کے مختلف حصوں، جڑوں، بیج پتیوں ہائیپو کاٹل(Hypocotyl)، اپی کاٹل(Epicotyl)، کولیپاٹائیل(Coleoptile) پھر پودوں کے تنوں، پتے کی ڈنڈیوں، نباتاتی کلیوں، پھولوں کے عرشہ(Floral Receptacles)، پھولداری، نمو پاتے ہوئے پھل اور بیجوں میں پائے جاتے ہیں۔اس کے علاوہ فائیٹوکرومس بالراست پودوں کے دوسرے مادوں میں پائے جاتے ہیں۔

خلیوں کے فائٹوکرومس مرکزہ اور سارے سائٹوسال میں پائے جاتے ہیں۔پودوں میں فائیٹوکرومس کے دو بڑے اقسام ہوتے ہیں:

(i)۔ ٹائپ I (ii)۔ ٹائپ II

ان میں ٹائپ I اندھیرے میں نمو پائے ننھے پودوں(Seedlings) میں زیادہ ہوتا ہے جب کہ ٹائپ II سبز پودوں اور بیجوں میں زیادہ ہوتا ہے۔ان دونوں کے سالماتی وزن میں معمولی سا فرق ہوتا ہے۔ٹائپ I کا جین PHY A ہے جب کہ ٹائپ II کے جین میں PHYB،PHYC،PHYD اور PHYE شامل ہیں۔

فائیٹوکرومس کے طریقہ کار کے بارے میں واضح جانکاری نہیں ہے۔تاہم یہ قیاس کیا جاتا ہے کہ فائیٹوکرومس:

1۔ ایانس(Ions) اور سالمات کی جھلیوں(Membranes) کے پار نقل و حرکت کو AT Pase کے ذریعہ کنٹرول کرتے ہیں۔

2۔ یہ گبرلنس کو بھی کنٹرول کرتے ہیں۔

3۔ یہ جھلیوں سے لگے پروٹین کو بھی کنٹرول کرتے ہیں۔

4۔ فائیٹو کرومس ایسے جین کے ٹرانکرپشن(Transcription) کو کنٹرول کرتے ہیں جو سگنل ٹرانس ڈکشن(Signal transduction pathway) میں معاون ہیں۔

12.2.7 فائیٹوکروم کی کیمیائی ساخت

مناسب آلات کی مدد سے یہ ممکن ہوا کہ فائیٹوکروم کو پودوں سے حاصل کیا گیا ہے۔فائیٹوکروم کی کیمیائی ساخت کا مطالعہ کیا گیا۔یہ پتہ چلا کہ فائیٹوکروم دراصل دو حصوں پر مشتمل ہوتا ہے جو ایک پروٹین اور دوسرا کروموفور(Chromophore) ہے۔یہی حصے فائیٹو کروم کو اس کی روشنی میں جذب کرنے کی صلاحیت عطا کرتے ہیں۔پروٹین مزید کئی ذیلی اکائیوں پر مشتمل ہوتا ہے۔مختلف فائیٹوکروم سے الگ کے گئے پروٹین سب کے سب ایک جیسے یا مشابہ نہیں پائے گئے لیکن سائیز کے اعتبار سے یہ کم و بیش یکساں تھے۔

فائیٹو کروم کی کیمیائی ساخت کا علم الجی کے کروموپروٹین سے حاصل ہوا۔ ایک الجی (Porphyra smithi) سے حاصل کیئے گئے کروموپروٹین کا مطالعہ کیا گیا۔ کروموفور کی ایک ممکنہ ساخت شکل میں دیکھائی گئی ہے۔ اسمیں چار (Pyrrole rings) ایک سیدھے خط میں ترتیب دیئے ہوئے ہیں۔ سرخ روشنی کے انجذاب کے ساتھ کروموفور میں دوہرے بانڈ (Double bonds) اپنی جگہ تبدیل کر لیتے ہیں جس سے یہ زائد سرخ روشنی کے انجذاب کے قابل ہو جاتا ہے۔ اس طرح کے انجذاب کے نتیجے میں اندرونی طور پر دوہرے بانڈ کی از سر نو تقسیم عمل میں آتی ہے جس سے زائد سرخ روشنی جذب ہوتی ہے کر موفور مضبوطی سے فائیٹو کروم کے پروٹین سے جڑ جاتا ہے اور یہ ممکن ہے کہ پروٹین کی نوعیت میں بھی تبدیلی آتی ہے کیونکہ کروموفور سرخ سے زائد سرخ والی صورت اختیار کر لیتا ہے۔

عالم نباتات میں فلیٹو کروم سبز اور سرخ الجی (Desmids)، برائیو فائیٹ، بند بیجوں اور کھل بیجوں میں دیکھا جاتا ہے۔

12.2.8 فائیٹو کروم کے دوسرے افعال (Other functions of Phytochrome)

Beltsville گروپ نے اپنے مطالعہ میں دیکھا کہ فائیٹو کروم دوسرے کئی ایک ضیائی جینیاتی (Photomorphogenic) افعال میں بھی شرکت کرتا ہے۔ اس کے بعد دوسرے تحقیق کاروں نے بھی اس ضمن میں کام کیا اور دیکھا کہ اور بھی بہت سے ایسے افعال ہیں جن میں فائیٹو کروم حصہ لیتا ہے۔ ذیل کے جدول میں ان تمام افعال کا احاطہ کیا گیا ہے جن میں فائیٹو کروم حصہ لیتا ہے۔

1۔ پتوں اور تنوں کا بڑھنا (Elongation)
2۔ Hypocotyl کا کھلنا (Hypocotyl hook unfolding)
3۔ جنس کا ظاہر ہونا (Sex expression)
4۔ کلیون کی خوابیدگی (Bud dormancy)
5۔ جڑوں کا نمو پانا (Root development)
6۔ رائیزوم کا بننا (Rhizome formation)
7۔ بلب کا بننا (Bulb formation)
8۔ پتوں کا جھڑنا (Leaf abscission)
9۔ رسیلا پن (Succulence)
10۔ بیج پتیوں کا بڑھنا (Enlargement of Cotyledons)
11۔ بیجوں کا نمو پانا (Seed germination)
12۔ پھولوں کا لگنا (Flower induction)
13۔ خلوی تنفس کی شرح میں تبدیلی (Formation of Tracheary elements)
14۔ اینتھوسیانن کا بننا (Synthesis of anthocyanin)

12۔ پروٹین کے بننے میں اضافہ (Increase in protein synthesis)

12۔ RNA بننے میں اضافہ (Increase in RNA Synthesis)

17۔ آگزن کا بننا (Auxin formation)

18۔ ضیائی تاثر (Photoperiodism)

19۔ بیجوں میں تنفس (Seed respiration)

20۔ جھلیون کے فعل میں تبدیلیاں (Changes in membrane conformation)

21۔ خلوی جھلیوں کی نفوذ پذیری (Permeability in cell membrane)

22۔ خلوی تناؤ میں تبدیلیاں (Changes in Cell Turgor)

23۔ Formation of Tracheary elements

12.2.9 روشنی کو جذب کرنے والے مادے (Photoreceptors)

پودوں میں نشو نما کے کنٹرول کرنے کیلئے یہ ضروری ہے کہ پہلے روشنی پودوں میں جذب ہو۔ پودوں میں چار طرح کے ایسے مادے ہیں جو روشنی کو اپنے میں سمو سکتے ہیں۔ اس طرح کے مادے (Photoreceptors) درج ذیل ہیں۔

1۔ فائیٹو کروم (Phytochrome): یہ سرخ اور زائد سرخ روشنی کو جذب کرنے کی صلاحیت رکھتے ہیں۔ یہ اودے رنگ کی روشنی بھی جذب کر سکتے ہیں۔

2۔ کریپٹو کروم (Chryptochrome): یہ نیلے رنگ کی روشنی کو جذب کرنے کی صلاحیت کے حامل ہوتے ہیں۔ یہ زیادہ طول موج الٹراوائلٹ روشنی (UV-Aregion 320-340 nm) کو جذب کر سکتے ہیں۔ یہ پھولوں کے پودوں کیلئے بہت اہم ہوتے ہیں اسی مناسبت سے ان کو کریپٹو کروم کہا جاتا ہے۔

3۔ UV- B Photoreceptor: یہ الٹراوائلٹ روشنی جو 280 تا 320 nm کے طول موج کی ہوتی ہے۔ جذب کرتے ہیں۔

4۔ Protochlorophyllida: یہ پگمنٹ سرخ اور نیلی روشنی کو جذب کرتا ہے بعد ازاں یہ پگمنٹ کلوروفل۔a میں تبدیل ہو جاتا ہے

اوپر درج چاروں روشنی کو حاصل کرنے والے مادوں میں سب سے زیادہ اہم فائیٹو کروم (Phytochromes) ہیں اور وہ ائی پودوں (Vascular plants) میں یہ سب سے زیادہ اہم ہیں۔ یہ اعضاء کے بننے والے عمل (Morphogenesis) کو کنٹرول کرتے ہیں جو بیجوں کے نمو پانے سے لیکر، نوخیز پودوں کے نمودار ہونے اور دوسرے فعلیاتی امور کے بعد پھولوں کے اور بیجوں کے بننے پر محیط ہیں۔

روشنی کا پودوں پر کیا اثر مرتب ہوتا ہے ایک سادہ سے عمل سے دیکھا جا سکتا ہے۔ اگر چند ننھے پودوں (Seedlings) کو روشنی میں رکھا جائے اور دوسرے ننھے پودوں کو اندھیرے میں رکھیں تو ان کے نشو نما اور بڑھنے میں واضح فرق دیکھا جاتا ہے۔

چند ایک مشاہدات حسب ذیل ہیں۔

1۔ کلوروفل کی پیدائش روشنی سے ہوتی ہے۔ 2۔ پتوں کا بڑھنا روشنی کیوجہ سے ہوتا ہے۔

3۔ تنوں کا بڑھنا روشنی سے رک جاتا ہے۔

12.3 زہریت کی فعلیات(Physiology of Flowering)

پودوں میں پھولوں کا بننا ایک اہم اور خوشگوار مرحلہ ہے جو نہ صرف حسن وخوبصورتی کا باعث بنتا ہے بلکہ افزائشِ نسل کیلئے بھی ضروری ہے، کیونکہ پھول ہی پھل اور بیج کی تشکیل کا سبب بنتے ہیں۔ یہ مرحلہ پودے کی نباتاتی نشونما سے تولیدی نشونما کی طرف منتقلی کو ظاہر کرتا ہے۔ پھول آنے سے پہلے پودوں میں مختلف حیاتیاتی تبدیلیاں ہوتی ہیں اور جب یہ مکمل ہوجائیں تو پھولوں کی ابتدائی ساخت (Floral primordia) بنتی ہے۔ بعض پودوں میں یہ مرحلہ مخصوص عمر یا پتوں کی تعداد کے بعد آتا ہے، لیکن پھولوں کے نمودار ہونے کیلئے مناسب ماحولیاتی عوامل، خصوصاً درجہ حرارت اور روشنی (دن اور رات کا دورانیہ)، نہایت اہم ہوتے ہیں، جیسا کہ گیسنر، گارنر اور الارڈ نے واضح کیا۔

12.3.1 زہریت اور بیرونی ماحول(Flowering and Environment)

پھولوں کے بننے کے مرحلے پر بیرونی عوامل، خصوصاً درجہ حرارت اور روشنی، نہایت اہم کردار ادا کرتے ہیں۔ مناسب حالات میسر ہونے پر ہی پودوں میں پھول نمودار ہوتے ہیں۔ درجہ حرارت کے اثر کو گیسنر (Gassner) نے واضح کیا، جس نے رائی (Rye) کی سرمائی اور بہاری اقسام پر تحقیق کی۔ سرمائی رائی کو سردی کی ایک مخصوص مدت درکار ہوتی ہے، جس کے بعد ہی وہ پھول اور فصل پیدا کرتی ہے، جبکہ بہاری رائی بغیر کسی وقفے کے نشوونما مکمل کر لیتی ہے۔ اگر سرمائی رائی کو مصنوعی طور پر کم درجہ حرارت (2–5°C) پر کچھ ہفتوں تک رکھا جائے (Vernalization)، تو وہ بہاری پودوں کی طرح معمول کے مطابق بڑھ کر اچھی فصل دیتی ہے۔ یہ طریقہ بعد میں زرعی پیداوار بڑھانے کیلئے کامیابی سے استعمال کیا گیا

12.3.2 سردانا(Vernalization)اور ابتدائی مطالعہ

کئی پودوں کو زہریت سے پہلے سرد عمل کے ایک دور سے گزرنے کی ضرورت ہوتی ہے یہ عمل سردانا(Vernalization) کہلاتا ہے۔ Vernalization پر ابتداً جو کام ہوا اس میں اس عمل کے تعلق سے بہت زیادہ دعویٰ کیئے گئے۔ یہاں تک کہا گیا کہ اس عمل کے نتیجے میں پودوں میں مستقلاً جینیاتی اعتبار سے تبدیلیاں آجاتی ہیں اور سرمائی اقسام بہار کی اقسام میں تبدیلی ہوجاتی ہیں۔ ان تمام چیزوں کو سمجھنے کیلئے F.G. Gregory اور O.N. Purvis نے 1930ء کی دہائی میں اس عمل کا باریکی سے مطالعہ کیا۔ انہوں نے ایک ایسا طریقہ وضع کیا جو پودوں کے Shoot apex کی مختلف ادوار میں نشونما پر مبنی تھا۔ ان کے مطالعہ سے جو نتائج اخذ ہوئے اسمیں سے یہ تھا کہ

کم درجہ حرارت والا عمل (Low temperature treatment)اسوقت بہت زیادہ موثر ہوتاہے جب کہ ابھی جینین (Embryo)ابھی اپنے بننے کے ابتدائی مرحلہ میں ہوتاہے اوراس میں تیزی سے خلوی تقسیم کا عمل ہورہاہوتاہے۔ باروری کے پانچ دن کے بعد جنین پر کم درجہ حرارت والا عمل کیاجاسکتاہے۔

Gregoryاوران کے ساتھیوں نے اپنے مطالعہ کی روشنی میں پایاکہ اس عمل یعنی Vernalizationکے نتیجے میں تنوں کے آخری حصوںShort apexمیں میٹابالک تبدیلیاں آتی ہیں جس سے یہاں ایک مادہ پیداہوتاہے جو پھولوں کے لگنے کا محرک ہوتاہے۔ یہ مادہ تنوں کے ان حصوں میں جہاں یہ پیداہوتاہے اپنے عمل سے ان کو پھولوں کی شاخ میں تبدیل کردیتاہے۔

ایک دوسرے سائنس داںG. Melcharn نے اس خیال کا اظہار کیاکہ کم درجہ حرارت کیوجہ سے پودوں میں ایک مادہ(Vernalin)پیداہوتاہے۔ جو پھولوں کے لگنے کی تحریک کاذمہ دارہے۔اس طرح کاکوئی مادہ پودوں سے حاصل نہ کیاجاسکالیکن اس نظریہ کی تائید میں ثبوت ملتاہے۔ یہ ثبوت اس طرح سے ہے کہ کم درجہ حرارت والے عمل سے گزارے گئے(Vernalized)پودوں کو جب دوسرے(Non-Vernalized)پودوں سے گرافٹنگ(Grafting)کے عمل سے جوڑاگیاتو ان دوسرے پودوں میں Vernalizationکااثر دیکھاگیاجس سے پتہ چلتاہے کہ اس عمل کیلئے ایک مادہ وجود میں آیاتھاجوان پودوں میں گرافٹنگ کے نتیجے میں منتقل ہوا۔

جنین(Embryos)یاپھر تنے کی آخری حصے ہی وہ اعضاء نہیں ہیں جن پرVernalizationکا عمل کیاجاسکتاہے بلکہ پتے اور تنوں کے کٹے ہوئے حصوں پر بھی یہ عمل ہوسکتاہے۔ یہ بات نہیں دیکھی گئی کہ اس عمل کے نتیجے میںDNAیاRNAمیٹابالزم یا پروٹین میٹا بالزم پر کوئی اثر پڑتا ہے۔ کم درجہ حرارت والے عمل سے ایک پودوں میں پھولوں کے ابتدائی مادہ Flower primordiaکے بننے کی تحریک ہوتی ہے لیکن ایسا عمل سبھی پودوں کیلئے لازمی یاضروری نہیں ہے۔

1957ءمیںA. Lang نے یہ مشاہدہ کیاکہ بعض طویل دن والے پودوں میں کم درجہ حرارت کی ضرورت کو جبرلن(GA) کی فراہمی سے بھی پوراکیاجاسکتاہے۔ جبرلن کی فراہمی کا نتیجہ Vernalizationکی طرح نہیں ہوتالیکن یہ کسی نہ کسی طرح سے پھولوں کے آنے میں مددگار ہوتاہے۔ جبرلن خلوی تقسیم کے عمل کو بڑھاوادیتے ہیں جس سے پھولوں کے لگنے کی تحریک ہوتی ہے۔

12.2.3 ضیائی تاثر/شعاعی دورانیت(Photoperiodism)

پھولوں کے آنے(Flowering)میں روشنی کی اہمیت کواسوقت مانا گیاجبGarnerاورAllard(1915-1920) نے اس پر کام کیااوراپنے مشاہدات سے روشناس کرایا۔انہوں نے تمباکو(Nicotiana tobacum)میں پودوں میں پھولوں کے لگنے کی نوعیت پر کام کیا۔انہوں نے دیکھاکہ ایک عام طورپر کاشت کی جانے والی تمباکو کی قسم جب موسم بہار میں بوئی جاتی ہے تواس میں گرماکے

موسم میں پھول کھلتے ہیں۔ان پودوں میں بعض اوقات Mutant پودے بھی دیکھائی دیتے تھے جو بہت لامبے اور بڑے بڑے پتے والے تھے۔ ان کو Maryland Mammoth کا نام دیا گیا۔ ان پودوں کے بیج جب گرین ہاؤز میں موسم سرما میں بوئے گئے اور نوخیز پودوں(Seedlings) کو موسم بہار میں اگایا گیا تو یہ اچھی طرح نمو پائے اور ان سے بہت اچھی فصل حاصل ہوئی۔ لیکن انہی پودوں سے بیج لے کر انہیں موسم بہار میں بویا گیا اور انہیں موسم گرما تک رکھا گیا تو یہ دیکھا گیا کہ ان پودوں میں نمو تو بہت زیادہ ہوتا ہے اور پودے بہت لامبے ہو گئے لیکن ان میں پھول نمودار نہیں ہوئے۔

مذکورہ بالا مشاہدات کی روشنی میں گارنر اور الارڈ نے تمباکو کے ان پودوں میں پھولوں کے آنے کی نوعیت کا مزید مطالعہ کیا۔انہوں نے اندھیرے چیمبرس(Dark Chambers) بنائے جو کھیت میں پودوں کے اطراف رکھے جاسکتے تھے۔اسی طرح گرین ہاؤز میں انہوں نے ایسے نشونما کے چیمبرس(Growth chambers) بنائے جہاں پر روشنی کے عرصہ(Light period) کو کنٹرول کیا جاسکتا تھا۔انہوں نے اپنے تجربات کے نتائج 1920ء میں شائع کیئے اور بتایا کہ روشنی اور اندھیرے کی مدت جو 24 گھنٹوں میں ہوتی ہے پودے کی نشونما خاص طور پر اس کے پھولوں کے لگے پر بہت اثرانداز ہوتی ہے۔انہوں نے بتایا کہ Maryland Mammoth کے پودوں میں پھول آنے کی وجہ کم روشنی والے وقفہ کی بناء ہے۔ بالفاظ دیگر یہ مختصر مدتی دن کے پودے ہیں۔انہوں نے اسی طرح کے کئی اور مختصر مدتی دن والے پودے بھی دیکھے جن میں سویا بین کی بہت سی اقسام ، کاسموس(Cosmos bipinnata) اور راگ ویڈRagweed(Ambrosia artemisifolia) شامل تھے۔ دوسرے پودے جیسے Spinach (Spiniacia oleracea) مولی(Raphanus sativus) اور Lettuce(Lactuca sativa) جب مختصر مدتی دن والی کیفیت میں اگائے گئے تو ان میں صرف نباتاتی نمود دیکھی گئی لیکن جب ان کو طویل دنوں والی کیفیت میں اگایا گیا تو ان میں پھول میں آئے۔ان پودوں کو انہوں نے طویل دن والے پودے(Long day plants) کہا۔انہوں نے بعض ایسے پودے بھی دیکھے جن پر مختصر یا طویل روشنی کی عرصہ سے کوئی فرق نہیں پڑا اور ہر حال میں ان میں پھول آئے۔ان پودوں کو Day neutral ڈے نیوٹرل کا نام دیا گیا۔

ضیائی عرصہ کی بنیاد پر پودوں کی تقسیم(Classification of Photoperiodic responses)

گارنر اور الارڈ کے مطالعہ کے بعد بہت سے اور پودوں میں ضیائی عرصہ (Photoperiod) کا رد عمل دیکھا گیا اور اس بناء پر انہیں تقسیم کیا گیا:

(a)۔ مختصر دن والے پودے(Short day plants) صغیر النہار پودے

(b)۔ طویل دن والے پودے(Long day plants) طویل النہار

(c)۔ نیوٹرل دن والے پودے(Day-neutral plants) تعدیلی پودے

بعض پودے ایسے بھی ہیں جن کو طویل دنوں کے بعد مختصر دن کی مدت درکار ہوتی ہے تب یہ پھول دیتے ہیں ان کو Long-short-day-plants کہا جاتا ہے۔اسی طرح بعض پودے ایسے ہیں جن میں پھولوں کے آنے کیلئے مختصر دنوں کے بعد طویل مدتی دنوں کی ضرورت ہوتی ہے ان کو Short-Long-day-plants کہا جاتا ہے۔

12.3.4 دن کی ضروری طوالت (Critical Day length)

وہ ضیائی عرصہ (Photo period) جو پھولوں کے لگنے کیلئے درکار ہوتا ہے ضروری یا Critical day length کہلاتا ہے۔ایسے پودے جو Critical day length سے کم ضیائی عرصہ میں پھول دیتے ہیں وہ مختصر مدتی دن والے (Short day plants) کہلاتے ہیں۔ بر خلاف اس کے ایسے پودے جو پھول آنے کیلئے Critical day length سے زیادہ ضیائی عرصہ کے متقاضی ہوتے ہیں طویل مدتی دن والے (Long day plants) کہلاتے ہیں۔

12.3.5 ضیائی عرصہ کی اثراندازی کا مقام

(Site of Perception of the Photoperiod stimulus)

ضیائی عرصہ کا اثر پتوں پر ہوتا ہے یا پھر Pharbitis nil نامی پودے میں بیج پتیوں (Cotyledons) میں بھی ہوتا ہے۔ہر دو صورتوں ضیائی عرصہ کی اثر انگیزی کا مقام پتہ ہی ہے۔

یہ بات واضح ہے کہ پودوں میں پھولوں کے آنے کی شروعات کیلئے ضیائی عرصہ (Photoperiod) کی از حد ضرورت ہے۔ہر چوبیس گھنٹوں میں روشنی اور اندھیرے کا وقفہ ہوتا ہے چنانچہ یہ بات جاننا ضروری ہے کہ پھولوں کے ابتدائی مادہ (Flower primordia) کے بننے کیلئے روشنی کا عرصہ اہم ہے یا اندھیرے کا۔Xanthium کے پودے میں تجربات میں یہ دیکھا گیا روشنی کے عرصہ کو متاثر کرنے پر یا اس میں رکاوٹ ڈالنے سے پھولوں کے آنے میں کوئی فرق نہیں آیا جب اندھیرے سے دو گھنٹے قبل بہت زیادہ روشنی فراہم کی گئی۔ لیکن پھول اسوقت نہیں آئے جب اندھیرے کے عرصہ (Dark period) میں صرف کچھ مختصر وقت ہی کے لیے روشنی فراہم کی گئی ۔ اس سے یہ بات اخذ کی گئی کہ مختصر دن والے پودوں میں پھولوں کے آنے کے لیے مسلسل اور بلارکاوٹ (Uninterrupted) اندھیرے کا عرصہ ضروری ہے۔

اس کے بر خلاف طویل مدتی دن والے پودوں میں پھولوں کا آنا اندھیرے کے مسلسل اور بلارکاوٹ عرصہ سے رک جاتا ہے۔اگر طویل اندھیرے کی مدت میں ایک مختصر سی ہی روشنی فراہم کی جائے تو پھولوں کی شروعات ہو جاتی ہے۔یہ پتہ چلتا ہیکہ بہت سے طویل مدتی پودوں میں پھول آنے کیلئے مسلسل روشنی کا عرصہ درکار ہتا ہے اور ان میں اندھیرے کے عرصہ کی ضرورت نہیں رہتی۔

اندھیرے کے عرصہ میں روشنی کی فراہمی سے خلل پیدا کرنے کو Night break کہا جاتا ہے۔اس طرح کے خلل پیدا کرنے کے عمل کو تجارتی طور پر استعمال کیا گیا ہے۔ مثال کے طور پر Chrysanthemum مختصر مدتی پودے ہیں اور ان کا لازمی ضیائی عرصہ 13 گھنٹے ہے۔اس میں Night break کے استعمال سے نباتاتی عرصہ (Vegetative phase) کو بڑھایا جاسکتا ہے اور پھولوں کی شروعات کو موخر کیا جاسکتا ہے۔ اس طرح پھولوں کی فعل کو کنڑول کیا جاکر پھول اسی وقت حاصل کیئے جاتے ہیں جب مارکٹ میں ان کی مانگ ہو۔ پھولوں کی فصل کے دورانیہ (Duration) کو بھی بڑھایا جاسکتا ہے اور ایک عرصہ تک باغبان پھولوں کی فصل حاصل کرتے رہتے ہیں۔ دوسرے کئی ایک آرائشی پودوں میں بھی اس طرح کے نتائج حاصل کیئے جاسکتے ہیں جو انہیں گرین ہاؤز میں اگا کر حاصل کیئے جاتے ہیں۔ گرین ہاؤز میں درجہ حرارت اور ضیائی عرصہ (Photoperiod) کو کنڑول کیا جاتا ہے۔

12.3.6 روشنی کی نوعیت کا اثر (Effect of light quality of the night break)

Night break کے دوران روشنی کا اثر روشنی کے طول موج (Wave length) پر ہوتا ہے۔ اس امر کا مطالعہ کرنے کیلئے Xanthium کے پودوں کو ایسے ضیائی عرصہ (12L/8D) میں اگایا گیا جسے میں پودوں میں پھول نہیں آتے۔ چار یا پانچ اچھی طرح نمو یافتہ آجانے کے بعد پتوں کو توڑ لیا گیا اور صرف ایک ایسے پتے کو پودے پر رہنے دیا گیا جو سب سے آخری نمودار ہوا تھا پودوں کو پھر موافق ضیائی عرصہ (Inductive Photocycle 15L/9D) کا ایک دور (Cycle) دیا گیا۔اس طرح کے عمل کے تحت پودے پھول دینے لگتے ہیں۔ تاہم اس میں اندھیرے کے وقفہ کو اگر چھیڑا جائے یعنی اس میں مختصر عرصہ کیلئے روشنی فراہم کی جائے تو پھول آنے کا عمل نہیں ہوتا۔ روشنی کی مخصوص نوعیت کو سمجھنے کیلئے پودوں میں انفرادی پتوں کو مختلف طول موج کی روشنی فراہم کی گئی۔

Borth wick اور ساتھیوں نے (1952) دیکھا کہ سرخ روشنی (660nm) اور زیادہ سرخ روشنی (Far-red light 730nm) پھولوں کے آنے کیلئے سب سے زیادہ موثر ہیں۔ ان کے اثرات کو شکل میں ظاہر کیا گیا ہے Xanthium میں ایک موافق ضیائی عرصہ (9L/15D) کی فراہمی سے پھولوں کی شروعات ہو جاتی ہے لیکن اگر اندھیرے کے وقفے میں سفید روشنی (b) یا سرخ روشنی (c) سے خلل اندازی کی جائے تو پھول نہیں آنے پانے اور پودوں میں صرف نباتاتی نشو نما ہی ہوتی ہے۔ زیادہ سرخ روشنی (d) کا کچھ اثر نہیں ہوتا اور پودے ایسے ہی رہتے ہیں جیسے وہ مسلسل اندھیرے کے بعد رہتے ہیں (a)۔ جب زیادہ سرخ روشنی کی ایک رو (flash) سرخ روشنی (e) کی رو کے فوری بعد فراہم کی جاتی ہے تو سرخ روشنی (c) کا اثر معدوم ہو جاتا ہے اور پھول آنے لگتے ہیں۔ جب زیادہ سرخ روشنی (f) کے بعد سرخ روشنی دی جاتی ہے تو پودے نباتاتی نمو کی حالت میں ہی رہتے ہیں۔ یہی صورت حال سفید روشنی (b) اور سرخ روشنی (c) کے night break میں دیکھی جاتی ہے۔

طویل دن والے پودوں میں سرخ اور زیادہ سرخ روشنی کا اثر بھی شکل میں دکھایا گیا ہے۔ طویل دن والے پودوں میں پھول اسوقت آتے ہیں جب ضیائی عرصہ (Photocycle) اس کے لازمی ضیائی عرصہ (Critical length) سے زیادہ ہو اور ان میں پھولوں کا آنا اس وقت رک جاتا ہے جب مسلسل بلار کاوٹ اندھیرے کا عرصہ رہے۔ (9L/15D) کے ضیائی عرصہ کے تحت ایک طویل مدتی پودا نباتاتی حالت ہی میں رہتا ہے۔ اگر اندھیرے کے طویل عرصہ میں سفید روشنی (b) یا سرخ روشنی (e) سے خلل اندازی کی جائے تو پھر پھول آنے شروع ہو جاتے ہیں۔ زیادہ سرخ روشنی (d) کا کوئی اثر مرتب نہیں ہوتا اور پودے نباتاتی حالت ہی میں رہتے ہیں۔ تاہم سرخ اور زیادہ سرخ روشنی پھولوں کے آنے کی عمل پر باہم عمل سے اثرانداز ہوتے ہیں۔

12.3.7 فلوریجن (Florigen)

فلوریجن (Florigen) وہ مادہ ہے جو پھولوں کے آنے کے عمل کو متحرک کرتا ہے۔ یہ پتوں میں پیدا ہوتا ہے اور وہاں سے چوٹی (Apical) اور جانبی Meristem کو منتقل ہوتا ہے۔ یہ پتوں میں پیدا ہوتا ہے اور پھولوں کے پیدا ہونے والے مقامات کو منتقل ہوتا ہے۔ گرافٹنگ (Grafting) کے تجربات سے بھی یہ بات عیاں ہوئی یہ مادہ قابل منتقل ہوتا ہے۔ اس مادہ کو Florigen کا نام روسی ماہر فعلیات (M.kh. Chailakhyan) نے سال 1937ء میں دیا۔

یہ ثبوت کہ فلوریجن مختصر دن والے پودوں اور طویل دن والے پودوں میں ایک جیسا ہوتا ہے گرافٹنگ کے تجربات سے ملا Maryland Mammoth جو ایک مختصر دن والا پودا ہے طویل دن والے پودے Hyoscyamus niger سے گرافٹنگ کے ذریعے جوڑا گیا۔ اب یہاں پر جوڑے گئے پودے طویل دن اور مختصر دن دونوں حالتوں میں پھول دینے لگے۔

ایک مختصر دن والے پودے (Pharbitis) میں یہ دیکھا گیا کہ اس مادہ کے بننے کیلئے 18 گھنٹے کا وقت درکار ہوتا ہے اور پتوں سے اس کے Meristems کی منتقلی کیلئے مزید 4 گھنٹے کا عرصہ درکار ہوتا ہے۔ اس پودے میں اس مادہ کی منتقلی کی شرح بھی دیکھی گئی جو تقریباً $50cmh^{-1}$ تھی۔ اسی طرح کے دوسرے تجربات میں جو طویل دن والے پودے (Lolium temulentum) میں کئے گئے اس مادہ (Flowering stimulus) کا منتقلی کی رفتار $2cmh^{-1}$ پائی گئی۔ منتقلی کی یہ شرح سکروس (Sucrose) اور دوسرے نامیاتی مادوں کی منتقلی کی شرح سے بہت کم ہے جو فلوئیم میں $150cmh^{-1}$ تک ہوتی ہیں۔

Chailakhyan (1937) کے فلوریجن (Florigen) کے نظریہ سے بعد میں کئی ایک مطالعہ جات نے پودوں میں پھولوں کے آنے کی بابت اور کئی نظریات کے پیش ہونے کی راہ ہموار کی۔ کئی سائنس دانوں نے یہ بتایا کہ IAA بہت سے پودوں میں پھولوں کے آنے کا سبب ہوتا ہے۔ پودوں میں ہارمون کی دوسری اقسام جیسے جبرلنس، سائیٹوکائینن، ABA آبسیک ایسڈ اور ایتھیلین کی دریافت سے یہ بات بھی سامنے آئی کہ یہ ہارمونس بھی پودوں میں پھولوں کے آنے کے عمل میں حصہ لیتے ہیں۔ یہ بات بعید از قیاس ہے کہ

پھولوں کے لگنے کا ذمہ دار مادہ صرف (Florigen) ہی ہے۔ اگرچیکہ پھولوں کے لگنے سے پہلے پتوں میں واقع ہونے والے تمام عمل پوری طرح سے آشکار نہیں لیکن یہ ماننے میں کوئی تامل نہیں کہ یہ تبدیلیاں (Phytochrome) کے عمل سے شروع ہوتی ہیں جس کے نتیجے میں دوسرے ہارمونس میٹابالک مادے اور دوسرے مادے جیسے ATP، NAD، FAD اور Nucleotides کی موجودگی کی سطح میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ میٹابالزم میں تبدیلی سے ایک مادہ متحرک ہوتا ہے جو پتوں سے Apical meristem کو منتقل ہوتا ہے۔ یہ بات تسلیم کرنے کیلئے اچھا ثبوت ہے کہ مختلف پودوں میں مختلف طریقے (Pathways) ہوتے ہیں جو پھولوں کے لگنے کا باعث ہوتے ہیں۔

12.3.8 تنے کا راسی حصہ (Shoot Apex)

پھولوں کے ابتدائی مادہ (Flower primordial) کے بننے اور اس کی شروعات کے لیے جتنے بھی عمل وقوع پذیر ہوتے ہیں ان میں سے کوئی بھی عمل ان سے زیادہ اہم نہیں ہو سکتا جو تنے کے آخری حصہ یا راسی حصہ (Short apex) میں انجام پاتے ہیں۔ پتے بننے کا عمل رک کر پھولوں کی ابتدائی مادہ کے تیاری کی طرف ہو جاتا ہے۔

Flower primordia بننے کے بعد مزید نمو کے نتیجے میں اکمامہ (Sepals) ، پنکھڑیاں (Petals) ، anther، Pistil وغیرہ بنتے ہیں۔ اس سے پودوں کی فعلیات میں بھی ایک تبدیلی آتی ہے جو پودوں کے اندر رطوبت کی سطح، نامیاتی مادوں کی منتقلی، غیر نامیاتی مادوں کی از سر نو تقسیم اور مختلف اعضاء کی نشو نما کی شرح بدل دیتے ہیں۔

Wardlaw نامی سائنس داں نے کہا کہ تنے کا راسی حصہ ان خلیوں کے مجموعہ پر مشتمل ہوتا ہے جو اعضاء کے بننے کے کام میں ہوتے ہیں۔ انہی سے پودوں کے مختلف اعضاء بنتے ہیں۔ اس کا آخری حصہ (D) بڑھتے ہوئے تنے کی برقراری نمو کا ذمہ دار ہوتا ہے۔ اس کا پہلے کا حصہ (SD) بھی اسی کام کیلئے ہوتا ہے لیکن مقامی کیمیائی یا حیاتیاتی کیمیائی عمل کے زیر اثر خلیوں کے الگ الگ گروپ بن جاتے ہیں جو Organogenic region (OR)) میں مختلف اعضاء کا ابتدائی مادہ (Primordia) بناتے ہیں۔ Subapical region (SA) میں اعضاء کے ابتدائی مادہ سے اعضاء بنتے دیکھائی دیتے ہیں۔ یہ اعضاء (Region of Maturation (M)) میں پوری طرح سے نمو پاکر پختگی کو پہونچتے ہیں۔

یہ بات واضح ہے کہ تنوں کا آخری حصہ خلیوں کی تقسیم، بڑھوتی اور مختلف اعضاء میں ڈھلنے کا مرکز ہے۔ یہاں خلیے نئے سائیٹوپلاسم مادے بناتے ہیں جو جھلیوں اور اعضاء کی تشکیل میں کام آتے ہیں۔ یہاں پر نئے آنے والے پتے ایک خاص ترتیب میں ہوتے ہیں اور دوسرے اعضاء بھی مخصوص جگہوں پر جڑتے ہوتے ہیں۔ ان سب اعضاء کا ایک خاص ترتیب میں ہونا اس بات کو ظاہر کرتا ہے کہ تنوں کی چوٹی میں اعضاء کے بننے کا عمل۔ ایک منظم طریقے پر انجام پاتا ہے۔ پودوں کو جب موافق ضیائی عرصہ میسر آتا ہے اس کے 24 گھنٹوں کے اندر ہی تنوں کی چوٹی میں خلوی تقسیم کا عمل تیز ہونا شروع ہو جاتا ہے۔ اس کے ساتھ RNA، DNA اور Histones بھی بنتے ہیں۔ نیوکلک میٹابالزم

اور نئے پروٹینی سالمات کے بننے کا عمل بھی ہوتا ہے جس کے لیے تحریکی مادہ(Stimulus)پتوں سے وصول ہوتا ہے۔ تنوں کی چوٹی میں ہونے والی تبدیلیاں اس طرح پھولوں کے بننے(Floral Organs)کی بھی راہ ہموار کرتے ہیں۔

12.3.9 حیاتیاتی گھڑی(The Biological Clock)

ضیائی عرصہ کے تاثر(Photoperiodism)کا ایک اہم پہلو وقت کی صحیح پیمائش ہے۔ مثال کے طور پر Xanthium پودے میں درکار لازمی روشنی کا عرصہ 15 گھنٹے اور 40 منٹ ہے۔ اگر پودوں کو 12 گھنٹے کی روشنی اور 8 گھنٹے کا اندھیرا دیا جائے تو پودے پھول نہیں دیتے حالانکہ یہ صرف 20 منٹ کا ہی فرق ہے۔ دوسرے پودوں میں دیکھا گیا ان میں پانچ منٹ اور دس منٹ کے وقفہ کی بھی پیمائش کی جاسکتی ہے۔

ضیائی عرصہ کے تاثر کے علاوہ پودوں میں اور دوسرے افعال بھی ہیں جو بالکل وقت کی پابندی یا وقت کے تعین کے ساتھ انجام پاتے ہیں ان میں پتوں سے CO_2 کا اخراج، خلوی تقسیم، اینزائم کا عمل، پھولوں کی مٹھاس سے نکلنے والی خوشبو اور پھول کی پنکھڑیوں کی حرکات شامل ہیں۔

ان میں بہت سے ایسے عمل ہیں جو رات اور دن کے ایک خاص دورانیہ کے پابند ہوتے ہیں۔ ان کی زیادہ تر انجام دہی دن کی روشنی میں ہوتی ہے اور رات کے اوقات میں کم ہوتی ہے۔ رات اور دن کی حرکات(Rhythms)کا Phaseolus multiflorus میں مشاہدہ کیا گیا۔ یہ دیکھا گیا کہ دن کے اوقات میں پتے بالکل افقی حالت میں ہوتے ہیں جب کہ رات کے وقت میں یہ پتے عمودی وضع میں آجاتے ہیں۔ اگر اس پودے کے بیجوں کو مستقل سفید روشنی میں نمو پانے دیا جائے اور نوخیز پودوں(Seedlings)کو بھی اسی روشنی میں رہنے دیا جائے تو پتے اپنی افقی حالت اور عمودی حالت(Sleep movements)ظاہر نہیں کرتے۔ پودوں کو اگر ایک مرتبہ 8 تا 10 گھنٹے اندھیرا کا دور فراہم کیا جائے اور پھر انہیں مسلسل سفید روشنی میں رکھا جائے تو پتوں میں حرکات ظاہر ہوتی ہیں جو شکل میں بتائی گئی ہیں۔ یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ پتوں کی حرکات کی کل مدت 24 گھنٹے نہیں ہے بلکہ یہ 22 گھنٹے اور 27 گھنٹے کے درمیان ہے۔ دوسرے جانداروں میں حیاتیاتی عمل کی مدت 22 گھنٹے اور 20 گھنٹے کے درمیان بھی دیکھی گئی۔ چونکہ یہ مدت بالکیہ 24 گھنٹے کی نہیں ہے بلکہ یہ صرف ایک اندازاً متعین کی ہوئی ہے اس کو Circadian rhythms کا نام دیا گیا ہے۔(Circa=about, diem =day)

پتوں کے حرکات حیاتیاتی وقفہ سے افعال کی انجام دہی کا پتہ دیتے ہیں۔ کسی بھی فعل کے شروع ہونے کیلئے ایک اشارہ کی ضرورت ہوتی ہے ایک دفعہ عمل شروع ہو جائے تو یہ جاری رہتا ہے۔ P. multiflorus پودے میں یہ حرکات کے شروع ہونے کیلئے درکار اشارہ (Signal)اندھیرا کا وقفہ ہے جس کے بعد ہلکی روشنی یا گہری روشنی کا وقفہ دیا جائے۔ ایک دفعہ یہ عمل شروع ہو جائے تو یہ 24 گھنٹوں کی

مدت میں باقاعدگی کے ساتھ دہرایا جاتا ہے۔اس طرح کے باقاعدگی کے ساتھ حرکات کی انجام دہی کیلئے سمجھا جاتا ہے۔پودوں میں ان کو وقت کے پابند بنانے کیلئے ایک اندرونی نظام ہوتا ہے جس کو ایک اندرونی گھڑی بھی سمجھا جاسکتا ہے۔

Bunning (1967) نے بتایا کہ پودوں میں عمل کی مدت دن اور اندھیرے کے مدت کے تابع ہوتی ہے۔ روشنی اور اندھیرے کی مدت تقریباً12 گھنٹے کی ہوتی ہے روشنی کی مدت(Photophile stage) کے دوران پودے ایک خاص طرح سے رد عمل ظاہر کرتے ہیں اور اندھیرے کی مدت(Scotophile period) میں دوسری طرح کا رد عمل ظاہر کرتے ہیں

اندرونی گھڑی میں روشنی کی مدت(Photophile phase) اور اندھیرے کی مدت میں (Scotophile period) ہونے والے عمل کی نوعیت اور دراصل جاندار خلیوں کی خصوصیات میں سے ہے۔مثال کے طور پر ایک خلوی جانداروں میں بھی یہ حیاتیاتی حرکات ہوتے ہیں تو کثیر خلوی جانداروں میں بھی ہوتی ہیں۔ پودوں میں حیاتیاتی گھڑی کا جائے وقوع کہ یہ کہاں پر ہوتی ہے معلوم نہیں ہے۔ یہ قیاس کیا جاتا ہے اس میں بہت سے خامرے حصہ لیتے ہیں جن کے عمل سے یہ حیاتیاتی گھڑی چلتی ہے اور اس کے حساب سے مختلف کام اپنے اپنے وقت پر انجام پاتے ہیں۔

12.4 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

پودوں میں پھولوں کے لگنے کا عمل روشنی اور اندھیرے کی مدت یعنی شعاعی دورانیت (Photoperiodism) سے گہرا تعلق رکھتا ہے، جس کا تصور سب سے پہلے گارنر اور الارڈ(1920) نے پیش کیا۔اس کے مطابق پودوں کو تین اقسام میں تقسیم کیا جاتا ہے: مختصر دن والے، طویل دن والے اور ڈے نیوٹرل پودے۔ ہر پودا اسی وقت پھول دیتا ہے جب اسے درکار دن کی مخصوص مدت (Critical day length) میسر آتی ہے۔ تحقیق سے معلوم ہوا ہے کہ پتے اس عمل میں مرکزی کردار ادا کرتے ہیں، جہاں فلورل ہارمون (Florigen) بنتا ہے اور پھر تنے کی چوٹی تک منتقل ہو کر پھولوں کی تشکیل شروع کرتا ہے۔ اس عمل میں فائیٹوکروم (Phytochrome) نامی رنگدار مادہ روشنی کو محسوس کر کے پھولوں کے وقت کو منظم کرتا ہے۔ مزید برآں، پھولوں کے بننے میں اندرونی عوامل (جیسے فلوریجن اور حیاتیاتی گھڑی) اور بیرونی عوامل (جیسے روشنی اور درجہ حرارت) دونوں اہم ہوتے ہیں، اور انہی کے باہمی اثر سے پودوں میں پھول آنے کا عمل مکمل ہوتا ہے۔

12.5 کلیدی الفاظ (Keywords)

ضائی عرصہ کا تاثر(Photoperiodism)، مختصر دن والے پودے، طویل دن والے پودے، ڈے نیوٹرل پودے(Day Neutral plants)، پھول لگنے کی تحریک(Photoperiodic stimulus)، فلورل ہارمون، فائیٹوٗ کروم

(Phytochrome)،Photoreceptor روشنی جذب کرنے والے مادے، ماحولیاتی عناصر، حرارت، روشنی، ضیائی تاثر، دن کی درکار طوالت، روشنی کی نوعیت، فلوریجن، تنے کا راسی حصہ، حیاتیاتی گھڑی۔

12.6 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

12.6.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Types Questions)

1۔ شعاعی دورانیت کو سب سے پہلے کونسے سائنسدانوں نے مشاہدہ کیا۔

(a)۔ گارنر اور الارڈ (b)۔ Watson & Crick

(c)۔ ڈارون (d)۔ کوئی بھی نہیں

2۔ صغیر النہار میں دن کی مدت۔۔۔۔ گھنٹوں سے زیادہ نہیں ہے۔

(a)۔ 10 گھنٹے (b)۔ 12 گھنٹے (c)۔ 18 گھنٹے (d)۔ کوئی بھی نہیں۔

3۔ Mutant پودے جو بہت لامبے اور بڑے پتے والے تھے ان کو نام دیا گیا۔

(a)۔ Maryland Mammoth (b)۔ Nicotina tobacum

(c)۔ Carceena (d)۔ کوئی بھی نہیں۔

4۔ ۔۔۔۔۔۔۔ گھنٹوں میں فوٹو پیریڈ کا ایک خاص دورانیہ ایک انڈکٹیو سائیکلی کہلاتا ہے۔

5۔ فلورل ہارمون کو۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔ کا بھی نام دیا گیا ہے۔

6۔ فائیٹو کروم س۔۔۔۔۔۔۔۔ اور۔۔۔۔۔۔ برائیو فائٹس اور الجی میں ہوتے ہیں۔

7۔ فائیٹو کروم پودوں کے۔۔۔۔۔۔۔ پر اثر انداز ہوتا ہے۔

8۔ فائیٹو کروم کی تعریف کیجئے؟

9۔ سر دانا کی تعریف کیجئے۔؟

10۔ حیاتیاتی گھڑی کی تعریف کیجئے؟

12.6.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1۔ فوٹو پیریاڈزم (Photoperiodism) سے کیا مراد ہے۔ اس کے لحاظ سے پودوں کتنے کے قسم ہوتے ہیں۔ مختصر دن والے پودوں کے بارے میں بیان کریں۔

2۔ فلورل ہارمون ایک پودے سے دوسرے پودے کو منتقل کیے جا سکتے ہیں۔ تجربہ و شکل کی مدد سے بیان کریں۔

3۔ پھولوں کے آنے میں مراحل کو خاکہ کے ذریعے ظاہر کریں۔ گارنر اور الارڈ کا پھول آوری کا تجربہ بیان کیجئے۔

4۔ ڈے نیوٹرل پودوں سے کیا مراد ہے۔ مختصر دن والے، طویل دن والے اور ائے نیوٹرل پودوں کی مثالیں لکھئے۔

5۔ فلوریجن پر تفصیلی نوٹ لکھیں۔

12.6.3 طویل جوابات کے حامل سوالات(Long Answer Type Questions)

1۔ پودوں میں پھول لگنے کی شروعات(Induction) کس طرح ہوتی ہے۔

2۔ فلورل ہارمون(Floral hormone) کی نوعیت بیان کریں۔

3۔ فلیٹوکروم پودوں کے کونسے حصوں میں ہوتے ہیں۔ فائیٹوکروم کے افعال کیا ہیں۔

4۔ دن کی ضروری طوالت(Critical day length) سے کیا مراد ہے

5۔ پھول کے بننے میں شعاعی دورانیت کے رول کے بارے میں لکھئے۔

Key: 1.a 2.b 3.a 4. 24 گھنٹ 5.فلوریجن (Florigen)
پھول آنے کے عمل / (Photoperiodism) شعاعی دورانیت 7. موجود ہوتے ہیں.6

8.فائیٹوکروم ایک روشنی جذب کرنے والا رنگدار پروٹین (Pigment) ہے جو پودوں میں روشنی کے اثرات کو محسوس کرکے پھول آنے اور نشوونما کو کنٹرول کرتا ہے۔

سردانہ (Vernalization) کی تعریف :بیج یا پودے کو کم درجہ حرارت دینے کا عمل جس سے پھول آنے کا عمل تیز ہو جاتا ہے، اسے سردانہ کہتے ہیں۔

10۔حیاتیاتی گھڑی کی تعریف :پودوں کے اندر موجود ایک قدرتی نظام جو ان کے افعال (جیسے پھول آنا، نشوونما) کو وقت اور دن رات کے حساب سے منظم کرتا ہے، حیاتیاتی گھڑی کہلاتا ہے۔

BNBY401DCP

نباتی فعلیات اور تحویل

(Plant Physiology and Metabolism)

لیب مینول

(Lab Manual)

اکائی 13(A) : پوٹاٹو اسموا سکوپ تجربہ

(Potato Osmoscope Experiment)

تمہید(Introduction)

پودے ولوج کے ذریعے پانی جذب کرتے ہیں۔ولوج کے دوران کم ارتکاز والا محلول زیادہ ارتکاز والے محلول میں نفوذ پذید جھلی (Semipermeable membranes) کے ذریعہ منتقل ہوتا ہے۔اس تجربے میں پوٹاٹو آسموا سکوپ کی دیوار سے نفوذ پذید جھلی کی طرح برتاؤ کرتی ہے۔

مقاصد(Objectives)

اس اکائی میں کم ارتکاز والا محلول زیادہ ارتکاز والے محلوم میں نفوذ پذید چھلی کے ذریعہ داخل ہوتا ہے ۔یہ عمل ولوج (Osmosis) کہلاتا ہے۔ اس تجربہ میں ہم آلو کے بصلے (Potato tuber) کے ذریئے ولوج کا مشاہدہ کریں گے۔

اُصول(Principle)

پودے کے خلیے پانی کو عمل ولوج کے ذریئے جذب کرتے ہیں۔اس میں محلل (Solvent) کے سالمات نفوذ پذی جھلی کے ذریئے داخل ہوتے ہیں۔اگر یہ سالمات بیرونی جانب سے اندرونی جانب ہو تو اس کو Endosmosis کہتے ہیں۔

ضروری اشیا(Material required)

- تازہ آلو کا بصلہ (Fresh Potato tuber)
- بلیڈ (Blade) پیٹری ڈش (Petri dish)
  اسپاٹولا (Spatula) یا چمچہ، پلاسٹک کا منقادہ
  10 ml پیپٹ 2ml pipette کا، نمک (Salt) پانی (Water) پیپر پن (Paper pin)

طریقۂ عمل(Procedure)

- ایک منقادہ میں تھوڑا پانی لے کر اس میں نمک کو ڈال کر کے اسکا محلول تیار کر لیں جو زیادہ ارتکاز والا محلول ہے۔
- ایک آلو کا بصلہ لیجئے اس کو دو مساوی حصوں میں کاٹ لیجئے۔
- دونوں آدھے حصوں کو مربع کی شکل میں کاٹ لیں۔اسکے مرکز میں 1.5 سینٹی میٹر لانبائی کا گڑا بنا ہے۔اسکے اندر کھفہ بنتا ہے۔
- اب آلو کے اسی حصے میں نمک کا محلول ڈال کر ایک پن لگا ئیے یہ اسکی ابتدائی ریڈنگ ہوتی ہے۔

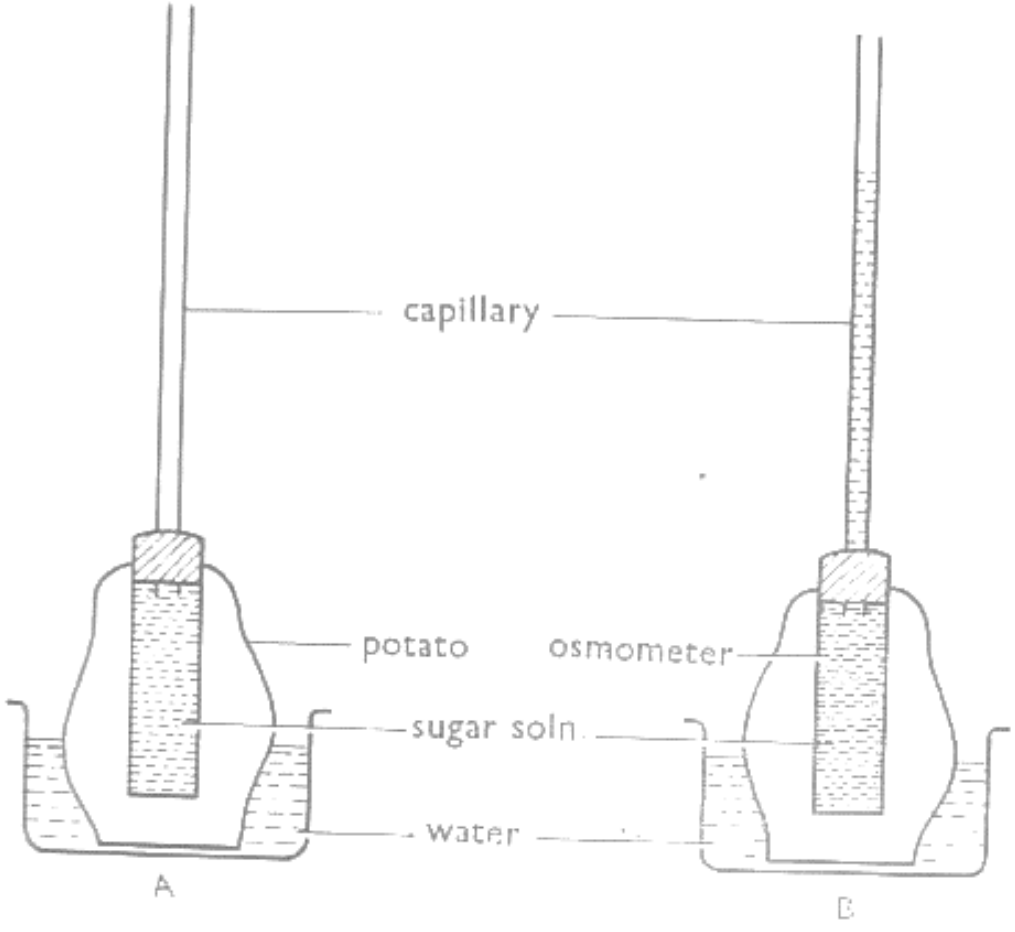
- آلو کے اسی بصلے کو ایک بڑے استوانے میں رکھنے سے صرف نچلی جانب پانی بھرا ہوتا ہے۔
- اس طرح کے آلات کو ایک گھنٹے تک رکھئے۔

مشاہدہ(Observation)

- ایک گھنٹے کے بعد مشاہدہ کیا جائے تو آلو کے کھفے میں آندرونی جانب پانی کی سطح میں اضافہ ہوتا ہے۔

نتیجہ(Result)

- آلو کے بصلے کے بیرونی جانب سے سالمات اندرونی جانب پوٹاٹو آسموا سکوپ کے خلیوں کے ذریعہ اندر داخل ہوتے ہیں۔ یہ عمل (Endosmosis) کہلاتا ہے۔ یہ عمل جب تک جاری رہتا ہے جب تک کہ دونوں محلولوں کا ارتکاز جاری رہتا ہے۔ جب تک کہ دونوں محلولوں کا ارتکاز مساوی نہ ہو جائے۔



شکل13: Demonstration of Osmosis by using Potato Osmometer. A. At the start and B at the close of experiment. Note the level in two conditions

(Source: A Text book of Practical Botany 2, Bendre and Kumar, Rastogi Publications Meerut, New Delhi)

مشق(Exercise)

طلباء کو اب آلو کا بصلہ (Potato tuber) اور تمام اشیا مہیا کی جاتی ہے۔

طلباء اس تجربہ کو کر کے اسکا نامزدہ خاکہ اُتار کر خالی دی گئی جگہ میں طریقہ عمل، مشاہدہ اور نتیجہ کو نیچے دی گئی جگہ میں اسکے بارے میں تفصیل سے لکھئے۔

اپنی معلومات کی جانچ کیجئے۔

اپنی معلومات کی جانچ کے لیے ذیل میں دئے گئے سوالات کے جوابات دی گئی جگہ میں لکھئے۔

1۔ ولوج کی تعریف کیجئے۔

جواب: ----------

2۔ اسکے مطالعہ کے لئے پوٹاٹو آسموا سکوپ کیوں لیا جاتا ہے۔

جواب: ----------

3۔ پوٹاٹو آسموا سکوپ کے مرکزی کمپے میں کونسا محلول ڈالا جاتا ہے۔

جواب: ----------

4۔ اینڈو آسماسس (Endosmosis) کی تعریف کیجئے۔

جواب: ----------

5۔ پوٹاٹو آسموا سکوپ کے مرکزی کمپے میں پانی کی سطح میں اضافہ کیوں ہوتا ہے۔

جواب: ----------

اکائی(B) 13: پلاسمہ پاشیدگی طریقے سے خلوی رس کے ولوجی بالقوۃ کا تعین

(Determination of Osmatic of cell sap by Plasmolysis method)

تمہید(Introduction)

پودے کے خلیوں کا برتاؤ پانی کی حرکت کے حساب سے اطراف کے محلول پر منحصر ہوتا ہے۔جب پانی خلیہ کے باہر جاتا ہے تو پلازمہ پاشیدگی(Plasmolysis)واقع ہوتی ہے۔اور پودوں میں خلیے کی خلوی جھلی سکڑتی ہے۔اور خلوی دیوار سے دور چلی جاتی ہے۔

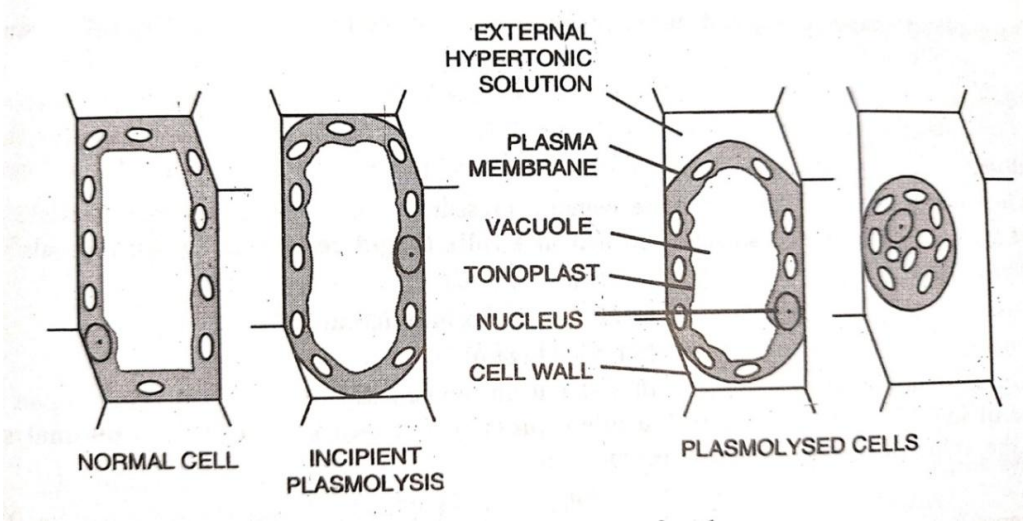
مقاصد(Objectives)

- پتے کے بروں ادمہ(Epidermis)تراشpeelمیں پلازمہ پاشیدگی(Plasmolysis)کا مطالعہ ہے۔

اُصول:

عام طور پر زائد خلیے پانی کی موجودگی کی وجہ سے پھول(Turgid)جاتے ہیں۔

- اگر خلیے کو زائد تنشئی(Hypertonic)محلول میں رکھیں تو خلیے بھی سکڑتے ہیں۔اور کم تنشئی(Hypotonic)میں رکھیں تو یہ پھولتے ہیں۔اگر بیرونی محلول میں خلیہ مائع کا ولوجی دباؤ کو متوازن رکھتے ہیں۔(اس کو مساوی تنشئی محلولIsotonic)کہتے ہیں۔
- جب پانی خلیہ کے باہر جاتا ہے تو پلازمہ پاشیدگی واقع ہوتی ہے۔اور خلیے میں خلوی جھلی سکڑتی ہے۔خلوی دیوار سے دور ہو جاتی ہے۔
- پلازمہ پاشیدگی کا عمل ایکسوآسمائیسس(Exo osmosis)کے مظاہرے کی وجہ سے ہوتی ہے۔



شکل18:Stages in Plasmolysis of a plant cell

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

ضروری اشیاء

- رہیوڈسیکولاریا(Rhoea/Tradescantia)ٹراڈسکیشیا کے پتے،
- 20%سکروز کا محلول یاسوڈیم کلورائیڈ(Sodium chloride)
- (معمولی نمک)کا محلول، سلائیڈ، کورسلپ، سوئی، برش، پیٹری پلیٹ کے دو سیٹس (2 sets)
- واچ گلاسس(Watch glasses)مرکب خوردبین منقارے پانی

طریقہ عمل

- معمولی نمک ایک چمچہ لیکراس کوایک گلاس پانی میں ڈال دیجئے یاسکروز20%کا محلول20 گرام سکروز ک100 ml Distilled waterمیں ملایئے۔
- دوواچ گلاسس(Watch glasses)لیجئے ایک میں10 سے20 قطرے سادہ پانی لیجئے۔ (A)
- دوسری واچ گلاس میں تقریباً10 سے20 قطرے نمک یاسکروز کا محلول لیجئے۔(B)
- اس کوایک میز پرAاور Bنشان لگاکر چھوڑدیجئے۔رہیو یاRhoeaٹراڈسکیشیا(Tradescantia)کی ایک پنسل لے کراسکے اندر ڈالیے۔
- انPeelsکو تقریباً2 سے3 ملی میٹر کے چھوٹے ٹکڑے کیجئے۔
- ان کی واچ گلاسس(Watch glasses)کے(A)اور دوسرے کو(B)میں ڈالئے۔ان کو5 سے6 منٹ کے لئے رکھئے۔
- بُرش کی مدد سے واچ گلاس Aکی Peelکو نکال کر سلائیڈ پر رکھئے۔اس پر کورسلپ لگایئے۔
- اسPeelکو مرکب خوردبین کے magnification Low Power میں مشاہدہ کیجئے۔اسPeelکے چند خلیوں کا خاکہ اُتاریئے۔
- اب دوسریPeelکو واچ گلاس Bسے لیجئے۔اس کو بھی سلائیڈ پر رکھکر کورسلپ لگایئے۔
- اسPeelکو Magnification Low Power میں مشاہدہ کیجئے۔
- Aاور Bکے خلیوں کے خاکوں کا تقابل کیجئے۔

مشاہدہ(Observation):Aاور Bخلیوں کے Peelsکو اُتار کر اسکا تقابل اور فرق دیکھ سکتے ہیں۔

نتیجہ(Result):B Peelکے خلیوں میں پلازمہ پاشیدگی کو ظاہر کرتے ہیں۔

احتیاط(Precautions):

I۔Peelتراشامیں کہیں بھی سبز رنگ نہیں رہنا چاہئے۔

ii۔ تراشے کو ہوا کی جانب نہیں رکھنا چاہئے۔ اس کو خشک ہونے سے بچایا جائے۔

iii۔ سلائیڈ اور کور سلپ میں پانی کی کچھ مقدار رکھنی چاہئے۔

مشق (Exercise)

طلبائ کو اب رہیوٹراڈ سکیشیا (Tradescantia) کے پتے اور تمام اشیا مہیا کی جاتی ہے۔ طلباء اس تجربہ کر کے اسکا نامزدہ خاکہ اتار کر خالی دی گئی جگہ میں طریقہ عمل، مشاہدہ اور نتیجہ کو نیچے دی گئی خالی جگہ میں اسکے بارے میں تفصیل سے لکھئے۔

اپنی معلومات کی جانچ کے لئے ذیل میں دئے گئے سوالات کے جوابات دی گئی جگہ میں لکھئے۔

1۔ پلازمہ پائیدگی کی تعریف کیجئے؟

جواب: ----------

2۔ کم تنشئی محلول(Hypotonic) سے کیا مراد ہے؟

جواب: ----------

3۔ زائد تنشئی محلول(Hypertonic) کسے کہتے ہیں؟

جواب: ----------

4۔ مساوی تنشئی محلول(Isotonic) کسے کہتے ہیں؟

جواب: ----------

5۔ پلازمہ پائیدگی کے لئے کونسے پتے لئے جاتے ہیں؟

جواب: ----------

اکائی(A) 14 کوبالٹ کلورائیڈ کے طریقے سے سریان کی شرح کا تعین

(Determination of rate of transpiration by Cobalt chloride method)

تمہید(Introduction)

پانی ہر جاندار کے لیے نہایت ضروری ہے کیونکہ پروٹوپلازم کا بڑا حصہ پانی پر مشتمل ہوتا ہے۔ پودے اپنی نشوونما، بالیدگی، تولید اور دیگر حیاتیاتی افعال کے لیے پانی کو جڑوں کے ذریعے جذب کرتے ہیں، جو بعد میں پورے پودے میں منتقل کیا جاتا ہے۔ تاہم جذب شدہ پانی کا تقریباً 95 فیصد حصہ بخارات کی صورت میں پودے کی ہوائی سطحوں سے خارج ہو جاتا ہے، جبکہ باقی پانی مختلف حیاتیاتی عملوں میں استعمال ہوتا ہے۔ پودوں کی سطحوں سے پانی کے بخارات کی صورت میں اخراج کے اس عمل کو **سریان (Transpiration)** کہا جاتا ہے۔

سریان کے عمل کو مختلف سادہ تجربات جیسے بیل جار(Bell jar) ،پوٹومیٹر (Potometer) اور کوبالٹ کلورائیڈ کاغذ کی مدد سے آسانی سے ظاہر کیا جا سکتا ہے۔ اس عمل کا مشاہدہ پتے کی اوپری اور نچلی سطحوں پر بھی کیا جا سکتا ہے۔ سریان بنیادی طور پر پودوں کے دہن (Stomata) کے ذریعے ہوتا ہے، جبکہ کچھ مقدار کٹیکل(Cuticle) ،لینٹی سلز (Lenticels) اور چھال (Bark) کے ذریعے بھی خارج ہوتی ہے۔ ان میں دہن سب سے اہم راستہ ہے، اسی لیے سریان کو ایک اہم فعلیاتی (Physiological) عمل تصور کیا جاتا ہے۔

مقاصد:

اس اکائی میں آپ جان جائیں گے کہ

- ☆ سریان کسے کہتے ہیں۔
- ☆ کتنے قسم کا سریان کا عمل ہوتا ہے۔
- ☆ کیا کیا طریقے ہیں جس سے ہم سریان کا عمل دیکھ سکتے ہیں۔
- ☆ اس یونٹ میں آپ دیکھ سکیں گے کہ کوبالٹ کلورائیڈ کاغذ کے طریقوں سے بالائی(Upper)اور زیرین(Lower)پتوں کے سطحوں سے سریان کے ذریعے پانی کے اخراج کی نسبتی شرح ظاہر کرنے کی کوشش کریں گے۔

اُصول:

کوبالٹ کلورائڈ کاغذ جب خشک ہوتا ہے تو وہ نیلہ (Blue)ہوتا ہے اگر اس کاغذ کے پٹیوں(Strips)کو پانی یا رطوبت حاصل کرنے پر وہ گلابی رنگ میں تبدیل ہوتے ہیں۔ اس اصول کے لحاظ سے جب کوبالٹ کلورائیڈ کے Strips پتوں پر چسپاں کئے جائے تو یہ نیلے کاغذ گلابی رنگ میں بتدریج تبدیل ہونگے۔ ایسا کیوں ہوتا ہے؟ کیوں کے آپ جانتے ہیں پتوں سے دہن کے مقام سے آبی بخارات خارج

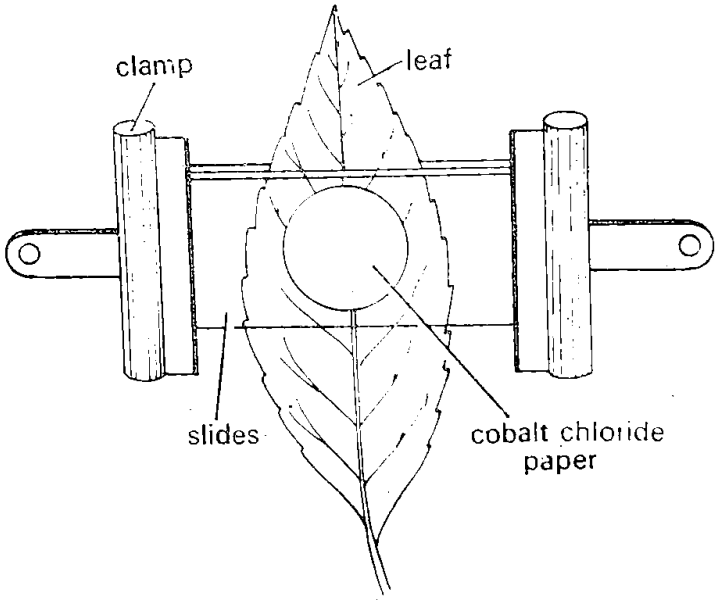
ہوتے ہیں جس سے نیلے رنگ کے کو بالٹ کلورائیڈ کے Strips گلابی رنگ میں تبدیل ہوتے ہیں۔اب پتے کے کس سطح سے زریں یا بالائی (Lower / Upper)۔ سطحوں سے پانی کا اخراج کتنے وقت میں ہوتا ہے جانیں گے۔

آلات کیمیائی اور دیگر اشیاء (Apparatus, Chemicals and Other Material)

کیمیائی ترازو، باٹ ڈبہ (Weight Box) پیمائشی استوانہ (100ml)، وہاٹ میان نمبر 1 تقطیری کاغذ (Whatman NO 1 filter paper)، پیٹری تھالی (Petri dish)، Distilled water، بیکر (Beaker)، Stirring Rod، خینچی (Scissors)، Sticky tape، گرم ہوائی تنور (Hot air Oven)، خشکالہ (Desiccator)، سیلڈس (Slides)، چمٹے (Forceps)، بل کلپس (Bell clips)، روک گھڑی (Stop clock)، 100ml منقرہ گلملے میں موجود سورج مکھئی یا کوئی اور پودا، کو بالٹ کلورائیڈ۔

طریقہ عمل:

اب ہم مشاہدہ کریں گے کے کو بالٹ کلورائیڈ کاغذ کس طرح تیار کیا جاتا ہے۔ابتداء میں Distilled Water کو استعمال کر کے Cobalt Chloride 3% کا محلول (3% Aqueous Solution)، تیار کیا جاتا ہے جس میں Filter Paper Strips ڈبوئے جاتے ہیں انکو نکال کر ایک Petri dish میں ایک کے بعد ایک پھیلایا جاتا ہے پھر ان کاغذ کو گرم ہوائی تنور $80^{o}C$ پر 2 تا 3 گھنٹوں تک خشک کیا جاتا ہے۔اور جب کاغذ خشک ہونگے تو وہ نیلے رنگ میں تبدیل ہو جاتے ہیں اگر ان کو پانی حاصل ہوا تو وہ گلابی رنگ میں تبدیل ہو جائیں گے۔ ان کو بالٹ کلورائیڈ کاغذ کو ایک خشک آلہ (Desiccator) میں Store کر لیا جاتا ہے تاکہ ہم جب بھی ضرورت ہو استعمال کر سکتے ہیں۔



شکل (A) 14: Cobalt Chloride method to compare the rate of transpiration from leaf surfaces,

(Source: A Text book of Practical Botany 2, Bendre and Kumar, Rastogi Publications Meerut, New Delhi)

کوبالٹ کلورائیڈ کاغذ کی تیاری

1. سب سے پہلے Distilled Water کی مدد سے Cobalt Chloride 3% محلول تیار کریں۔
2. اس محلول میں Filter paper strips کو ڈبو دیں۔
3. کاغذ نکال کر Petri dish میں پھیلا دیں۔
4. ان کاغذوں کو 80°C گرم ہوائی تنور میں 3–2 گھنٹے تک خشک کریں۔
5. خشک ہونے پر کاغذ کا رنگ نیلا (Blue) ہو جاتا ہے۔
6. نمی (پانی) ملنے پر یہ کاغذ گلابی (Pink) ہو جاتا ہے۔
7. تیار شدہ کاغذ کو) Desiccator خشک آلہ (میں محفوظ کریں۔

تجربہ کا طریقہ کار

1. گملے میں اگے ہوئے کسی پودے (مثلاً سورج مکھی) کا صحت مند پتہ منتخب کریں۔
2. کوبالٹ کلورائیڈ کاغذ کو برابر سائز) تقریباً 2×2.5 (cm کے ٹکڑوں میں کاٹ لیں۔
3. ایک ٹکڑا پتے کی بالائی (Upper) سطح پر اور دوسرا زیرین (Lower) سطح پر لگائیں۔
4. کاغذ کو Slides، Sticky tape یا Clips کی مدد سے اچھی طرح چپکا دیں۔
5. پودے کو دھوپ میں رکھیں تاکہ قدرتی حالات میسر ہوں۔

مشاہدہ (Observation)

1. دیکھیں کہ کاغذ کا رنگ نیلے سے گلابی میں تبدیل ہو رہا ہے یا نہیں۔
2. Stop clock کی مدد سے وقت نوٹ کریں۔
3. عام طور پر زیرین سطح (Lower surface) پر کاغذ جلدی گلابی ہو جاتا ہے اور بالائی سطح (Upper surface) پر رنگ کی تبدیلی سست ہوتی ہے۔

نتیجہ (Result)

1. پتے کی زیرین سطح پر سریان (Transpiration) زیادہ ہوتا ہے۔
2. اس کی وجہ یہ ہے کہ دہن (Stomata) زیرین سطح پر زیادہ ہوتے ہیں۔
3. بالائی سطح پر دہن کم ہونے کی وجہ سے سریان کم ہوتا ہے۔
4. یہی وجہ ہے کہ زیرین سطح کا کاغذ جلدی رنگ تبدیل کرتا ہے۔

مشق:

آپ کو گملے میں موجود سورج مکھی پودا دیا گیا ہے۔آپ تجربہ کریں کے Cobalt Chloride کاغذ سے پتے کون سے قسم سے زرین / بالائی سریان کا عمل زیادہ ہوتا ہے ؟اور کیوں ؟

مشاہدات اور نتائج:

نیچے دئے گئے ٹیبل میں آپ مشاہدات اور نتائج لکھیں اور انکی توضیح کرو۔

پودے کا نام (Name of the plant)	پتے کی قسم (Leaf Surface)	لیا گیا وقت (Time taken) دہرانیت (Replication)
1۔ سورج مکھی (Sun flower)	بلائی (Upper) زرین (Lower)	
2۔ سیم (Beans)	بلائی (Upper) زرین (Lower)	

اپنی معلومات کی جانچ:

حسب ذیل سوالات کے جوابات دی گئی جگہ میں نصابی کتاب دیکھے بغیر لکھیں۔

1۔ سریان کسے کہتے ہیں؟

جواب :----------

2۔ سریان کے اقسام بیان کرو۔

جواب :----------

3۔ What's man filter paper سے Cobalt Chloride paper کس طرح بنایا جاتا ہے؟

جواب :----------

4۔ Cobalt Chloride کاغذ کب نیلہ اور کب گلابی ہوتا ہے اور کیوں؟

جواب :----------

5۔ بلائی قسم میں چسپاں (Fix) کیا گیا Cobalt Chloride کاغذ گلابی رنگ میں تبدیل ہونے میں کافی وقت درکار ہوتا ہے کیوں؟

جواب :----------

6۔ پتے کی بلائی قسم کے مقابلے میں زرین میں موجود Cobalt Chloride کاغذ کیوں جلد Pink ہوتا ہے۔

جواب :----------

7۔ اس سبق میں اگر سوکھا ہوا پودے کا استعمال کرتے ہیں تو آپ کس قسم کے نتائج کی امید کرتے ہیں؟

جواب :----------

8۔ کیارات کے وقت سریان کا عمل ہوتا ہے؟

جواب :----------

9۔ سریان کی اہمیت کیا ہے؟

جواب :---

10۔ اس سبق سے آپ نے کیا سیکھا؟

جواب :---

اکائی(B)14: گیانانگس پوٹومیٹر کے ذریعے سریان کے شرح کا تعین کرنا

(Determination of Transpiration rate by Ganang's Potometer)

تمہید(Introduction):

سریان ایک ایسا عمل ہے جس کے ذریعہ پودوں کے حصے جیسا کہ پتے، بشرا(Cuticle)، Lenticels وغیرہ سے پانی کا اخراج ہوتا ہے۔ پتے میں دہن(Stomata) پائے جاتے ہیں جو نہ صرف ہوا کے تبادلہ(Gas exchange) میں حصہ لیتے ہیں بلکہ انکے ذریعہ سریان کا عمل بھی ہوتا ہے۔ اس تجربے کا اہم مقصد Ganang's Potometer کے عمل سریان کے ساتھ ساتھ پانی کے انجذاب کا بھی مطالعہ کیا جاتا ہے جو پتوں میں پانی کے نقصان سے پیدا شدہ کھینچاؤ قوت سے عمل میں آتا ہے۔

مقاصد(Objectives):

گیانانگس پوٹومیٹر(Ganong's photometer) کے تجربے کے بعد آپ اس قابل ہو جائینگے کہ؛

- ☆ آپ بیان کر سکیں گے کے اس کا بنیادی اُصول پانی کا انجذاب اور اس کی حرکت جو تیزی سے سریان کے عمل کرنے والے پودوں دیکھی جاتی ہے۔
- ☆ اس میں درکار کیمیائی اشیاء(Chemicals) کی فہرست بنا سکیں گے۔
- ☆ اس میں سریان کے طریقہ بیان کر سکیں گے۔
- ☆ ماحولیاتی عوامل جیسے روشنی کی حدت ہوا کے اثرات بیان کر سکیں گے۔
- ☆ Ganong's Potometer میں حاصل ہونے والے نتائج پر روشنی ڈال سکیں گے۔

اصول(Principle)

آپ جانتے ہوں گے پانی کا راسی حصے تک منتقل ہونا پودے میں سریان کے عمل پر منحصر ہوتا ہے۔ پانی کی اوپر چڑھنے کی اور سریان کی شرح تقریباً مساوی ہوتی ہے۔ Ganong's Potometer آپ پودے کی انجذاب کی شرح کا تعین (جو سریان کی پیمائش کو ظاہر کرتی ہے) کر سکیں گے۔

Ganong's Potometer کو استعمال کر کے ہم بہ آسانی پانی کے شرح کو جو پودا حاصل کرتا ہے تعین کر سکتے ہیں۔ درجہ دار نلی(Graduated tube) ہوا کا بلبلہ(Water bubble) کی مخصوص فاصلے تک حرکت کے لئے درکار وقت کی بنیاد پر معلوم کر کے پانی کے اخراج کے مقدار سریان کے ذریعہ ممکن ہوگا۔

آلات، مادے اور کیمیائی اشیاء(Apparatus, Materials and Chemicals):

روک گھڑی(Stop clock)،اعتدالی پودوں(Mesophytes)کی ٹہنی،ریزر پتی(Razor blade)،
گریز(Grease)،ربر ڈاٹ500ملی میٹر کا منقرہ نسلی سیاہ پلاسٹک لگن،گینانگ کے انجذاب پیما(Ganong's Potometer)۔

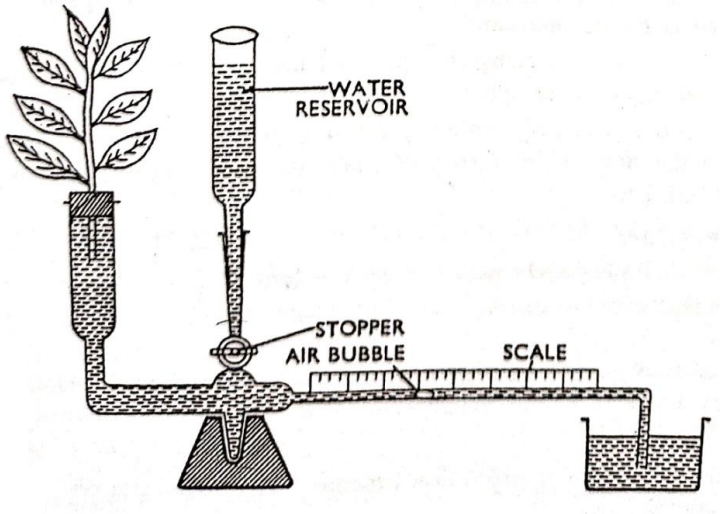
آلہ(Apparatus)کا بیان:

آپ شکل24میں دیکھ رہے ہیں ایک Stand کی مدد سے یہ آلہ ایک تنگ لمبی درجے دار(Graduated)نلی پر مشتمل ہوتا ہے۔جو افقی حالت میں ہوتا ہے جس کے ایک راس پر دو عمودی(Vertical)چوڑے ٹیوبس(Tubes)پائے جاتے ہیں۔جس پر ایک Rubber Cark موجود رہتا ہے جس کے منہ(Mouth)میں ایک ٹہنی رکھی جاتی ہے۔دوسرے Vertical tubes میں ایک Stop clock ہوتی ہے۔جو ایک پانی کے ذخیرے(Water reservoir)کی طرح کام کرتا ہے۔یہ درج دار ٹیوب کا سرا اس طرح موڑا(Bent)جاتا ہے تاکہ وہ بیکر(Beaker)کے پانی میں ڈبو دیا جاتا ہے۔

طریقہ عمل(Procedure):

سورج مکھی یا کروٹن جو ایک اعتدالی(Mesophytes)پودے کی ٹہنی کو چن لو اور اسکے سرے کو تیز چھری سے کٹ کر لیجئے اور اس کٹے ہوئے حصے کو پانی سے بھرے ہوئے پلاسٹک کے لگن میں ڈوبا دیجئے۔اس کٹے ہوئے حصے تقریباً2cm کی دوری پر ایک بار پھر کاٹ لیجئے جس کی وجہ سے پانی کی آزادانہ حرکت کے راستے میں ہوا کے بلبلوں کے داخل ہونے سے پیدا ہونے والی امکانی مزاحمت دور ہو گی۔

انجذاب آب پیماء مشروب پیما(Ganong's Potometer)کو مکمل پانی سے بھر دو اور Reservoir کے Stock cock بھی بند ہے یہ یقین کر لیں۔اب آپ ٹہنی کا کٹا ہوا حصہ ربر ڈاٹ کے سراخ میں داخل کریں اور عمودی طور پر لگا دیں جسے کے شکل میں بتایا گیا ہے اگر ضرورت ہو تو موم(Wax)یا گریز تنے کے اطراف یعنے وہ حصہ جو ربر ڈاٹ داخل ہونے کے مقام پر لگا دیجئے تاکہ آلہ ہوا بند(Airtight)ہے۔درجہ دار نلی کا دوسرا نچلا حصہ بیکر(Beaker)میں رکھیں جس میں پانی بھرا ہوا ہو۔بیکر کے پانی میں چند خطرے نیلی سیاہی(Blue Ink)ڈال کر اچھی طرح ہلاؤ اس آلے کو سورج کی تیز روشنی اور کھلی ہوا میں بغیر کسی خلل کے رکھ دیجئے۔



شکل(B) 14:Ganong's Potometer

(Source: Fundamentals of Plant Physiology by Dr. V.K. Jain - S. Chand Publishing)

مشاہدات اور نتائج (Observation and Results)

چند منٹ بعد اگر آپ غور کریں گے تو آپ کو معلوم ہو جائیگا کہ بیکر کا رنگین پانی درجہ دار نلی کے کھلے سرے میں داخل ہو رہا ہے۔ جب پتوں والی ٹہنی کو سورج کی روشنی میں رکھا جاتا ہے تو سریان کی وجہ سے پتوں سے پانی بخارات (Vapours) کی شکل میں خارج ہوتا ہے۔ جسکی وجہ سے پتوں میں پانی کی کمی ہوتی ہے اور پھر تنے سے پانی پتوں میں داخل ہوتا ہے۔ اب اس وجہ سے تنے میں کھینچاؤ قوت (قوت صافہ۔Succession force) پیدا ہونے سے پانی Ganong's Potometer سے حرکت کرتا ہوا تنے کے کٹے ہوئے حصے میں داخل ہوتا ہے۔

پانی کی حرکت کے اس عمل سے انجذاب پیما میں کھینچاؤ قوت (Suction force) پیدا ہوتی ہے۔ جس کے نتیجہ میں بیکر رنگین پانی بیکر سے اوپر کھینچا جاتا ہے اور درجہ دار نلی میں حرکت کرتا ہوا تنے کے کٹے ہوئے حصے میں داخل ہوتا ہے۔

اب درجہ دار نلی کے آزاد سرے کو بیکر سے تھوڑی دیر کے لئے باہر نکالیں۔ جس سے آزاد سرے سے ہوائی بلبلہ داخل ہوتا ہے۔ لیکر کو پھر سے نیلے پانی میں رکھ دو۔ بلبلے کی رفتار سریان کے عمل پر انحصار ہوتی ہے۔ جیسے جیسے سریان کا عمل بڑھے گا بتدریج بلبلے کی رفتار درجہ دار نلی سے ٹہنی کی جانب بڑھے گی اب آپ مشاہدہ کریں کے ہوائی بلبلے کا فاصلہ درجہ دار نلی پر کتنا ہے اور فاصلے کو طئے کرنے کتنا وقت لگا۔ جب Reservoir تک بلبلا پہنچے تو Stock cock پر دیکھیں۔

پانی درجہ دار نلی میں آہستہ آہستہ کھولیں تاکہ داخل ہو۔ اس عمل کی وجہ سے آپ مشاہدہ کروگے کے ہوائی بلبلہ درجہ دار نلی میں پیچھے کے جانب حرکت کرتا ہوا بیکر کے پانی میں چلا جائیگا۔ اب آپ Reservoir کے Stock Cock مکمل کو بند کیجئے۔

جیسا کہ آپ اوپر کیا اسی طرح ایک نیا ہوائی بلبلہ درجہ دار نلی میں داخل کیجئے اور فاصلہ اور وقت ٹوٹ کیجئے۔ یہ تجربہ کم سے کم پانچ بار دہرائیں اور اپنے مشاہدے کو جدول کی شکل میں درج کریں اسی طرح تجربہ مختلف ماحولیاتی حالات جیسے درخت کے سائے میں (Shaded tree) یعنی دھندلی روشنی تیز ہوا کی لہروں میں بھی انجام دے سکتے ہو۔ تجربے کی نشان زدہ شکل اُتاریئے۔

مشق:

آپ کو Ganang's Potometer دیا گیا ہے آپ سریان کے عمل کو کس طرح ہوتا ہے تفصیل سے بیان کیجئے۔

اپنی معلومات کی جانچ کیجئے۔

اپنی معلومات کی از خود جانچ کے لیے ذیل میں دیے گئے سوالات کے جوابات دی گئی جگہ میں نصابی کتاب دیکھے بغیر لکھیے۔

1۔ وہ کون سے اہم طریقے ہیں جن کے ذریعہ پتوں سے پانی کا نقصان (سریان) ہوتا ہے؟

جواب: ----------

2۔ اس مشق سے آپ کیا اہم نتیجہ اخذ کرتے ہو؟

جواب: ----------

3۔ اگر آپ ٹہنی (Twig) پر مختلف مقامات (حصوں) سے بے ترتیبانہ آدھے (50%) پتے توڑ دیں تو نتیجہ کیا ہوگا؟

جواب: ----------

4۔ منقرے (Beaker) کے پانی میں سیاہی کیوں ڈالی جاتی ہے؟

جواب: ----------

5۔ کیا انجذاب آب پیما سریان کی صحیح پیمائش کرتا ہے؟ کیوں اس کو صحیح طریقہ نہیں سمجھا جاتا؟

جواب: ----------

6۔ حقیقی مشاہدات کا اندراج کرنے سے پہلے، ترتیب شدہ آلے کو 15 منٹ تک آپ کیوں رکھ چھوڑتے ہیں؟

جواب: ----------

7۔ سایہ اور ہوا کی تیز لہروں میں پودوں کی سریانی شرح (یعنی پانی کے اخراج کی شرح) میں کیوں فرق پایا جاتا ہے؟

جواب: ----------

اکائی (A)15: اسٹوماٹل انڈکس اور فری کوینسی معلوم کرنا

(Calculation of Stomatal Index and Frequency)

تمہید(Introduction):

دہن(Stomata) کی قسم پر پائے جانے والی تعداد کو اسٹومائل فری کوئنسی کہتے ہیں۔ جو مختلف پودوں میں اس کی تعداد مختلف ہوتی ہیں۔ پتوں میں دہن کچھ پودوں میں زیادہ اور کچھ میں کم ہوتے ہیں۔ ماحول بھی اسٹوماٹل فری کوئنسی کو اثر انداز کرتا ہے۔ جب خشک حالات ہوں تو تیز روشنی کی شدت کی وجہ سے دہن تعداد میں زیادہ اور سائز میں چھوٹے ہوتے ہیں اسکے برخلاف جب ہوا میں رطوبت زیادہ ہو یا سائے دار مقامات ہوں دہن کی تو تعداد گھٹ جاتی ہے۔

اس کے علاوہ اسٹوماٹل فریکوئنسی مختلف اسپینز میں ایک ہی پودے کے پتوں میں ایک ہی پتے کے دوسرے حصوں میں مختلف ہوتی ہے۔

مختلف نوع میں دہن کا پھیلاؤ پتے کے دو قسم میں مختلف ہوتا ہے۔ دیکھا گیا ہے دہن پتے کے دونوں جانب پائے جاتے ہیں لیکن اکثر نچلی جانب زیادہ تعداد میں پائے جاتے ہیں۔ جیسا کہ دو بیج پتیا پودے ایسی حالت میں دہن پتے کے دونوں سطحوں پر ہو تو Amphistomatous اور نچلی سطح پر ہو تو Hypostomatous اور اوپری سطح پر ہو تو Epistomatous کہا جاتا ہے۔

مقاصد(Objectives):

یہ تجربہ مکمل کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

☆ مختلف Species کے پودوں میں دہن کا پھیلاؤ کس طرح ہوتا ہے۔

☆ دہن کے پھیلاؤ کہ لحاظ سے گیس کا تبادلہ کس طرح ہوتا ہے۔

☆ مختلف ماحول میں کس طرح ان پودوں میں تبدیلیاں پائی جاتی ہیں خاص طور پر خشکی پسند حالات میں۔

اصول:

دہن خردبین(Microscope) سے ہی دیکھے جا سکتے ہیں کیوں کہ یہ سائز میں چھوٹے ہوتے ہیں۔ جب Microscope میں یکھیں تو اس کی فیلڈ(Microscopic field) میں کتنے دہن ہیں مشاہدہ کیا جا سکتا ہے۔ تجربے خانے میں Microscopic field کا قطر اور رقبہ کو Stage micrometer اور فارملا πr^2 استعمال کر کے۔ یہی اُصول ہے تجربہ گاہ میں مشق کا۔

آلات، کیمیکل اور میٹریلیس:

میکرواسکوپ(Microscope)

اسٹیج میکرومیٹر(Stage micrometer)

کور سلپس(Coverslips)

سلائیڈس (Slides)

پیٹری ڈشس(Petri dishes)

چھوٹا سا برش

Glycerinاور

مختلف پودوں سے حاصل شدہ پتے۔

طریقہ عمل(Procedure):

اسٹیج میکرو میٹر کو استعمال کر کے میکرو اسکوپک فیلڈ ایریا معلوم کیا جا سکتا ہے۔ اسٹیج میکرو میٹر کا اسکیل کی پیائش کیا جائے تو اسکی لمبائی 1mm اور یہ پھر 100 ڈیویژنز(Divisions) میں تقسیم ہو گی اور ہر Divisionکا Value پھر $10\mu m$ ہو گا۔ آپ مشاہدہ کریں Stage Micrometer scale، Microscope کے Highاور Low، Magnificationsمیں اور پیائش کریں Microscopic fieldکا قطر کتنا ہے۔

فارمولا πr^2 کو استعمال کرتے ہوئے میکرو اسکوپک فیلڈ معلوم کیا جا سکتا ہے۔

جیسا کہ اوپر لکھا گیا ہے۔1mm Stage micrometer لمبائی پھر اس میں100 divisions ہونگے۔

$$100Div = 1mm = 1000\mu m$$
$$\therefore 1\ Div = 0.01m = 10\mu m$$

میکرو اسکوپ فیلڈ کے درمیانی حصے میں اسٹیج میکرو میٹر کے $Divisions \times 10\mu m$ = میکرو اسکوپک فیلڈ کا قطر

ریڈیس(Radius)=قطر(Diameter)

2

مختلف پودوں کے پتے لیکر اوپر اور نیچے کے تقریباً $25mm^2$ رقبہ لیکر احتیاط کے ساتھ فورسپس(Forceps) کی مدد سے Slide پر مونٹ کریں اور Cover slips سے اس کو Cover کریں۔

Slide پر مونٹ کئے گئے برآدمہ کے چھلکے(Epidermal peelings) کو Microscope کی مدد سے مشاہد کیجئے اور دہن کی اور برآدمہ کے خلیوں کی تعداد کو گن لیں اور ان مشاہدات کو دیئے گئے جدول(Table) میں ریکارڈ کریں۔ اب آپ اسٹوماٹل انڈکس(Stomatal Index) اور فری کوئنسی کو اس طرح Calculate کر سکتے ہیں۔

اسٹوماٹل فری کوئنسی(Stomatal frequency) = دہن کی تعداد(Number of stomata) / میکرو اسکوپک فیلڈ ایریا(Microscopic field)

اسٹوماٹل انڈکس(Stomatal Index)= اسٹوماٹا کی تعداد(Number of Stomata) / اسٹوماٹا کی تعداد+ برآدمہ کے خلیئے(Number of stomata + Epidermal cells)

ٹیبل(Table)

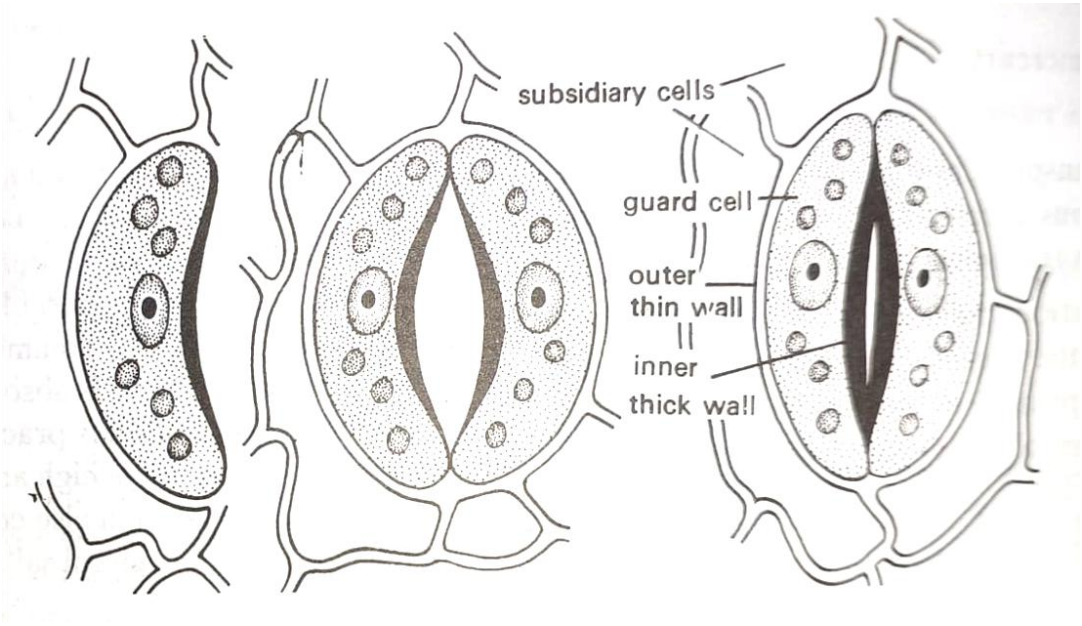
اسٹوماٹل فری کوئنسی(Stomatal frequency)اورانڈکس

S.No.	پودے کانام (Name of the Plant)	اسٹوماٹل فری کوئنسی(Stomatal Index and (Frequency		اسٹوماٹل انڈکس(Stomatal (Index	
		اوپری قسم	نچلی قسم	اوپری قسم	نچلی قسم

احتیاطی تدابیر(Precautions):

☆ برآدمہ کہ چھلکے ہی لیں میسوفل(Mesophyll)کے خلیوں سے بچیں۔

☆ پتے کے دونوں جانب دہن کی اور برآدمہ کی خلیون کو گن لیں۔ میکرواسکوپ کےSame Magnificationمیں اسکا صحیح تقابل(Comparison)ہو۔



شکل(A) 15:The Stomata during transpiration

(Source: A Text book of Practical Botany 2, Bendre and Kumar, Rastogi Publications Meerut, New Delhi)

مشق(Excerise)

اپنے الفاظ میں بغیر کتاب دیکھے اس تجربے کا طریقہ عمل پر تبصرہ کریں۔

اپنی معلومات کی جانچ: مندرجہ ذیل سوالات کے جواب نیچے دی گئی جگہ میں لکھے۔

☆ اسٹوماٹل انڈکس کو کہتے ہیں؟

جواب:----------

☆ اسٹوماٹل فری کوئنسی کے بارے میں آپ کیا جانتے ہیں؟

جواب:----------

☆ Amphistomatous دہن کسے کہتے ہیں۔

جواب:----------

☆ Hypostomatous اور Epistomatous stomata میں کیا فرق ہے؟

جواب:----------

☆ Stomatal Frequency کس طرح معلوم کیا جاتا ہے۔

جواب:----------

☆ Stomatal Index کو کیسے معلوم کرتے ہیں۔

جواب:----------

☆ فیلڈ ایریا کسے کہتے ہیں؟

جواب:----------

☆ اس تجربے میں آپ کن احتیاتی تدابیر پر دھیان دیتے ہیں۔

جواب:----------

اکائی(B) 15: ٹیٹریشن کے طریقے سے آلو کے بصلے کو استعمال کر کے کیاٹلیز کی کارکردگی کو معلوم کرنا

Determination of Catalase Activity using Potato tubers by) (Titration method

تمہید:

Catalase خامرے کی کارکردگی کی جانچ آلو کے بصلے کی مدد سے کی جاتی ہے۔ کیاٹالیس (Catalase) ایک خامرہ ہے جو ہائیڈروجن پر آکسائیڈ پر اثرانداز ہونے سے H_2O_2 کی شکستگی عمل میں آتی ہے۔ جس سے پانی کا سالمہ حاصل ہوتا ہے۔ اور آکسیجن گیس خارج ہوتی ہے اس کو نیچے دیئے گئے مساوات سے ظاہر کیا گیا ہے۔

مقاصد:

اس میں آلو کے بصلے کی مدد سے Catalase خامرے کی جانچ کریں گے۔

ضروری اشیاء:

آلو کا بصلہ، امتحانی نلی، ہائیڈروجن پر آکسائیڈ

طریقہ عمل:

ایک امتحانی نلی لیجئے اس میں ہلکا ہائیڈروجن پر آکسائیڈ H_2O_2 کا محول لیجئے (1 ملی لیٹر H_2O_2 کا 3% اور 30ml کشیدہ پانی ڈالیں)۔ اسکے اندر آلو کے بصلے کے ٹکڑے ڈالیں۔

مشاہدہ:

اس میں آلو کے ٹکڑے ڈالنے سے تیزی سے بلبلے گیاس کی شکل میں آلو کے ٹکڑوں سے نکلتے ہیں۔ ان بلبلوں نے جو گیاس نکلتی ہے ۔اس کو جمع کر کے اس میں جلتی ہوئی موم بتی داخل کرو۔

نتیجہ:

اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ موم بتی تیزی سے جلتی ہے۔ اگر اس تجربے کو ابلے ہوئے آلو کے ٹکڑوں سے دہرایا جاتا ہے گیاس کے بلبلے نہیں نکلتے اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ Catalase کے خامرے کی کارکردگی ظاہر ہوتی ہے۔ کیونکہ آلو کے ٹکڑوں گرم کرنے سے Catalase خامرہ گرم کرنے سے برباد یا ختم ہوتا ہے۔ اور آکسیجن گیس خارج نہیں ہوئی۔

:Method II

Decomposition جو H_2O_2 کا مساوی حجم میں ہوتا ہے۔ اس Decomposing آمیزے میں $(H_2O_2+H_2SO_4)$ کو $KMNO_4$ کے محلول کے مقابل titrate کیا جاتا ہے۔اس دوران آکسیجن خارج ہوتی ہے۔جو H_2O_2 کے Decomposition کو ظاہر کرتا ہے۔آکسیجن کی موجودگی جانچ Method 1^{st} سے کی جاتی ہے۔

$$2KMnO_4 + 3H_2So_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5(0)$$

$$5\ (0) + 5H_2O_2 \rightarrow 5H_2O + 5O_2$$

$$2KMno_4 + 3H_2SO_4 + 5H_2O_2 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O + 5o_2$$

مشق:

طلباء کو اب تمام اشیاء مہیا کی جاتی ہیں طلباء اس تجربے کو کر کے اسکے بارے میں خالی دی گئی جگہ میں طریقہ عمل، مشاہدہ اور نتیجے کو نیچے دی گئی خالی جگہ میں اسکے بارے میں تفصیل سے لکھے۔

اپنی معلومات کی جانچ کیجئے۔

اپنی معلومات کی جانچ کے لئے ذیل میں دیئے گئے سوالات کے جوابات نیچے دی گئی جگہ میں لکھے۔

1۔ Catalase خامرہ کی کا فعل ہے۔

جواب :----------

2۔ امتحانی نلی میں کیا اشیاء کی جاتی ہیں۔

جواب :----------

3۔ آلو کے کٹے ہوئے ٹکڑوں سے کونسی گیاس خارج ہوتی ہے۔

جواب :----------

4۔ آلو میں کونسا خامرہ پایا جاتا ہے۔

جواب :----------

5۔ اگر آلو کو گرم کرنے سے بلبلے خارج ہوتے ہیں کیا نہیں تو کیوں؟

جواب :----------

اکائی(A)16: کاغذ لون نگاری ٹکنیک کے ذریعے کلوروپلاسٹ کے الوان کی علاحدگی

(Separation of Chloroplast pigments using paper chromatography technique)

تمہید

پتوں میں موجود کئی اقسام کے الوان کو علاحدہ کرنے کے لئے کاغذی لون نگاری ٹکنک کو استعمال میں لاتے ہیں۔اس کے لئے پتے جیسے ٹکوما اسٹانئس Tecoma Stans جو Bignoniaceae خاندان سے تعلق رکھتے ہیں۔اسکے علاوہ پالک Spinach کے پتے لئے جاتے ہیں۔ جس میں کلوروفل کے الوان علاحدہ ہوتے ہیں۔اور ان الوان کے اجزاء کی شناخت کرکے اسکی آر۔ایف(R.F)علاحدگی کا عامل Resolution factor اسکی قیمت معلوم کی جاتی ہے۔ کسی بھی مادے کا علاحدگی عامل آر۔ایف(R.F)الوانوں کے حاصل پر اس مادے کے حرکتی فاصلے اور محلل(Solvent)کے حرکتی فاصلے کا تناسب ہوتا ہے۔

مقاصد

اس تجربے میں ہم لون نگاری کے حکمت عملی کے استعمال سے اعلیٰ پودوں کے پتوں میں موجود الوان کی نچوڑ اور علاحدگی کا مطالعہ کریں گے۔

اصول

کاغذی لون نگاری کے حکمت عملی کے ذریعہ آمیزہ کے انفرافی اجزا کو طبعی طور پر علاحدہ کیا جاسکتا ہے۔یہ حکمت عملی ساکن مائع کے ہر جز کی حرکت میں پائے جانے والے فرق پر منحصر ہوتی ہے جس پر متحرک مائع اثر انداز ہوتا ہے۔کاغذی لون نگاری میں انجذابی کاغذ ساکن واسطہ ہوتا ہے اور محلل کا بہاؤ کاغذ کے ذریعہ اپنے ساتھ اجزاء(لون کے سالمات) کو لے جاتے ہیں۔ان الوان کی حرکت کا انحصار ان کے سالمی وزن پر مشتمل ہوتا ہے۔ایسے الوان جوار کے ہوتے ہیں۔وزنی اجزاء کی بہ نسبت تیزی سے حرکت کرتے ہیں۔

ضروری اشیا

کیمائی ترازو،ٹکوما کے پتے(Tecoma)، پالک کے پتے یا/Hibiscus پتے۔ہاون دستہ ململ کا کپڑا، 25 ml اور50ml کے منقادے ،پیمائشی استوانہ (Majoring Tar)،ربر کارک ،(ڈاٹ) ،ویاٹ میان تمہرا تقطیری کاغذ Whatman No.I

Filter pay/ڈراپر(Dropper)شعری نلی(Capillary tube)، سیسہ پنسل(Lead pencil)ایسٹون (Acetone)پٹرولیم ایتھر (Petroleum either)۔

کشیدہ پانی(Distilled water)کیلشیم کاربونیٹ نباتی اشیا۔پالک، گڈھیل یاTecomaکے پتے (Calcium Carbonate)۔

50 گرام پتوں کو اچھی طرح دھو کر انجذابی کاغذ سے خشک کر لیں۔پتوں کو چھوٹے ٹکڑوں میں کاٹ کر پوڈر یا3Caloاور ایسی ٹون(Acetone)کی تھوڑی مقدار ڈال کر دستے(Pestle)کی مدد سے اچھی طرح اچھی طرح سے پیس لیں اور اسکو ململ کے کپڑے سے منقادی میں چھان لیں۔اِس میں تھوڑی سی مقدار پٹرولیم ایتھر ڈالکر منقادی کو ڈھانک لیں۔(Petroleum either)کاغذی لون کے پیپر تمسرا Whatman No.Xکو کاٹ لیں جو تقریباً 1.5 سینٹی میٹر چوڑائی اور 15 سے 20 سینٹی میٹر لمبائی کے پٹیاں ٹکڑے (Strips)تیار کیجئے۔ان پٹیوں کو استعمال کرتے وقت ان کے کنارے کو پکڑ کر تب ہی پٹی پر اسکے آخری سرے سے 2 سینٹی میٹر کے فاصلے پر افقی عرضی خط یا لکیر کھینچو اب اس لکیر کے مرکزی نقطے پر شعری نلی سے نچوڑ لگایئے۔

اب ایک پیمائشی استوانہ(Majoring Tar)لیجئے اس میں سالونٹ میڈیم لیجئے۔اس میں محلل کے آمیزی میں 9 ml پٹرولیم ایتھر اور 1 ml ایسٹون(Acetone) ڈالئیے اب یہ اجتذابی پیپر کی پٹی کے دوسرے سرے کو کارک کے درمیان رکھکر استوانے میں اس طرح چھوڑیں کہ پنسل کی لکیر محلل کی سطح سے کسی قدر مس کرے۔اِسکے بعد استوانے پر مظبوطی سے لگادیں۔درجہ وار استوانی کو کچھ دیر کے لئے رکھ دیجئے۔

مشاہدہ

خشک ہونے کے بعد انجذابی کاغذ پر مختلف رنگ کی پٹیاں دِکھائی دیتی ہیں۔

نتیجہ

خشک ہونے کے بعد انجذابی پیپر کی رنگین پٹوں کو اسکے مقام پر Xanthophyll،CM.b،CM.9 اورChlorophyllکے رنگوں میں شناخت کیا جاتا ہے۔

سب سے نیچے کا زرد۔۔۔۔۔۔۔۔۔CM B, pale greenہے۔

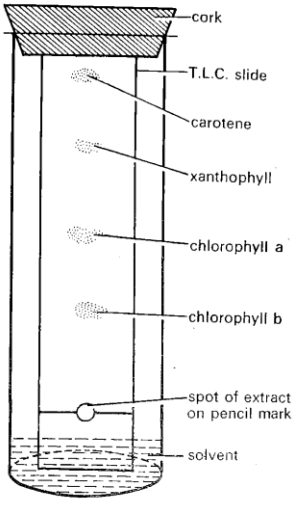
اِسکے اوپر نیلگوں۔۔۔۔۔۔۔۔۔CM.al Blue greenہے۔

زرد پیلا(Yellow)اور نارنگی رنگ ترتیب وار

اینتھوفل(Xanthophyll)اور کیاروٹین کے ہیں۔

جب محلل پٹی کے اوپری سرے کے قریب پہنچ جائے تو پیپائی استوانے میں سے پٹی کو نکال کو فوری پنسل (Pencil) سے محلل کا نشان علاحدہ شدہ الوان کا۔۔۔۔۔۔۔۔۔(Scale) سے ناپ کر الوان کے علاحدہ شدہ جُز کی آر ایف factor فیاکٹر کو مندرجہ ذیل ضابطہ سے معلوم کیا جاتا ہے۔ الوان کے جذ کا طئے کردہ فاصلہ

$$\text{آر ایف} = \frac{\text{الوان کے جز کا طئے کردہ فاصلہ}}{\text{محلل کا طئے کردہ فاصلہ}}$$



شکل16(A):Paper chromatography

(Source: A Text book of Practical Botany 2, Bendre and Kumar, Rastogi Publications Meerut, New Delhi)

مشق

طلباء کو اب ٹکوما، پالک، گڈھیل کے پتے مہیا کئے جاتے ہیں۔ تمام اشیاء مہیا کی جاتی ہیں۔ طلباء اس تجربہ کو کر کے اِسکا نامزدہ خاکہ اُتار کر خالی دی گئی جگہ میں طریقہ عمل، مشاہدہ اور نتیجہ کو نیچے دی گئی خالی جگہ میں اُسکے بارے میں تفصیل سے لکھئے۔

اپنی معلومات کی جانچ کیجئے:

اپنی معلومات کی جانچ کے لیے ذیل میں دئے گئے سوالات کے جوابات دی گئی جگہ میں لکھئے۔

1۔ کاغذی لون نگاری میں کتنی مقدار میں سالونٹ میڈیم لیا جاتا ہے۔

جواب: ----------

2۔ سالونٹ میڈیم کے نام کیا ہیں لکھئے۔

جواب: ----------

3۔ کاغذی لون نگاری کا مقصد کیا ہے۔

جواب: ----------

4۔ کاغذی لون نگاری کے آخر میں کتنے کلور وفل کے الوان حاصل ہوتے ہیں۔

جواب: ----------

5۔ Rf کی تعریف کیجئے۔

جواب: ----------

اکائی(B)16:5 ,3 ,2ٹرائفیل ٹٹرازولیم کلورائیڈ کو استعمال کر کے سیڈ ویبیلیٹی کا امتحان

Testing of Seed viability using, 2, 3, 5 Triphenyl) (Tetrazolium chloride

تمہید:

زہراوی پودوں میں بیج پائے جاتے ہیں ان پودوں میں عمل زیر گی ہوتی ہے اور باروی کے عمل نر اور مادہ زواجوں کے ملاپ سے جفتہ (Zygote)بنتا ہے پھر یہ کئی تقسیمی عمل سے گزر کر اور ایک جینس(Embryo)بناتا ہے۔ مادہ زواجے دان میں موجود بیضہ (Ovule)باروی کے عمل کے بادبیج بنتا ہے۔Ovary پھل میں تبدیل ہو جاتی ہے۔بند بیجوں میں Ovary پائی جاتی ہے اسی لئے باروی کے عمل کے بعد پھل بنتا ہے۔ کھل بیج پودوں میں Ovary پائی نہیں جاتی اس لئے ان پودوں میں پھل نہیں پایا جاتا ہے۔

مقاصد:

اس سبق سے آپ جان لیں گے کہ:

☆ بیج کیسے بنتا ہے۔

☆ بیج کی ساخت کیسی ہوتی ہے۔

☆ بیج کس طرح تنبیت پاتا ہے۔

☆ Germination کے لئے کیا عوامل اور کیا Steps ہوتی ہیں۔

☆ بیج کی خفتگی(Dormancy) کیا ہے۔

☆ خفتگی کو کس طرح توڑا جائے۔

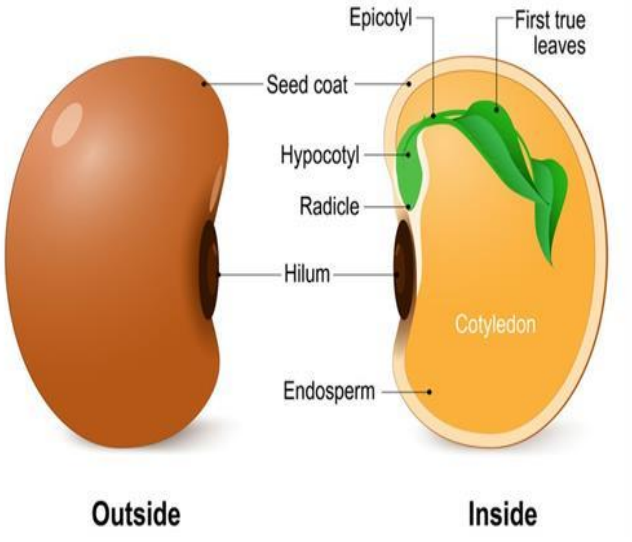
☆ 2،3،5ٹری فینل ٹٹرازولیم کلوریڈ کو استعمال کر کے بیج کے زندہ رہنے کی قابلیت(Seed Viability)کا ٹسٹ کیسے کئے جاتا ہے۔

بیج کی ساخت:

بند بیجوں میں مختلف اشکال کے Ovules ہوتے ہیں ہر Ovule ایک ڈنڈی اور جسم(Body) سے بنا ہوا ہوتا ہے۔Ovule کو گھیرتے ہوئے Integuments پائے جاتے ہیں۔ بیضے میں ایک چھوٹا سا کھلا ہوا حصہ جو سوراخچہ(Micropyle) کہلاتا ہے۔

Ovule میں Nucellus پایا جاتا ہے جس سے جنیس(Embryo) کو غذا حاصل ہوتی ہے۔اسی Nucellus میں کلاں بزرا(Megaspore) پایا جاتا ہے۔ جس کے مرکزے کی تقسیم سے اکثر 8 مرکزے والا مادہ زواجی پودا(Embryo sac)بنتا ہے۔

پھر ان 8 مرکزوں کی تنظیم(Organisation)سے 3 خلیون والا انڈے کا عالہ(Egg apparatus)3 خلیوں والا Antipodalsاور دو پولار مرکزے پائے جاتے ہیں۔ بند بیجوں میں دوہری باروری(Double fertilization)اور Triple fusionہوتا ہے۔ جس سے جوEndospermبنتا ہے وہTriploidہوتا ہے۔



شکل(B-1)16:Seed Structure

(Source: Google Images)



شکل(B-2)16: پھول کی عرضی تراش

(Source: Google Images)

بیج کا تثبیت پانا(Seed Germination)

جب بیج میں سے ایک چھوٹا سا پودا(Tiny plant)جینس(Embryo)سے باہر نکل کر آتا ہے تو اسے بیج کا تثبیت پانا کہتے ہیں۔ جنین سے ایک مول(Radicle)نکلتا ہے جو جڑ بناتا ہے اور دوسرا حصہ جو نکلتا ہے اُسے Plumule کہتے ہیں جس سے برگی

نظام(Shoot system)بنتاہے۔اگر بیج میںEmbryo ہوتوہی بیج اپجتاہے۔اگرنہ ہو یامرا ہواتوSeed germinationکا سوال ہی نہیں ہوتااسی لئے اس عمل کے لئے جینس کا ہونا ضروری ہو جاتاہے۔جو زندہ(Viable)ہو۔توہم حسب ذیلSteps میں کچھ عوامل کا مطالعہ کر سکتے ہیں۔

(a)۔ نم کشی(Imbibition):

کسی بھیSolid substance میں پانی کے داخلے کوImbibition کہا جاتاہے۔جس سے یہSubstance پھول جاتا ہے۔جب ہم بیج کھیتوں میں ڈالتے ہیں توSeeds پانی حاصل کرتے ہیں یعنےان میںImbibition ہوگااور پانی حاصل کرکے Seed Coat پھٹ جاتا ہے۔اس عمل میں پانی (Micropyle)کے ذریعہ داخل ہوتا ہے جس کے وجہ سے بیج اپجتا ہے۔اس طرح Imbibitionکے لئے پانیاہم اوامل(Factor)ہوتاہے۔

(b)۔ تنفس(Respiration):

پودوں میں توانائی (ATP) کے لئے Respiration کا عمل ہوتا ہے۔ جس کے لئے O_2 کا ہونا ضروری ہوتا ہے۔ Respirationہوا کی موجودگی(Aerobic Respiration)سے بہتر توانائی پودے کو حاصل ہو گی۔Anaerobic کے مقالبے میں۔اسی لئے زمین میں بہترAeriation ہوتاکہ پودوں کا نشو نما بہتر سے بہتر ہو۔

(c)۔ روشنی:

SeedکےGermination کے لئے یہ بھی اہم عوامل ہے۔کچھ پودوں میںGermination کے لئے روشنی ضروری (Positive Photoblastic)ہوتی ہے۔کچھ میں اندھیرے(Negative Photoblastic)جیساکہ پیاز یاکچھ پودوں میں Germinationکی ضرورت نہیں ہوتی۔Seed میں ایکPigment ہوتاہے جسےPhotochrome کہتے ہیں جو Red Lightکو حاصل کرکےActive ہو جاتاہے۔جس سےSeed Germination تیزی سے ہوتاہے۔

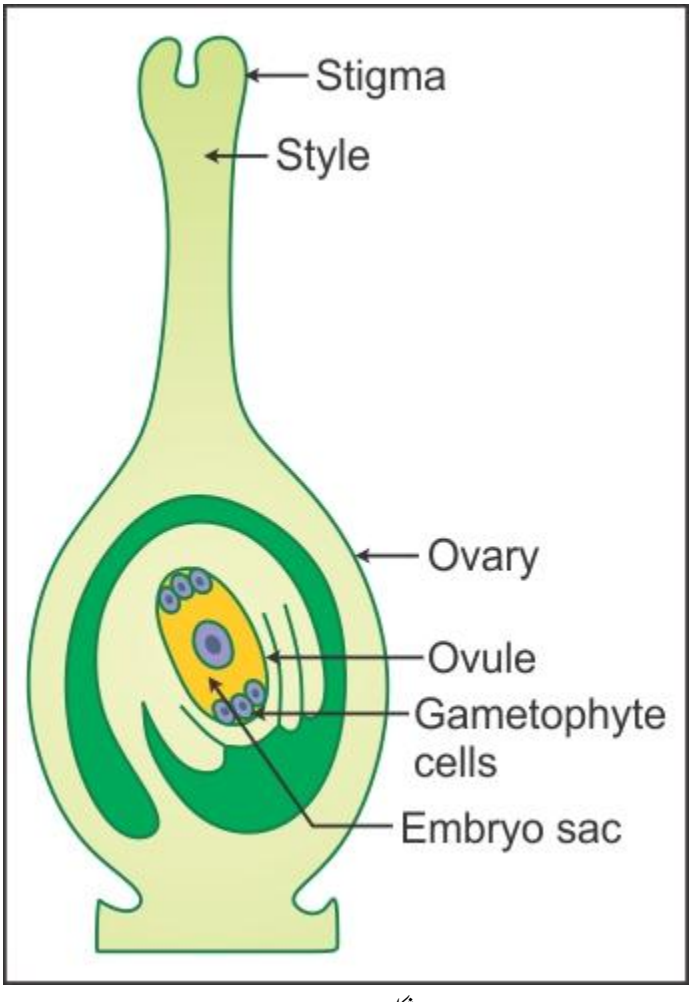
Seed Dormancy:

بیج کو تنبیت پانے کے لئے سارے ساز گار حالات(Favourable Conditions)جیسے کہ پانی، آکسیجن، CO_2، روشنی، تپش(Temperature)اور غذا ہونے کے باوجود یہ نہیں Germinate ہوتے ہیں۔ ایسے حالات کو Seed Dominancy کہتے ہیں۔

اگر غیر موافق حالات ہونے پر بھیSeed Germination نہیں ہو پاتااسی قسم کوQuiescence کہتے ہیں۔بیج کو آرام کرنے کے وقت (Resting Period) کو بھیDormancy Period کہا جاتاہے۔بیج کے پختہ(Mature)ہونے سے تنبیت پانے کے وقت کوDormancy Period کہا جاتاہے۔یہ آرام کچھ دن کچھ مہینے یاکچھ سالوں تک ہو سکتاہے یہ وقت منحصر ہوتا ہے پودوں کے قسم پر۔

Dormancyکے بہت سے وجوہات ہو سکتے ہیں۔جو حسب ذیل ہین:

روشنی، تپش، ہارڈ سیڈ کوٹ(Seed Coat) پانی اور O_2 کے لئے Impermeable ہو، O_2 کی وجہ سے ہو یا انسانی غلطی کی وجہ سے ۔ اوپر دیئے گئے کوئی بھی حالات کی وجہ سے Seed Dormant ہو سکتا ہے۔ انہی عوامل کے لحاظ سے Seed Dormancy کو 3-Categories میں تقسیم کیا جا سکتا ہے۔



شکل(3-b)16:

(Source: Google Images)

(i)۔ Innate Dormancy:

پیدائش سے ہی کچھ Seeds Dormant ہوں، Genes میں کمی ہو، یعنے Genetical defect ہو تو بھی Seeds Dormant ہو سکتے ہیں۔

(ii)۔ Enforced Dormancy:

انسانی غلطی کی وجہ سے ہو سکتا ہے۔ مثال کے طور پر گہرائی تک بیج کو بو یا جائے یا ایسے Seeds کو پانی ہوا وغیرہ نہیں مل پاتے اسی لئے یہ Dormant ہوتے ہیں۔

(iii)۔ Induced Dormancy:

غیر موافق حالات کی وجہ سے Dormancy ہوتی ہے جیسا کہ تپش ، روشنی(Un controlled)ہو۔ تینوں قسم کی Dormancy، Avena sativa میں دیکھا گیا ہے۔

Methods of Braking Seed Dormancy:

(i)۔ اسکاریفکیشن(Scarification):

Seed Coat سخت ہونے کی وجہ سے بیج اپج نہیں پاتا اسی لئے یہ ضروری ہو جاتا ہے کہ اسکو نرم یا ملائم کیا جائے۔ اسکے لئے میکانیکل یا Mechanical کے ذریعہ یا تپش یا گرم پانی(Hot water) کے ٹریٹ منٹ یا H_2SO_4 کی ذریعہ یا کچھ Hormones یا کیمیائی مادوں سے بھی Hard Seed Coat کو نرم یا ملائم بنایا جا سکتا ہے۔

2000AtP، Temperature/8°c، (15-20 minutes) استعمال کر کے Seed Dormancy توڑا جا سکتا ہے۔

(ii)۔ اسٹارٹیفکیشن(Startification):

کم تپش کے استعمال سے بھی Seed Dormancy کو توڑا جاتا ہے۔ 0-5°C تپش ایک دن تک استعمال کر کے Dormancy کو توڑا جا سکتا ہے۔

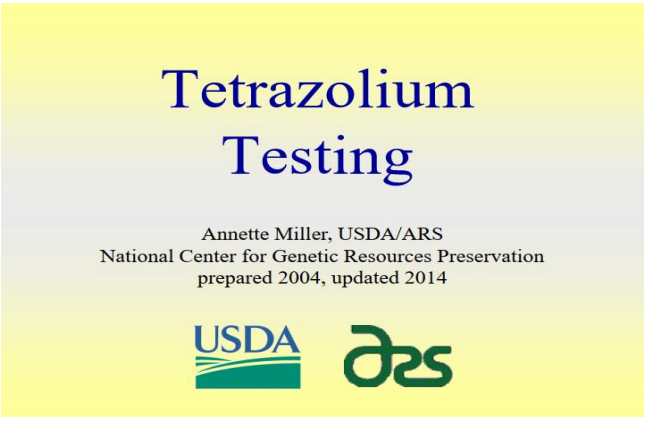
(iii)۔ زیادہ تپش کے استعمال جیسا کہ 40-45°C کو بیج Treat کر سکتے ہیں۔ مثال چاول

(iv)۔ روشنی جو Positive photoblastic بیج ہوتے ہیں اُن میں جو Phytochrome ہوتا ہے۔ جو لال روشنی کو حاصل کرنے سے Seeds کی Dormancy ٹوٹ جاتی ہے۔

ہم نے جان لیا کہ Seed Dormancy کیا ہے اور اس کو کس طرح توڑا جاتا ہے۔ اور ہم نے یہ بھی جانا کہ Seed viability کیا ہے۔ یہ کیسا جانا جائے کہ Seed میں زندہ رہنے کی قابلیت(Viability) ہے یا نہیں اس کو معلوم کرنے کے لئے یہ تجربہ یعنے Seed viability test کیا جاتا ہے۔ جسے حسب ذیل میں دیا گیا ہے۔

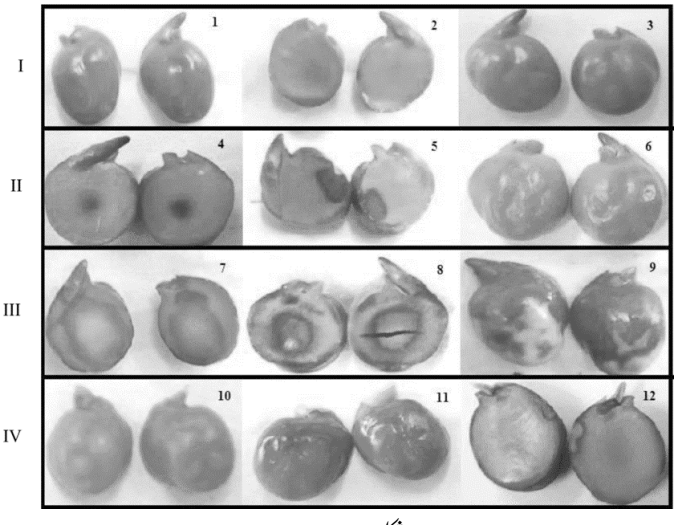
طریقہ عمل(Procedure):

پہلے ہمیں جاننا ہے کہ Triphenyl tetrazolium salt، 2,3,5 سے TZ محلول کس طرح تیار کیا جاتا ہے۔ اس کے لئے 1% محلول بنانے کے لئے ایک گرام TZ نمک(Salt) Distilled water میں ڈال کر اسے 100ml بنالیں۔ اس کا pH تقریباً 7.0 ہونا چاہئے تا کہ اس کی Staining ہو pH اگر 4 یا اسے سے کم ہو تو Staining برابر نہیں ہو گی اسی طرح 8pH یا اس سے زیادہ ہو تو بہت زیادہ رنگین ہونے سے ہم بیج کو نہیں پہچان سکیں گے۔ TTC سفید Crystal کی طرح نظر آتا ہے جو پانی میں Ethanol اور Acetone میں گھل جاتا ہے مگر Either میں نہیں اس طرح 2,3,5 Triphenyl tetrazolium chloride سے اسکا محلول بنایا جاتا ہے۔



Phenyl tetrazolium chloride –structural formula:16 (B-4)شکل

(Source: Google Images)



:16(B-5)شکل

(Source: Google Images)



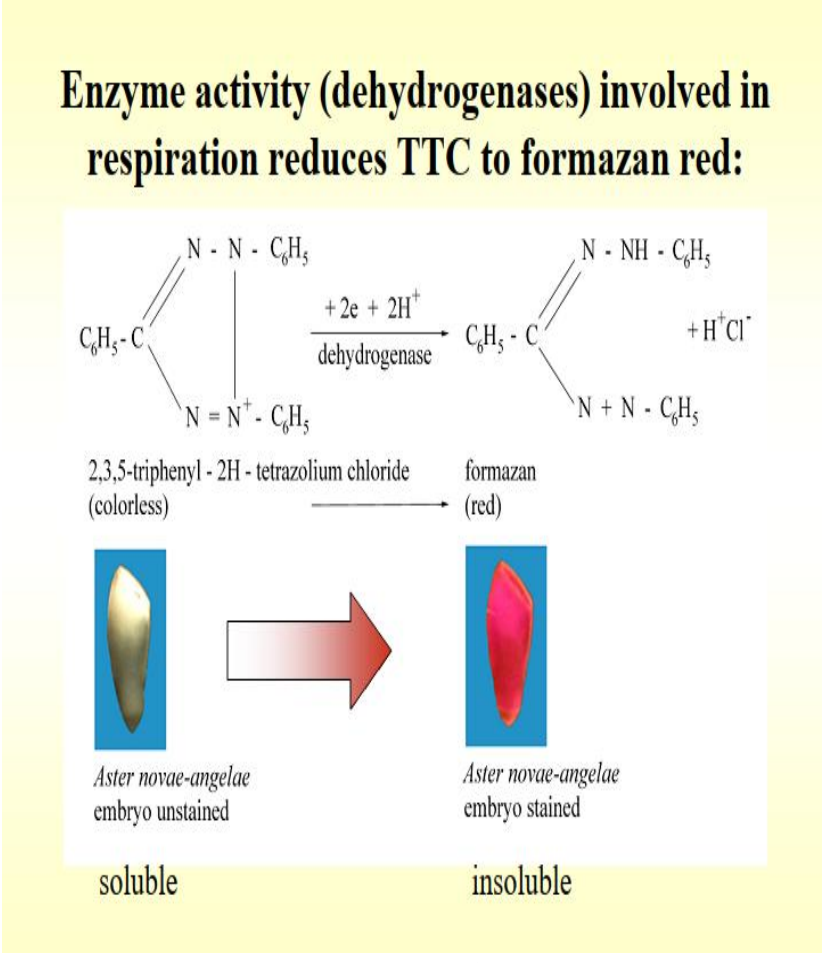
Seed Germination:16(B-6)شکل

(Source: Google Images)



شکل(g)23:3m 5 TTC Test, 2

(Source: Google Images)



شکل(B-7)16:

(Source: Google Images)

اصول(Principle):

یہ تجربہ ایک Biochemical reaction ہے جس میں ایک Enzyme ، Biological Product (Dehydrogenase)استعمال ہوگااور TTC، 2,3, 5 (Chemical)کوreduce کریگا جس سےFormazanحاصل ہوگا جو سرخ رنگ کا ہوگا اسی لئے Seeds سرخ رنگ کے حاصل ہونگے۔

ضروری اشیاء(Materials Required):

کوئی بھی پودے کے بیج، مکائی چنہ، سیم وغیرہ پانی، Beakers، Petri dishes، Weighing machine ، 2, 3, 5 TTC Solutions، Water Bath۔

بیج میں زندہ رہنے کی قابلیت TTC کو لیکان نامی سائنسدان نے 1942ء میں اس کا نام دیا Seed viability بیج زندہ ہے یا اُس میں یہ قابلیت نہ ہو کے وہ تنبیت پاسکے یعنے وہ Dormant ہو۔ یا بیج میں وہ Capacity ہو کہ وہ اپج سکے۔ Dormancy معلوم کرنے سے ایک بہتر طریقہ ہے۔ 2, 3, 5 Triphenyl tetrazolium chloride test ۔ ہم نے دیکھا TTC کے نمک(Salt) سے اس کا محلول کس طرح بنایا جاتا ہے۔

اب ہمیں جاننا ہے کہ بیج Viable ہے اور یہ تنبیت پائیگا اسکے لئے ایک امتحان(Test) کرتے ہیں اُسے Biochemical Test بھی کہا جاتا ہے اور اسی کو Tetrazolium test کے نام سے جانا جاتا ہے اسے Biochemical test کیوں کہا گیا ہے ہم آگے جائینگے۔ سب سے پہلے ہم بیج کے sample کو لینا ہوگا۔ تقریباً 200-100 کسی بھی پودے کے بیج جیسا کہ مکائی وغیرہ لینا ہوگا۔

ان 200-100 بیج کے Petri dish میں 4-Replications لئے جاتے ہیں۔ یعنے 4 میں 800-400 تک بیج لئے جاتے ہیں۔ ان بیج کو پانی میں 8-6 گھنٹوں تک بگھونا ہے۔ پانی کی تپش $30^{o}C$ ہونا چاہئے۔ جب بیج کو بھگویا جاتا ہے تو اس سے Seed Coat نرم یا Loose ہو جاتا ہے اور پانی بیج میں داخل ہوتا ہے اور جنین پانی کو جذب کریگا پھر Active ہو جائیگا۔ اس طرح بیج Dormant مرحلہ میں تھا وہ Active ہو جائیگا۔ اب ہمیں چاہئے کہ بیج کی طولی تراش یا عرضی تراش کی جاتی ہے جس سے ہم Embryo کو دیکھ سکتے ہیں۔ یعنے جینس Expose ہو جائیگا۔ اب ہم چار Petri dishes لیکر ان میں 200-100 بیج ڈالیں اس طرح چار Samples بن جائیں گے۔ اب ان چار میں ہم 1% Sodium Chloride 2, 3, 5 Triphenyl Tetra or Bromide محلول جو 2, 3, 5 TTC Salt سے بنایا گیا ڈالیں۔ اب ان Samples کو اندھیرے کمرے یا جگہ(Dark place)6-3 گھنٹے رکھ دیں گے جہاں روشنی ہر گز نہیں ہونا چاہئے۔ اب ہم Petri dish میں جو بیج ہیں اُسے نکال کر پانی سے دھولیں .

مشاہدہ(Observation)

اب آپکو دیکھنا ہوگا کہ ان Samples میں موجود کتنے بیج میں سرخ(Red)، رنگ(Stain) حاصل ہوا اور ہر Sample کے 200-100 بیجوں میں سے کتنے بیج سرخ Stain حاصل کئے آپکو Count کرنا ہوگا۔

نتیجہ(Result):

اب آپکو پتہ چل جائیگا کہ جو بیج سرخ رنگ میں تبدیل ہوئے ہیں وہی ہیں Viable بیج(یعنے زندہ بیج)وہ Seeds جو بے رنگ(Colourless)ہیں وہ مردہ(Dead)یا Non-viable Seeds ہیں اب ہمیں معلوم ہو گیا کہ کون سے Viable ہیں اور کون سے Non-Viable Seeds ہیں۔

اب آپکو معلوم کرنا ہو گا کے Viable Seeds کا Percentage کیا ہے۔اسکا Formula کچھ اس طرح ہے

زندہ رہنے کی قابلیت(Viability)= $\frac{\text{سرخ رنگ کے بیج}}{\text{جملہ کتنے بیج لیئے گئے}} \times 100$

مثال کے طور پر اگر جملہ 200 بیج لئے گئے تو اُن میں 180 بیج Viable ہوں تو

$$\frac{180}{200} \times 100 = 90\%$$

اس کا مطلب ہوا کے 90% بیج زندہ رہنے کی قابلیت رکھتے ہیں یا Viable ہیں۔

اب ہم جان سکتے ہیں کہ بیج کو سرخ رنگ کیوں آیا اُس کے لیے کچھ Steps کو اسے سمجھایا جاسکتا ہے جینس Active ہوتا ہے تو اسے توانائی(Energy)کی ضرورت پڑیگی جو تنفس (Respiration)کے عمل سے حاصل ہو گی۔ اس تنفس میں ایک خامرہ (Enzyme)بنتا ہے جو Dehydrogenase کہلاتا ہے۔ جو Hydrogen کو Remove کرتا ہے اور وہ 2, 3, 5 Triphenyl Tetrazolium chloride سے React کریگا اب یہ Formazan میں بدل جائیگا جو پانی میں نہیں گھلیگا (Non-Soluble in water)اور Formazan کا رنگ سرخ ہوتا ہے۔اسی لئے ہم نے دیکھا کہ بیج جو Viable ہوتے ہیں اسی Formazan کے وجہ سے ہوتے ہیں۔ اس طرح اس تجربے میں دیکھا Chemical جیسے 2, 3, 5 TTC اور خامرہ Dehydrogenase(Biological)کا استعمال ہوا اسی لئے اس Reaction کو Bio-Chemical Reaction کہا جاتا ہے۔

مشق:

(1)۔ آپ کو2,3,5 Triphenyl tetrazolium chloride salt دیا گیا۔آپ اس سے اس کا محلول کس طرح بنائیں گے۔

(2)۔ آپ کو مکئی(Maize)کے بیج دیئے گئے ہیں۔آپ2, 3, 5 TTC کے استعمال سے کس طرحSeed Viability ٹسٹ کرینگے۔

اپنی معلومات کی جانچ:

1۔ TTC کا فل فارم (Full form) لکھیں۔

جواب: ----------

2۔ کس سائنس داں نے TTC کا Test دیا۔

جواب: ----------

3۔ Seed viability کے بارے میں آپ کیا جانتے ہیں۔

جواب: ----------

4۔ TTC کے Test کو Bio-chemical reaction کیوں کہا جاتا ہے۔

جواب: ----------

5۔ Seed Dormancy کسے کہتے ہیں۔

جواب: ----------

6۔ Seed Dormancy کو کس طرح توڑا جاتا ہے۔

جواب: ----------

7۔ Formazan کیسے بنتا ہے؟ اور اس کا رنگ کیسا ہوتا ہے۔

جواب: ----------

8۔ 2, 3, 5 TTC Salt سے اس کا محلول (Solution) کس طرح بنایا جاتا ہے۔

جواب: ----------

9۔ جب جینس تنبیت پاتا ہے اسے توانائی کی ضرورت کہاں سے ملتی ہے۔

جواب: ----------

10۔ Seed Viability امتحان کے لئے کس اشیاء (Material) کی ضرورت پڑ سکتی ہے؟

جواب: ----------

11۔ بیج کی تنبیت پانے کے لئے کن عوامل (Factors) کی ضرورت پڑتی ہے؟

جواب: ----------

12۔ Dehydrogenase کیا ہے؟ اس کا اس Reaction میں کیا افعال ہے؟

جواب: ----------

13۔ Seed Viability کا Percentage کس طرح نکالا جاتا ہے؟

جواب: ----------

مزید مطالعے کے لیے تجویز کردہ کتابیں (Suggested Books for Further Readings)

1.	Plant Physiology by Frak B-Salisbury & Cleon W. Ross (2010).
2.	Introductory Plant Physiology by G. Ray Noggle & George J. Fritz (2010).
3.	Textbook of Plant Physiology by V. Verma (2009).
4.	Fundamentals of Physiology by V.K. Jain (2018).
5.	A text book of Plant Physiology by P.L. Kocher-1989, Atmaram & Sons, Kashmiri Gate, New Delhi.
6.	Fundamentals of Plant Physiology by V. K. Jain-2018 Published by S. Chand & Co. Ltd., New Delhi.
7.	Text book of Plant Physiology by V. Verma-1994 published by EMKAY Publications, New Delhi
8.	Steward F.C. (1964): Plant at Work (A Summary of plant physiology) Addison – Wesley Publishing Co.,
9.	Devline, R.M. (1969): Plant Physiology: Holt, Rinehart & Winaton & Affiliated East West Press (P) Ltd, New Delhi.
10.	Noggle, R & Fritz (1989): Introductory Plant Physiology Prentice Hall of India.
11.	Lawlor D.W. (1989): Photosynthesis, metabolism, Control & Physiology ELBS / Longmans – London
12.	Mayer, Anderson & Bonning (1965): Introduction to Plant Physiology D. Van Nostrand Publishing Co., N.Y.
13.	Mukherjee S.A.K Ghosh (1998) Plant Physiology, Tata McGraw Hill Publishers (p) Ltd. New Delhi.
14.	Salisbury, F.B. & C.W. Ross (1999): Plant Physiology CBS Publishers and Printers New Delhi.
15.	Plummer, D. (1989) Biochemistry -The Chemistry of Life, McGraw Hill Book Co., London N.Y. New Delhi, Paris, Singapore, Tokyo
16.	Day, P.M. & Harborne, J.B. Eds.,) (2000): Plant Biochemistry, Harcourt Asia (P) Ltd. India & Academic Press, Singap.
17.	Dr.M.Raghuram: Acharya Nagarjuna University Nagar Guntur
18.	M.V.Rao, Lecturer Botany C.S.R Sharma College Ongole, Technical Publishers Nehru Nagar 6th Lane main Road Guntur 52001

نمونہ امتحانی پرچہ

Maulana Azad National Urdu University

B.Sc. (Z.B.C) IV Semester Examination – May – 2019

(Botany)

BSBT401CCT: Plant Physiology and Metabolism

Time: 3 hrs. Marks: 50

ہدایات: یہ پرچہ سوالات تین حصوں پر مشتمل ہے حصّہ اول، حصّہ دوم، حصّہ سوم۔ تمام حصّوں سے سوالوں کا جواب دینا لازمی ہے۔

ا۔ حصّہ اوّل میں 10 لازمی سوالات ہیں جو کہ معروضی سوالات / خالی جگہوں کو پر کرنا / مختصر جواب والے سوالات ہیں۔ ہر سوال کا جواب لازمی ہے اور ہر سوال کے لیے 1 نمبر مختص ہے۔

10 x1=10 Marks

۲۔ حصّہ دوم چھے سوالوں پر مبنی ہے۔ اور اس میں طالب علموں کو کوئی چار سوالوں کے جواب دینے لازمی ہیں۔ ہر سوال کا جواب تقریباً سو لفظوں پر مشتمل ہے۔ ہر سوال کے لیے 5 نمبرات مختص ہیں۔

5x4=20 Marks

۳۔ حصّہ سوم میں تین سوالات دیے گئے ہیں۔ ان میں سے طالب علموں کو کوئی دو سوالوں کے جواب دینے لازمی ہیں۔ ہر سوال کا جواب تقریباً 250 لفظوں پر مشتمل ہے۔ ہر سوال کے لیے 10 نمبرات مختص ہیں۔

2x10=20 Marks

حصہ اول

سوال(1)

(i)۔ حسب ذیل کی وجہ سے خلیہ کی شکل برقرار رہتی ہے۔

(a)۔ Osmotic pressure (b)۔ Turgor pressure

(c)۔ Suction pressure (d)۔ Wall pressure

(ii)۔ Guard Cells حسب ذیل میں پائے جاتے ہیں۔

(a)۔ دہن (Stomata) (b)۔ بیض دان (Ovary)

(c)۔ جڑ کا راسی حصہ (d)۔ Lenticels

(iii)۔ پانی کے Photolysis کے لیے ۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔ Element کی ضرورت ہوتی ہے۔

(iv)۔ کلوروفل a (Chlorophyll a) کا سالماتی فائدہ کیا ہے؟

(v)۔ خشک پودوں میں CO2fixation ۔۔۔۔۔۔۔۔۔ میکانیت کے ذریعہ عمل میں آتی ہے۔

(vi)۔ گلوکوز یا پاشیدگی (Glycolysis) اور کربس سائیکل دور (Krebs's cycle) کا درمیانی لنک کیا ہے۔

(a)۔ Pyruvic acid (b)۔ Cytochrome

(c)۔ Oxalo acetic acid (d)۔ Acetyl C.A

(vii)۔ راسی غلبہ (Apical dominance) ۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔ ہارمون کی وجہ ہوتی ہے۔

(viii)۔ پروٹین کی تالیف میں کونسا کوڈ کو شروعاتی کوڈ (Initiating code) کہتے ہیں۔

AUG۔(a)　　UGA۔(b)　　GUA۔(c)　　UAG۔(d)

(ix)۔ Sulphurامینو ترشہ کی ایک مثال

Asparagine۔(a)　　Cysteine۔(b)

Glutamine۔(c)　　Tyrosine۔(d)

(x)۔ ----------اور---------نےGibberellinsکو دریافت کیا۔

حصہ دوم

(2)۔ پودوں میں نائٹروجن(Nitrogen)کی اہمیت کے بارے میں لکھیے۔

(3)۔ Cyclicاور Non-cyclicفوٹوفاسفار لیشن کا ترسیمی خاکہ بنائیے۔

(4)۔ RQسے کیا مراد ہے؟مثال کے ذریعہ وضاحت کیجئے۔

(5)۔ .O.D میکانیت کو سمجھائیے۔

(6)۔ Ethyleneہارمون کے بارے میں مختصر نوٹ لکھیے۔

(7)۔ Genetic Code' کے خصوصیات بیان کیجئے۔

حصہ سوم

(8)۔ پودوں میں جڑ کر یچے(Root Nodules)کس طرح تیار ہوتے ہیں؟اپنے الفاظ میں بیان کیجئے۔

(9)۔ Auxinsہارمون پر ایک مضمون لکھیے۔

(10)۔ TCAاور Cycleکو ترسیمی خاکہ کی مدد سے سمجھائیے۔