باب 7

حیاتیاتی توانائی

(Bioenergetics)

اہم تصورات

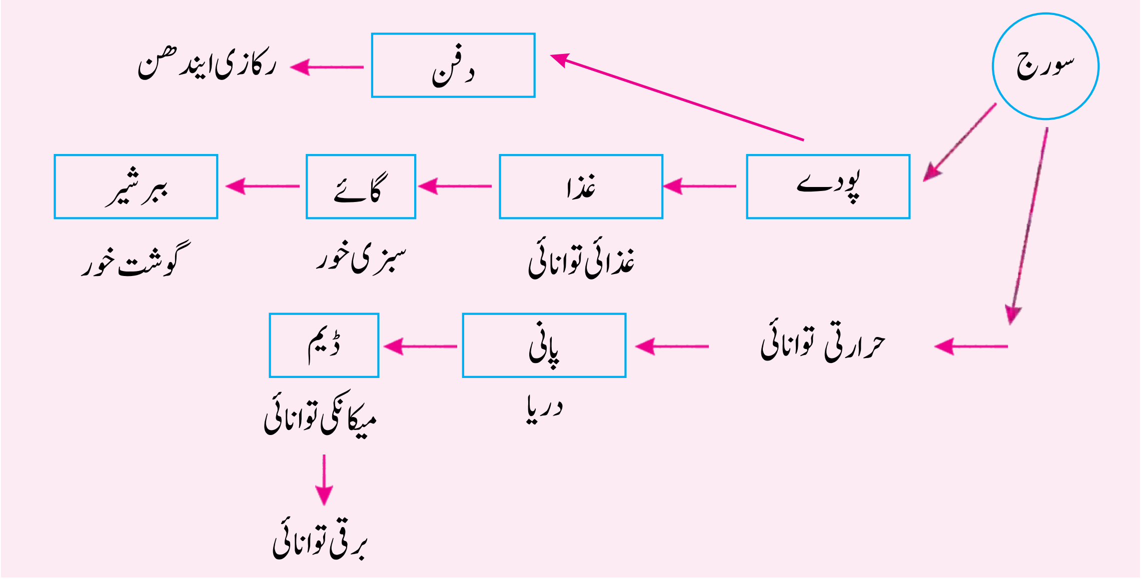
حیاتیات کے اس حصے میں آپ سیکھیں گے۔

- تعارف اور ATP کا کردار
- ضیائی تالیف
  - مساوات کا تعارف
  - کلوروفل اور روشنی کا کردار
  - ضیائی تالیف کے محدود عوامل
- عمل تنفس
  - ہوائی اور غیر ہوائی تنفس
  - تنفس کا طریقہ کار (گلائیکولائسس (Glycosis) ، کریبس چکر (Kreb's cycle) الیکٹرانی حرکت کی زنجیر

ہر مشین کو کام انجام دینے کے لیے توانائی کی ضرورت ہوتی ہے۔ جیسے گاڑیوں کو پیٹرول کی جس سے وہ توانائی حاصل کرتی ہیں۔ ہمارے موبائل فون کو بیٹری کی جس میں توانائی جمع ہوتی ہے اور کام کے دوران یہ توانائی استعمال ہوتی ہے۔ جاندار بھی ایک مشین کی طرح ہیں انہیں بھی کام کرنے کے لیے توانائی کی ضرورت پیش آتی ہے، جسے وہ غذا سے حاصل کرتے ہیں۔ غذا کے یہ خاص مالیکول توانائی کے حامل ہوتے ہیں۔

یہاں یہ سوال پیدا ہوتا ہے کہ ایندھن اور غذائی سالموں میں یہ توانائی کہاں سے حاصل ہوتی ہے؟

زمین پر توانائی کا واحد ذریعہ سورج ہے۔ سورج کی یہ توانائی روشنی کی صورت میں زمین تک پہنچتی ہے اور اس روشنی میں ضیائی توانائی موجود ہوتی ہے۔ جاندار اس ضیائی توانائی کو کیمیائی توانائی اور بے جان اس کو حرارتی توانائی میں تبدیل کر دیتے ہیں۔



مندرجہ بالا چارٹ میں دکھایا گیا ہے کہ کس طرح توانائی یکساں رہتی ہے اور ایک قسم سے دوسری قسم میں تبدیل ہوتی رہتی ہے جو کہ قانون بقائے توانائی کا پہلا قانون حرکات کے عین مطابق ہے جو یہ کہتا ہے کہ توانائی نہ تو بنتی ہے اور نہ ہی تباہ ہوتی ہے بلکہ ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل ہو جاتی ہے۔

جیسے کہ ہم مشاہدہ کرتے ہیں کہ روشنی کی حرارتی توانائی حرکی توانائی میں تبدیل ہو کر پانی کہ بہاؤ کا سبب بنتی ہے۔ پانی کی یہ حرکی توانائی ڈیم میں میکانیکی توانائی میں تبدیل ہو جاتی ہے پھر یہ میکانیکی توانائی برقی توانائی میں اس وقت جب یہ پانی ٹربائن پر گرتا ہے تو میکانیکی توانائی میں تبدیل ہو جاتی ہے پھر یہ میکانیکی توانائی برقی توانائی میں تبدیل ہو کر ہمارے گھروں میں استعمال ہوتی ہے جس سے گھر کا بلب، LED لائٹس روشن ہو جاتے ہیں یا پھر یہ توانائی پنکھوں میں دوبارہ میکانیکی توانائی میں تبدیل ہو جاتی ہے۔

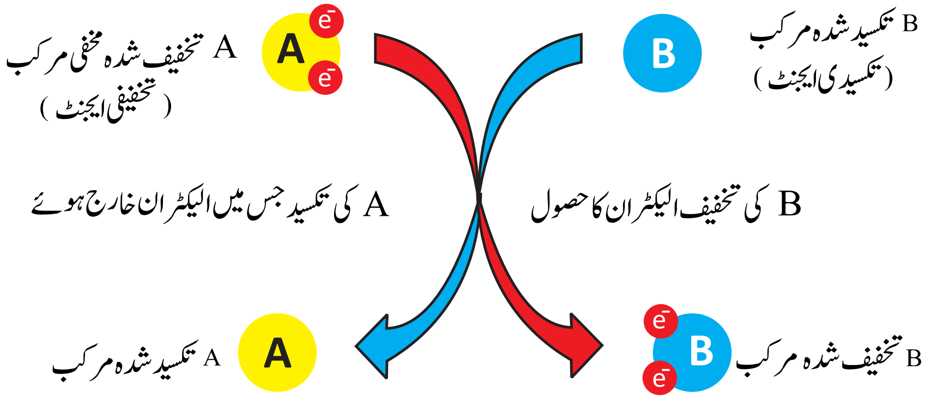
دوسری طرف جب یہ ضیائی توانائی سبز پتوں پر گرتی ہے تو یہ پتے اسے گرفتار کر کے کیمیائی توانائی میں تبدیل کر دیتے ہیں۔ یہ کیمیائی توانائی پودوں میں غذائی توانائی میں تبدیل ہو کر ذخیرہ ہو جاتی ہے، جب حیوان یہ پودے کھاتے ہیں تو یہ توانائی انہیں منتقل ہو جاتی ہے، اس طرح انہیں توانائی حاصل ہوتی ہے۔ جبکہ دوسری طرف جب یہ جاندار زمین میں دفن ہو جاتے ہیں اور ان پر بہت دباؤ پڑتا ہے تو لاکھوں سال اس عمل کے درواں ان کی کیمیائی توانائی رکازی ایندھن (Fossil fuel) میں تبدیل ہو جاتی ہے۔

7.1 حیاتیاتی توانائی اور ATP کا کردار (Bioenergetics and role of ATP)

آزاد توانائی کا جانداروں میں مختلف قسموں میں تبدیلی کا مطالعہ حیاتیاتی توانائی (بائیوایز جیٹکس) کہلاتا ہے۔ یہ حیاتیات، طبعیات، کیمیا اور شماریات کا مجموعہ ہے۔ اس میں کیمیائی بانڈز کے بننے اور بگڑنے کے دوران توانائی کے رد عمل کو مطالعہ بھی کیا جاتا ہے۔ بائیوایز جیٹکس کی تعریف اس طرح بھی کی جاسکتی ہے کہ یہ توانائی کے بدلاؤ اور اس کے نقل و حمل کے تعلق کا مطالعہ ہے۔

7.1.1 توانائی کے نقل و حمل کا کیمیائی عمل (Chemical process of energy transmission):

جانداروں میں توانائی کی منتقلی کا عمل کیمیائی بانڈ کے بننے اور ٹوٹنے کے دوران الیکٹران کے حاصل اور خارج ہونے کے عمل سے ہوتا ہے۔ یہ دو کیمیائی عمل ہے جہاں یہ وقوع پزیر ہوتا ہے۔ ان کیمیائی عوامل کو تکسید (Oxidation) اور تخفیف (Reduction) کہا جاتا ہے۔ تکسیدی عوامل وہ ہیں جہاں الیکٹران (ē) اور پروٹان (H^+) کا اخراج ہوتا ہے۔ یہ الیکٹران ان مالیکیولز سے توانائی لیکر جہاں سے خارج ہوتے ہیں ان مالیکولز میں منتقل کرتے ہیں جہاں یہ جمع ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر لوہا جب آکسیجن سے تعامل کرتا ہے تو زنگ میں تبدیل ہو جاتا ہے اس عمل کے دوران لوہا (Fe) الیکٹران خارج کرتا ہے اور یہ الیکٹران آکسیجن کے ایٹم میں داخل ہو جاتے ہیں۔ اس عمل میں لوہے کی تکسید ہوتی ہے جبکہ آکسیجن میں تخفیف اور اس طرح توانائی لوہے



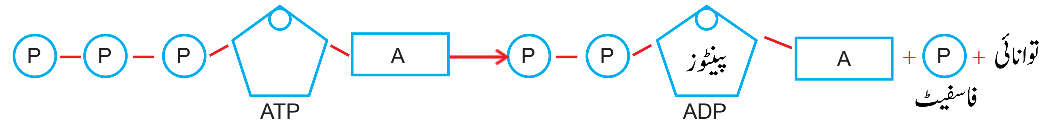
شکل 7.1 تصویر جس میں تکسید اور تخفیفی عمل دکھایا گیا ہے۔

سے آکسیجن میں منتقل ہو جاتی ہے۔ دوسری طرف وہ کیمیائی عمل کو جہاں الیکٹران اور پروٹان (H^+) حاصل ہوتے ہیں تخفیفی عمل کہلاتا ہے۔ الیکٹران کا یہ انجذاب توانائی بھی ساتھ لاتا ہے اور یہ توانائی یہاں ذخیرہ ہوتی ہے۔

جانداروں میں توانائی کی ایک مالیکیول سے دوسرے مالیکیول تک منتقلی کے لیے تکسیدی اور تخفیفی عوامل مسلسل ہوتے رہتے ہیں، ان تعاملات کے بغیر جانداروں میں توانائی کی منتقلی ناممکن ہوتی ہے۔

7.1.2 جانداروں میں توانائی کی کرنسی (Energy currency in living organism):

ہمارے گھروں میں جب برقی توانائی عام وسائل سے موجود ہوتی ہے تو ہم اسے بیٹری میں جمع کرتے ہیں اور جب بجلی نہیں آتی ہے تو ہمارے گھروں کو جمع شدہ برقی توانائی مہیا کی جاتی ہے، یا پھر شمسی پلیٹوں کے ذریعہ شمسی توانائی کو جمع کر کے بیٹریوں میں جمع کیا جاتا ہے اور پھر لوڈ شیڈنگ کے وقت اس جمع شدہ توانائی کو استعمال کیا جاتا ہے۔ جانداروں میں بھی اسی قسم کا انتظام ہوتا ہے۔ یہ توانائی خاص قسم کے مالیکیول میں ذخیرہ ہوتی ہے۔ یہ مالیکول ایڈینوسین ٹرائی فاسفیٹ (ATP- Adenosine Tri-Phosphate) ہے۔ جانداروں میں توانائی تکسیدی عمل کے دوران خارج ہوتی ہے اور یہ توانائی ایڈینوسین ڈائی فاسفیٹ (ADP- Adenosine Di-Phosphate) مالیکیول استعمال کر کے فاسفیٹ بانڈ بناتے ہیں۔ اسطرح ATP مالیکول بنتا ہے اور یہ توانائی ATP میں ذخیرہ ہو جاتی ہے۔



توانائی کی جو مقدار اس عمل میں ذخیرہ ہوتی ہے وہ 7.3KCal/mole ہے۔ ATP میں ذخیرہ شدہ یہ توانائی جانداروں میں مختلف افعال کی انجام دہی میں کام آتی ہے۔ مثلاً مالیکیول کے ارتکاز کی مخالف سمت میں حرکت کے لیے اس توانائی کا اخراج ATP کے بانڈ کے ٹوٹنے سے ہوتا ہے۔

$$ATP \longrightarrow ADP + P + \text{توانائی}\ (7.3\ Kcal/mole)$$

اس طرح ATP کا بننا ایک اینڈرگونک (Endergonic) عمل ہے اور ATP کا ٹوٹنا ایک ایگزرگونک (Exergonic) توانائی کے اخراج کا عمل ہے۔

7.2 ضیائی تالیف (Photosynthesis)

ضیائی تالیف وہ بنیادی عمل ہے جس میں جانداروں اور حیاتیاتی مالیکولز کے لیے بنیادی نامیاتی مرکبات اور آکسیجن (O_2) پیدا ہوتے ہیں۔ یہ عمل کلوروفل رکھنے والے جانداروں میں عمل پذیر ہوتا ہے جیسے پودے، الجی، کچھ پروٹین اور کچھ بیکٹریا۔ لفظ

Photo کا مطلب "روشنی" اور سنتھیس کا مطلب "تیار کرنا" ہے۔ پودے سادہ غیر نامیاتی مرکبات کاربن ڈائی آکسائیڈ (CO_2) اور پانی کو استعمال کرتے ہیں جو کہ ضیائی توانائی کو استعمال کر کے کلوروفل پگمینٹ (Pigment) کی موجودگی میں تعامل کر کے گلوکوز اور آکسیجن پیدا کرتے ہیں۔

مساوات:

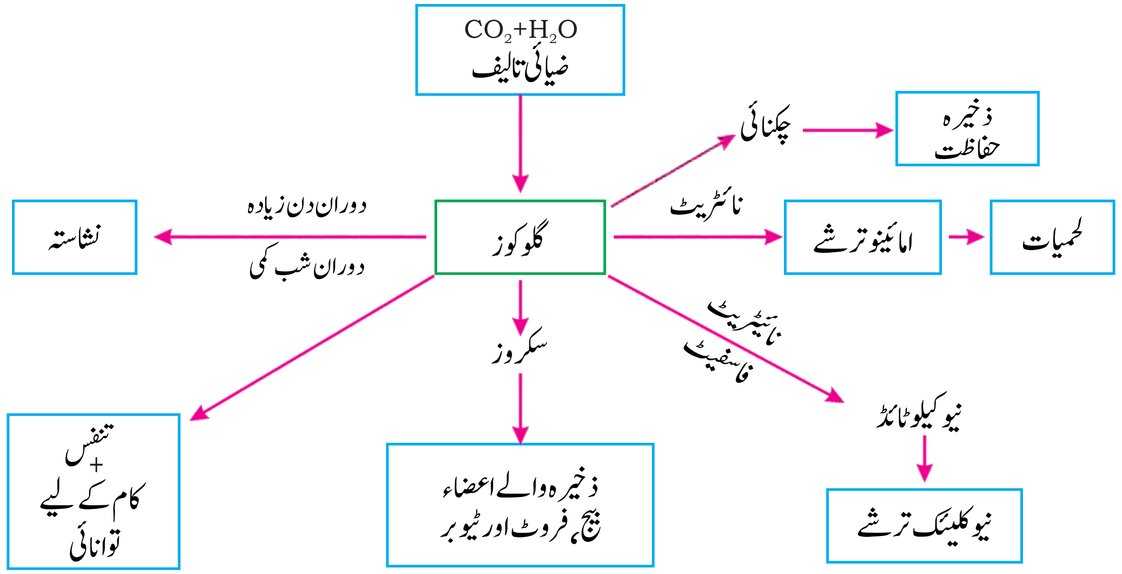
کاربان ڈائی آکسائڈ + پانی —(روشنی / کلوروفل)→ گلوکوز + آکسیجن

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{Chlorophyll}]{\text{Light}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

کلوروفل سبز پگمینٹ ہے جو کہ نباتاتی خلیہ کے کلوروپلاسٹ میں پایا جاتا ہے۔ یہ صرف بصری روشنی کے ایک خاص حصے کو جذب کر لیتا ہے، اس لیے یہ ضیائی تالیف کا متعامل (Reactant) نہیں ہے لیکن اس تعامل کے لیے درکار توانائی کو جذب کرتا ہے۔ دوسرے الفاظ میں ضیائی تالیف وہ عمل ہے جس میں ضیائی توانائی کو کیمیائی توانائی میں تبدیل کیا جاتا ہے۔

ضیائی تالیف کے دوران پیدا ہونے والا بنیادی مالیکیول سادہ شکر جو کہ گلوکوز ہے۔ پودوں میں عمل پذیر ہونے والے زیادہ تر تعملات میٹابولزم میں گلوکوز استعمال ہوتا ہے جو کہ ثانوی پیداوار بنانے کا کام کرتا ہے جسے نشاستہ (Starch) اور دوسرے پولی سیکرائڈ پودے چکنائیاں، لحمیات، اور نیکو کلیئک ترشہ جیسے مالیکیول بنانے کے لیے بھی کاربوہائیڈریٹ استعمال کرتے ہیں۔

گلوکوز جانداروں میں میٹابولزم کے لیے توانائی پیدا کرنے کے لیے ہونے والے عمل تنفس میں بھی استعمال ہوتا ہے۔



زندگی کا مختلف اقسام کے لیے ضیائی تالیف پر انحصار

صرف نباتات ہی وہ جاندار نہیں ہیں جو ضیائی تالیف پر انحصار کرتے ہیں بلکہ حیوانات، دگرپرور (Heteotrophe) بھی ضیائی پرور (Phototrophs) پر انحصار کرتے ہیں۔ یہ جاندار ضیائی پرور جانداروں کے مالیکیول بحیثیت غذائی مالیکیولز استعمال کرتے ہیں۔ اگر حیوان سبزی خور ہے تو وہ براہ راست پودے بحیثیت غذا کے طور پر استعمال کرتا ہے لیکن اگر ایک حیوان گوشت خور (Carnivores) ہیں تو ان حیوانوں پر انحصار کرتا ہے جو خود سبزی خور ہوتے ہیں۔ کھانا کھانے کی یہ ترتیب اور تعلق غذائی زنجیر (Food chain) کہلاتا ہے۔

دوسری طرف ضیائی تالیف ہی صرف اور صرف وہ عمل ہے جو پانی کو بکھیر کر آزاد آکسیجن گیس پیدا کرتا ہے۔ یہ آکسیجن عمل تنفس میں استعمال ہو کر میٹابولزم کے لیے توانائی پیدا کرتی ہے۔ آکسیجن کے بغیر جاندار زندہ نہیں رہ سکتے۔

ضیائی تالیف کے ذریعے پودے کائنات میں O_2 اور CO_2 کی مقدار کو ایک خاص سطح پر برقرار رکھتے ہیں۔ ضیائی تالیف کے دوران پودے ماحول میں CO_2 کو استعمال کرتے ہیں اور O_2 کا اخراج کرتے ہیں۔

کاربن ڈائی آکسائیڈ کی خاصیت ہے کہ وہ سورج سے حرارت کو جذب کرتی ہے۔ اگر ماحول میں CO_2 کی مقدار بڑھے گی تو زمین پر ماحولیاتی درجہ حرارت میں بھی اضافہ ہوگا جسے ہم عالمی حرارت (Global warming) کہتے ہیں۔ ضیائی تالیف ماحول میں CO_2 کی مقدار کو کم سطح پر برقرار رکھتا ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ بالواسطہ طور پر زمین پر CO_2 کی کم مقدار ہی زمین پر درجہ حرارت کو برقرار رکھنے کا باعث بنے گی۔

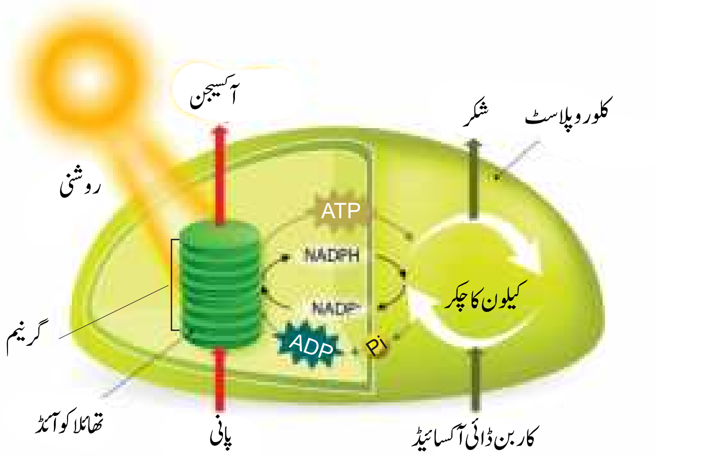
7.2.1 کلوروپلاسٹ بحیثیت ضیائی شکاری اور ذخیرہ کرنے والے عضوے:
(Chloroplast as light trapping and storage organelle):

پودے کی سبز حصے اور الجی میں خاص قسم کے خلیے ہوتے ہیں جن میں خاص قسم کے عضوے پائے جاتے ہیں جنہیں کلوروپلاسٹ کہا جاتا ہے۔ کلوروپلاسٹ ایک دہری جھلی والے عضوے ہیں جن میں نیم مائع لحمیات بحیثیت واسطہ (میڈیم) پائی جاتی ہے۔ جسے اسٹروما (Stroma) کہتے ہیں۔ اس میں جھلی کا ایک اور جال بچھا ہوتا ہے جسے تھائیلکوائڈ (Thyalkoid) جھلی کہتے ہیں۔ کہیں کہیں یہ تھائیلکوائڈ جھلی ایک دوسرے پر جمی ہوتی ہے جسے گرینا (Grana) (واحد-Granum) کہا جاتا ہے۔

ضیائی تالیف کا سادہ سا نظر آنے والا تعامل دراصل اتنا سادہ نہیں ہوتا جتنا سادہ وہ نظر آتا ہے جس میں بہت سے کیمیائی تعملات موجود ہوتے ہیں جو کہ بہت سے خامروں سے اثرپذیر ہوتے ہیں۔ یہ تعملات غیر چکری یا چکردار انداز میں عمل پذیر ہوتے ہیں۔ ہر تعامل کلوروپلاسٹ میں مختلف جگہوں پر عمل پذیر ہوتے ہیں جو کہ:

1- تعامل جہاں ضیائی توانائی کیمیائی توانائی میں تبدیل ہو کر ATP اور $NADPH_2$ تخفیف شدہ نکوٹین امائیڈ ایڈنو سیس ڈائی فاسفیٹ میں جمع ہو جاتی ہے۔ یہ تخفیف تھائلاکوآئڈ جھلی پر عمل پذیر ہوتی ہے، جہاں شمسی توانائی کو پگمینٹس شکار کرتے ہیں۔ یہ

پگمینٹس ہارویسٹنگ کامپلیکس (Harvesting complex) پر موجود ہوتے ہیں۔ ضیائی تالیف کے اس حصے کو ضیائی انحصاری تعامل (Light Dependent reaction) کہا جاتا ہے۔ یہ ایک غیر چکردار عمل ہے جو کہ پانی کے انتشار والے حصے سے جڑا ہوتا ہے۔ پانی کے انتشار کو ضیائی انتشار (Photolysis) کہا جاتا ہے یہ بھی تھائیلکوائڈ جھلی پر ہی عمل پذیر ہوتا ہے۔



شکل 7.2 ضیائی تالیف: کلوروپلاسٹ میں ضیائی انحصاری تعامل اور تاریک انحصاری تعامل

2- وہ تعامل جس میں شکار شدہ شمسی توانائی ATP اور $NADPH_2$ سے گلوکوز میں منتقل ہو جاتی ہے۔ یہ تعامل اسٹروما میں چکردار انداز میں انجام پاتا ہے۔ اس عمل کے دوران فضائی کاربن ڈائی آکسائیڈ استعمال ہو کر گلوکوز بناتی ہے۔

7.2.2 ضیائی تالیف کے دو حصے (Two phase of photosynthesis):

ضیائی تالیف دو مراحل میں انجام پذیر ہوتا ہے۔

(1) ضیائی تعامل یا ضیائی انحصاری تعامل (Light reaction or light dependent reaction)

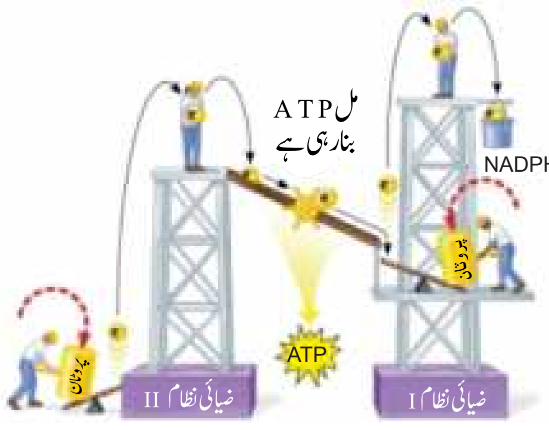
(2) تاریک تعامل یا ضیائی غیر انحصاری تعامل (Dark reaction or light independent reaction)

-1 ضیائی تعامل یا ضیائی انحصاری تعامل (Light reaction or light independent reaction):

ضیائی تعامل یا ضیائی انحصاری تعامل کی اصطلاح استعمال کرنے کی وجہ یہ ہے کہ خلیے ضیائی تالیف کے اس حصے کے دوران ضیائی توانائی شکار ہو کر کیمیائی توانائی میں منتقل ہو جاتی ہے۔

روشنی کا کچھ حصہ پانی کو ہائیڈروجن آئن (H^+) اور آکسیجن گیس میں منتشر کرنے میں استعمال ہوتا ہے، اس کے ساتھ ساتھ الیکٹران (ē) بھی خارج ہوتے ہیں۔ پانی کے منتشر ہونے کے اس عمل کو ضیائی انتشار (Photolysis) کہا جاتا ہے۔ ضیائی انتشار کے دوران پیدا ہونے والی آکسیجن فضا میں خارج ہو جاتی ہے جبکہ H^+ کاربان ڈائی آکسائیڈ کے ساتھ مل کر گلوکوز بناتے ہیں۔

کلوروپلاسٹ میں موجود پگمینٹ مختلف طول موج والی روشنی کو جذب کرتے ہیں۔ان میں کلوروفل تھائلاکوائڈ جھلی پر پایا جانے والا اور روشنی کو جذب کرنے والا اہم مالیکیول ہے جو بیگنی یا نیلی اور سرخ روشنی کو جذب کرتا ہے اور سبز رنگ کو منعکس کردیتا ہے، اسی وجہ سے پتے ہمیں سبز نظر آتے ہیں۔ تھائلاکوائڈ جھلی میں دوسرے پگمنٹس اور الیکٹران لیجانے والے مالیکولز ایک ترتیب بناتے ہیں اس تمام ترکیب کو ضیائی نظام (Photosystem) کہا جاتا ہے۔ ہر تھائلاکوائڈ پر ہزاروں کی تعداد میں ان دو ضیائی نظاموں کی نقول موجود ہوتی ہیں جنھیں ضیائی انجذابی مرکز (Light harvesting complex) اور الیکٹرانی ترسیلی نظام (Electronic transport system) کہا جاتا ہے۔



شکل 7.3 ضیائی تعامل کی اسکیم

ضیائی توانائی کی منتقلی اس وقت شروع ہوتی ہے جب عملی مرکز (Reaction center) کا کلوروفل روشنی وصول کرتا ہے۔ کلوروفل کا ایک الیکٹران اسے چھوڑ کر الیکٹرانی ترسیل نظام میں کود جاتا ہے۔ یہ توانائی سے لبریز الیکٹران ایک الیکٹران لیجانے والے مالیکیول سے دوسرے الیکٹران لیجانے والے مالیکیول پر مشتمل ہوتا ہے۔ یہ الیکٹران اپنی اضافی توانائی خارج کرتا ہوا نیچے آتا جاتا ہے۔ یہ توانائی بہت سے تعملات کو عمل پذیر ہونے میں مدد دیتی ہے اور دوسرا یہ کہ توانائی والے دو مالیکیولز پیدا کرتی ہے۔ یہ مالیکیولز ہیں:

(i) ایڈینوسین ٹرائی فاسفیٹ (Adenosine Triphosphate ATP)

(ii) تخفیف شدہ نکوٹین امائڈ ایڈینوسین ڈائی نیوکلیوٹائیڈ فاسفیٹ
(Reduced Nicotine amide Adenosine Dinucleotide phosphate) $NADPH_2$

ADP وہ مرکب ہے جو خلیہ میں پہلے سے موجود ہوتا ہے۔ یہ فاسفیٹ کے ساتھ الیکٹران کی توانائی استعمال کرکے جڑ جاتا ہے۔ اس کے نتیجے میں ATP کا مالیکیول بنتا ہے۔ یہ توانائی اس وقت خارج ہوتی ہے جب الیکٹران ضیائی نظام میں موجود الیکٹران لیجانے والے مالیکیول کے ذریعے بلندی سے نیچے آتا ہے۔

$$ADP + P \xrightarrow[\text{خامروں کا مجموعہ}]{\text{ضیائی توانائی}} ATP$$

NADP بھی کلوروپلاسٹ میں پایا جاتا ہے جو کہ H^+ کے میلاپ سے تخفیف ہو جاتا ہے۔ یہ H^+ جو کہ پانی کے انتشار سے پیدا ہوئے تھے۔

$$NADP + \underbrace{2H^+ + 2\bar{e}}_{\text{پانی سے}} \longrightarrow NADPH_2$$

خلیہ سے — پانی سے — تخفیف شدہ

ATP اور $NADPH^2$ دونوں توانائی سے بھرپور مالیکولز ہیں جو کہ فضائی کاربن ڈائی آکسائڈ کو H^+، $\bar{e}$ اور توانائی مہیا کرکے کاربوہائیڈریٹس میں تبدیل کرتے ہیں۔ یہ عمل ضیائی تالیف کے ضیائی غیر انحصاری والے حصے میں ہوتا ہے۔

2- تاریک تعامل یا ضیائی غیر انحصاری تعامل (The dark reaction or light independent reaction):

تاریک تعامل میں فوٹان کی توانائی براہ راست استعمال نہیں ہوتی لیکن یہ عمل دوران روشنی (دن) میں ہی عمل پذیر ہوتا ہے جو کہ ضیائی انحصاری تعامل کے فوراً بعد عمل پذیر ہوتا ہے۔ ATP اور $NADPH_2$ جو کہ ضیائی انحصاری عمل کے دوران پیدا ہوتے ہیں اسٹروما (Stroma) میں حل ہو جاتے ہیں پھر وہاں یہ گلوکوز بنانے کی لیے توانائی مہیا کرتے ہیں۔ گلوکوز بننے کا یہ عمل کاربن ڈائی آکسائیڈ اور پانی سے (جس سے H^+ اور $\bar{e}$ حاصل ہوتے ہیں) مکمل ہوتا ہے۔ جب تک ATP اور $NADPH_2$ موجود ہوتے ہیں اس عمل کے لیے روشنی درکار نہیں ہوتی۔

ضیائی تالیف کا یہ حصہ چکردار ہے جس میں بہت سے تعملات کا ایک مکمل سیٹ (Set) موجود ہوتا ہے اس کو کیلون-بینسن چکر- (Calvin Benson cycle) کہتے ہیں۔ یہ نام اس کے دریافت کنندہ کے نام سے موسوم کیا گیا ہے۔ اسے C_3 چکر بھی کہا جاتا ہے (3 کاربن والا مرکب جو کہ سب سے پہلے بنتا ہے)۔ اس C_3 چکر کے لیے مندرجہ ذیل اشیاء درکار ہیں۔

(i) CO_2 عام طور پر ہوا سے حاصل ہوتی ہے لیکن اس کا کچھ حصہ عمل تنفس سے بھی حاصل ہوتا ہے۔

(ii) CO_2 کو جذب کرنے والی شکر ایک پانچ کاربن والی پینٹوز (Pentose) شکر۔

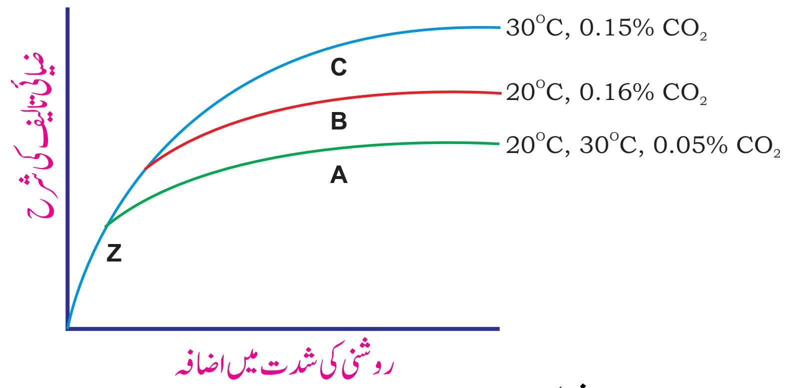
(iii) تمام تعملات کو عمل انگیز کرنے کے لیے خامرے۔

(iv) ATP اور $NADPH_2$ سے حاصل ہونے والی توانائی یہ مالیکیولز ضیائی انحصاری تعامل سے حاصل ہوتے ہیں۔

7.2.3 محدود عوامل (Limiting factor):

حیاتیاتی کیمیائی تعملات کی رفتار کا انحصار کچھ عوامل پر ہوتا ہے جو کہ ان کی رفتار پر اثر انداز ہوتے ہیں، یہ عوامل محدود عوامل (Limiting factors) کہلاتے ہیں۔ مثلاً روشنی کی کم شدت پر ضیائی تالیف کی رفتار میں اضافہ ہوتا ہے لیکن روشنی کی زیادہ شدت پر رفتار یکساں رہتی ہے۔

روشنی کی شدت (Light intensity)، کاربن ڈائی آکسائڈ کا ارتکاز اور درجہ حرارت جیسے عوامل ضیائی تالیف کے محدود عوامل ہو سکتے ہیں۔ مندرجہ ذیل گراف میں محدود عوامل کا آئیڈیا دکھایا گیا ہے۔



A – گراف میں Z نقطہ پر، روشنی کی شدت محدود عامل ہے۔

B– اگر روشنی کی شدت میں چمک دار روشنی تک اضافہ بہتر درجہ حرارت میں ہو تو ہوا میں CO_2 کا ارتکاز محدود عامل ہے اس بات کا واضح مشاہدہ کیا گیا ہے کہ اگر اسی پودے کو زیادہ ارتکاز والی CO_2 میں رکھا جائے تو ضیائی تالیف کی شرح میں اضافہ ہوگا۔

اگر روشنی کی شدت اور CO_2 کا ارتکاز زیادہ ہو تو درجہ حرارت محدود عامل ہوگا لیکن خیال رہے کہ درجہ حرارت بہت زیادہ نہ ہو، اگر درجہ حرارت بہت ہوگا تو خامرے کی ساخت خراب (Denature) ہو جائے گی۔

سرگرمی: ضیائی تالیف کی شرح پر روشنی کی شدت کے اثرات معلوم کریں:

درکار اشیاء:

- پانی کا بڑا بیکر
- کھولاؤ نلی (Boiling tube)
- اسٹینڈ اور شکنجہ
- کاغذی کلپ
- تازا پانی والا پودا (ہائیڈریلا)
- تھرمامیٹر (Thermometer)
- لیمپ
- فٹ اسکیل
- اسٹاپ گھڑی

طریقہ کار:

1- تازہ ہائیڈریلا کا ایک ٹکڑا لے کر اسے ابلتے ہوئے پانی کی ایک نالی میں الٹا کر کے ڈالیں۔ اس طرح ہائیڈریلا نلی میں نیچے کی طرف چلا جائے گا۔

2- اب اس نلی کو شکنجے میں اس طرح لگائیں کے نلی روشنی کی عمودی سطح پر ہو۔ اس نلی کو بیکر میں اس طرح لگائیں کے نلی کے پانی کا درجہ حرارت اپنی سطح پر قائم رہے۔

3- پانی میں ایک تھرمامیٹر لگائیں تاکہ پانی کا درجہ حرارت ناپا جاسکے اور اسے نوٹ کرتے رہیں۔ اب کمرے کی تمام لائٹیں بند کر دیں تاکہ پس منظر کی روشنی کم ہو جائے اور ایک ٹیبل لیمپ بیکر کے قریب رکھیں۔

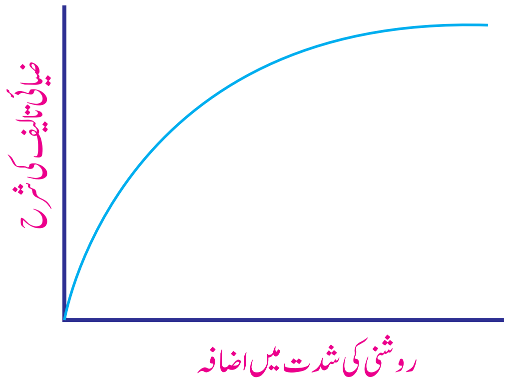
4- کچھ منٹ تک پودے کا مشاہدہ کریں۔ آپ دیکھیں گے کہ پودے کے کٹے ہوئے حصے کی طرف سے گیس کے بلبلے خارج ہونا شروع ہو جائیں گے۔ اگر بلبلے خارج نہ ہوں تو اس تجربہ کو تازہ پودا استعمال کرتے ہوئے دوبارہ کریں۔ اب ایک منٹ میں خارج ہونے والے بلبلے شمار کریں۔ اگر بلبلے خارج ہونے کی رفتار زیادہ ہو اور شمار کرنا مشکل ہو تو لیمپ کو اتنا دور کریں کہ بلبلے شمار کیے جاسکیں۔

5- اب شمار کرنے کا یہ عمل اس وقت تک دہرائیں جب تک بلبلے نکلنے کی رفتار ایک جیسی ہو جائے۔ اس کی رفتار اور لیمپ کا پودے سے فاصلہ اپنے پاس محفوظ کرلیں۔

6- اب لیمپ کا پودے سے فاصلہ تبدیل کریں اور بلبلوں کی رفتار کو نوٹ کریں۔ اس طرح تین مختلف مقامات سے بلبلوں کی رفتار کو نوٹ کریں۔

7- پورے تجربہ کے دوران پانی کے درجہ حرارت کو یکساں رکھیں۔

فرض کریں کہ بلبلوں کے نکلنے کی رفتار دراصل ضیائی تالیف کی شرح رفتار ہے تو اس سے یہ نتیجہ اخذ کیا گیا کہ ضیائی تالیف کی شرح روشنی کی شدت کم ہونے پر کم ہو جاتی ہے جیسا کہ لیمپ جیسے جیسے پودے سے دور کیا تو روشنی کی شدت بھی کم ہوگئی اور ساتھ ساتھ ضیائی تالیف کی شرح میں بھی کمی آگئی۔



7.3 عمل تنفس (Respiration):

زندگی کے تمام افعال کی انجام دہی کے لیے خلیے کو توانائی درکار ہوتی ہے، اس توانائی کا ماخذ یا تو غذا ہے اور پودوں میں ضیائی تالیف سے بننے والے مرکبات ہیں۔ خلیے ان غذائی مالیکیولز کو توڑ کر کیمیائی توانائی کا اخراج کرتے ہیں۔ غذائی سالموں کی اس ٹوٹ پھوٹ کو جس میں توانائی خارج ہوتی ہے عمل تنفس (Respiration) کہتے ہیں۔

عام طور پر خلیے آکسیجن استعمال کر کے غذائی سالموں کی تکسید کا کام انجام دیتے ہیں جس کے نتیجے میں کاربن ڈائی آکسائڈ اور پانی بحیثیت فاضل مادوں کے پیدا ہوتے ہیں۔ اصل غذائی سالمے جن کی ٹوٹ پھوٹ ہوتی ہے وہ شکر ہیں خاص طور پر گلوکوز۔

اس کیمیائی تعامل کی مکمل مساوات درج ذیل ہے۔

توانائی + پانی + کاربن ڈائی آکسائڈ ← آکسیجن + گلوکوز

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + ATP$$

مندرجہ بالا مساوات سے ظاہر ہورہا ہے گلوکوز کا ایک مالیکول آکسیجن کے 6 مالیکیولز سے تعامل کر کے کاربن ڈائی آکسائڈ کے 6 مالیکیولز اور 6 پانی کے مالیکیولز پیدا کرتا ہے۔ اصل پیداوار تو توانائی ہے جو کہ ایک توانائی سے بھرپور مالیکول کی شکل میں پیدا ہوتی ہے جسے ATP کہتے ہیں۔

عام طور پر یہ خیال کیا جاتا ہے کہ عمل تنفس اور سانس لینے کا عمل ایک ہی ہے دراصل یہ دونوں عمل مختلف ہیں لیکن ایک دوسرے سے جڑے ہوئے ہیں جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے کہ عمل تنفس خلیے میں ہونے والا وہ کیمیائی عمل ہے جس میں غذا سے توانائی کا اخراج ہوتا ہے جبکہ سانس لینے کا عمل ہوا کے جسم میں داخل ہونے اور خارج ہونے کا ہے تاکہ جسم کو ہوا مین موجود O_2 مل سکے اور تنفس میں پیدا ہونے والی CO_2 کا اخراج ہو جائے۔ سانس لینے کے عمل کے لیے ایک اور اصطلاح استعمال کی جاتی ہے، جسے ہوائی گردش (Ventilation) کہا جاتا ہے۔ سانس لینے کے عمل سے گیسوں کا تبادلہ خلوی یا نسیجوں کی سطح پر ممکن ہوتا ہے۔ اس طرح سانس لینے کا عمل (Breathing) گیسوں کا تبادلہ (Gaseous exchange) اور عمل تنفس ایک دوسرے سے مختلف ہوتے ہیں لیکن ایک دوسرے سے مربوط بھی ہوتے ہیں اور ان تینوں کی وجہ سے خلیے میں توانائی کی پیداوار ممکن ہو پاتی ہے۔

7.3.1 تنفس کی اقسام (Types of respiration):

جاندار میں توانائی کی پیداوار کے لیے تنفس کی دو اقسام پائی جاتی ہیں۔

(1) غیر ہوائی تنفس (Anaerobic respiration) (2) ہوائی تنفس (Aerobic respiration)

(1) غیر ہوائی تنفس (Anaerobic respiration):

یہ قدیم قسم کا عمل تنفس ہے جو کہ آکسیجن کی غیر موجودگی میں عمل پذیر ہوتا ہے غیر ہوائی تنفس یا تخمیر (Fermentation) کہلاتا ہے۔ خاص حالات میں جہاں آکسیجن موجود نہیں ہوتی جاندار اپنے آپ کو اسی حالات کے مطابق ڈھال کر آکسیجن کے بغیر ہی اپنی غذا کو توڑ کر توانائی پیدا کرتے ہیں۔ اسے غیر ہوائی تنفس یا عمل تخمیر کہتے ہیں۔ یہ عمل کچھ خاص بیکٹریا، فنجائی اندرونی خلیے اور کچھ جانوروں میں انجام پاتا ہے۔

غیر ہوائی تنفس کے دوران گلوکوز نامکمل ٹوٹتا ہے تو کم توانائی پیدا ہوتی ہے۔ (ہوائی تنفس کے مقابلہ میں اس کی مقدار 5 سے 10 فیصد تک ہوتی ہے) لیکن یہ آکسیجن کی غیر موجودگی میں بھی جانداروں کی زندگی کو برقرار رکھ سکتا ہے۔ اس تنفس کا ارتقاء زمین پر اس وقت ہوا جب یہاں آکسیجن موجود ہی نہیں تھی۔

غیر ہوائی تنفس کی بھی دو اقسام ہیں۔

الکوحلی تخمیر (Alcoholic fermentation):

بیکٹریا اور فنجائی ہوائی تنفس انجام دیتے ہیں لیکن اگر یہ جاندار آکسیجن کی غیر موجودگی میں ہوں تو ان میں ہوائی تنفس بند ہو جاتا ہے اور یہ غیر ہوائی تنفس شروع کر دیتے ہیں۔ اس غیر ہوائی تنفس کے دوران یہ ایتھا حل الکوحل اور کاربن ڈائی آکسائڈ گیس پیدا کرنا شروع کر دیتے ہیں۔

کچھ توانائی + کاربن ڈائی آکسائڈ + ایتھانول ← گلوکوز

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + ATP$$

ترشائی تخمیر (Acidic fermentation):

حیوانوں میں جب ہوائی تنفس سے پیدا شدہ توانائی ان کی ضرورت کے لیے ناکافی ہوتی ہے تو غیر ہوائی تنفس کی بھی ابتدا ہو جاتی ہے۔ اس عمل کے دوران گلوکوز ایک مرکب میں ٹوٹ جاتا ہو جو لیکٹک ایسڈ (Lactic acid) کہلاتا ہے۔

کچھ توانائی + لیکٹک ایسڈ ← گلوکوز

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_3H_6O_3 + 2CO_2 + ATP$$

اس عمل کے دوران ہوائی تنفس کی مقابلے میں بڑی محدود مقدار میں توانائی پیدا ہوتی ہے لیکن یہ توانائی کسی ایتھلیٹ کو دوڑنے کے لیے ابتدائی توانائی مہیا کرتی ہے۔ اس عمل کے دوران لیکٹک ایسڈ پیدا ہوتا ہے جو کہ عضلات اور خون میں جمع ہونا شروع ہو جاتا ہے اور درد پیدا کرتا ہے۔ اس طرح پیدا ہونے والے درد کو عضلاتی تھکن (Muscle fatigue) کہتے ہیں۔

غیر ہوائی تنفس کی اہمیت (Importance of anaerobic respiration):

جیسا کہ پہلے ذکر کیا جا چکا ہے کہ غیر ہوائی تنفس توانائی کی حصول کا ایک ہنگامی انتظام ہے جس کا فائدہ یہ ہے کہ جاندار بغیر آکسیجن زندہ رہ سکتا ہے یا کچھ عرصے کے لیے اس رفتار سے کام جاری رکھ سکتا ہے۔ غیر ہوائی تنفس کے دوران پیدا ہونے والی مصنوعات میں سے ایک نامیاتی ترشے بھی ہیں جیسے سرکہ، یہ صنعتی طور پر بھی پیدا کیے جاتے ہیں۔

غیر ہوائی تنفس کے دوران ایتھائل الکوحل (Ethyl alcohol) بھی پیدا ہوتا ہے۔ یہ عمل صنعتی طور پر مختلف الکوحل مشروبات بنانے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے جیسے بیئر (Bear)، وائن (Vine) اور دوسرے مشروبات۔

بیکری کی صنعت کا انحصار بھی اسی پر ہوتا ہے کیوں کہ غیر ہوائی تنفس کے دوران CO_2 بھی پیدا ہوتی ہے جو کیکس اور ڈبل روٹی کو نرم و ملائم شکل میں رکھتی ہے۔ یہ نشاستہ کو سادہ شکر میں تبدیل کر کے ڈبل روٹی اور پیزا کا بیس بناتا ہے۔

(2) ہوائی تنفس (Aerobic respiration):

تنفس کی وہ قسم جہاں غذائی مالیکیول آکسیجن کی مدد سے ٹوٹ کر توانائی پیدا کرتے ہیں۔ یہ تنفس کا وہ طریقہ کار ہے جو جانداروں میں عام طور پر پایا جاتا ہے۔ یہ آزاد آکسیجن کی موجودگی میں وقوع پذیر ہوتا ہے، غذائی مالیکیول کی تکسید ہوتی ہے اور زیادہ سے زیادہ مقدار میں توانائی پیدا ہوتی ہے یعنی گلوکوز کا مول/2827kj یا 36 ATP مالیکیول فی گلوکوز۔ ہوائی تنفس میں پیدا ہونے والے آخری مالیکیول CO_2 اور H_2O ہوتے ہیں۔

گلوکوز + آکسیجن ⟶ کاربن ڈائی آکسائڈ + پانی + توانائی (36 ATP)

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 36\ ATP$$

7.3.2 ہوائی تنفس کا طریقہ کار (Mechanism of aerobic respiration):

ہوائی تنفس تین مدارج اور خلیے میں مختلف جگہوں پر عمل پذیر ہوتا ہے۔

(الف) گلائیکولائیسس (Glycolysis) (یونانی—گلائیکو-شکر، لائیسس = ٹوٹ پھوٹ):

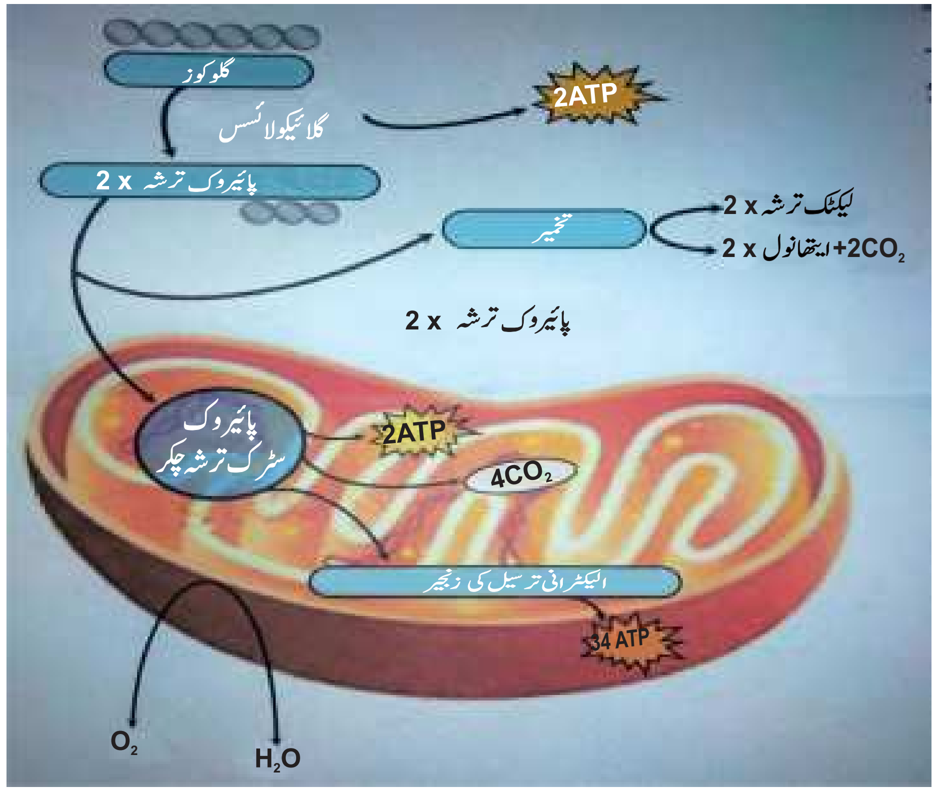
پہلا درجہ وہ ہے جہاں گلوکوز (6 کاربن والی شکر) پائیروک ترشے (Pyruvic acid) (3 کاربن والا) کے دو مالیکول میں ٹوٹ جاتا ہے، اس عمل کے دوران آکسیجن درکار نہیں ہوتی۔ یہ عمل دونوں قسم کے تنفس یعنی غیر ہوائی اور ہوائی تنفس دونوں میں انجام پاتا ہے۔ گلوکوز مالیکول کے اس طرح بکھرنے سے تھوڑی سی مقدار میں توانائی پیدا ہوتی ہے جو کہ دو ATP پیدا کرنے کے لیے کافی ہوتی ہے۔ گلائیکولائس ایک پیچیدہ عمل ہے جو بہت سے ترتیب وار کیمیائی عوامل پر مشتمل ہے جو کہ سائٹوسول (Cytosol) میں انجام پاتے ہیں۔

(ب) کریبس یا سٹرک ترشہ چکر (Krebs or citric and cycle):

ہوائی تنفس کا دوسرا مرحلہ جہاں گلائیکولائیس کے دوران پیدا ہونے والا پائیروک ترشہ مائٹوکونڈریا میں داخل ہوتا ہے جہاں آکسیجن موجود ہوتی ہے۔ خلوی تنفس اس آکسیجن کو پائیروک ترشے کو مکمل طور پر CO_2 اور پانی کو چکردار انداز میں توڑنے میں استعمال ہوتی ہے۔ کریب چکر کے دوران کچھ ATP پیدا ہوتی ہے اور کچھ مخلوط خامرے (Coenzymes) جیسے NAD اور FAD کی تخفیف کرکے $NADH_2$ اور $FADH_2$ میں تبدیل ہوجاتے ہیں۔ یہ مائٹوکونڈریا کے میٹرکس میں انجام پاتا ہے۔

(ج) الیکٹران کی ترسیلی زنجیر (Electron transport chain):

یہ ہوائی تنفس کا آخری مرحلہ ہے جہاں $NADH_2$ (تخفیف شدہ نکوٹین امائڈ ایڈینوسین ڈائی نیوکلیو (Nicotine amide adenosine dinucleotide) اور $FADH_2$ (تخفیف شدہ فلیون امائڈ ایڈینوسیس ڈائی نیوکلیوٹائڈ (Reduced flavin amide adenosine dinucleotide) کی تکسید ہوتی ہے جس کے نتیجے میں H_2O اور ATP پیدا ہوتے ہیں یہ مائٹوکونڈریا کے کرسٹی (Cristae) میں انجام پاتا ہے۔



شکل 7.4 مائٹوکونڈریا میں ہوائی تنفس

7.3.3 تنفس توانائی کا جانداروں کے اجسام میں استعمال:
(Usage of respiration energy in the body of organisms)

جاندار کے جسم میں بے شمار عوامل کی انجام دہی کے لیے توانائی درکار ہوتی ہے، جسم یہ توانائی تنفسی توانائی سے مہیا کرتا ہے۔ درج ذیل کچھ عوامل ہیں جو کہ تنفسی توانائی استعمال کرتے ہیں۔

- مالیکیولز کی تالیف (Synthesis of molecules): مختلف قسم کے مالیکیولز کی بناوٹ کے لیے ساتھ ساتھ چھوٹے مالیکیولز سے بڑے مالیکیولز کی بناوٹ کے لیے یہ توانائی درکار ہوتی ہے۔
- خلوی تقسیم (Cell division): خلوی تقسیم کے دوران ڈی این اے اور لحمیات جیسے بڑے مالیکیولز وجود میں آتے ہیں۔ ساتھ ساتھ کروموسوم کی حرکت کے لیے بھی توانائی درکار ہوتی ہے۔
- بڑھوتری (Growth): خلوی بڑھوتری کے بغیر جاندار کی بڑھوتری ممکن نہیں، دونوں اعمال کے لیے توانائی درکار ہوتی ہے۔
- چست ترسیل (Active transport): آئن اور مالیکیولز کی کم ارتکاز سے زیادہ ارتکاز کی طرف حرکت کے لیے توانائی درکار ہوتی ہے۔

- عضلاتی سکڑاؤ (Muscle contraction): عضلاتی حرکت کی لیے بھی توانائی درکار ہوتی ہے۔ یہ توانائی کیمیائی توانائی سے پیدا ہوتی ہے اور پھر یہ توانائی حرکی توانائی مین تبدیل ہو جاتی ہے۔
- عصبی پیغام کا راستہ (Passge of nerve impulse): عصبی پیغام دراصل بنیادی طور پر برقی پیغام ہے۔ یہ پیغام لمبے عصبی ریشوں کے ذریعے چست ترسیل کے ذریعے انجام پاتا ہے جس کے لیے توانائی درکار ہوتی ہے۔
- جسمانی درجہ حرارت کو قائم رکھنا: اعلیٰ درجہ کے حیوانات کے جسم کا درجہ حرارت ایک خاص سطح پر قائم رہتا ہے، اس درجہ حرارت پر قائم رکھنے کے لیے توانائی درکار ہوتی ہے یہ توانائی تنفس سے حاصل ہوتی ہے۔

ضیائی تالیف (Photosynthesis)	عملِ تنفس (Respiration)
• ضیائی تالیف وہ عمل ہے جہاں ضیائی توانائی کیمیائی توانائی میں تبدیل ہوتی ہے۔	• تنفس وہ عمل ہے جہاں کیمائی توانائی ATP کی توانائی میں تبدیل ہو جاتی ہے۔
• یہ صرف ان اجسام میں پایا جاتا ہے جہاں کلوروفل موجود ہو۔	• یہ تمام اجسام میں عمل پذیر ہے۔
• اس کو روشنی درکار ہوتی ہے یعنی یہ صرف روشنی کی موجودگی میں عمل پذیر ہوتا ہے۔	• اسے روشنی کی ضرورت نہیں ہوتی اس لیے تمام زندگی عمل پذیر رہتا ہے۔
• یہ کلوروپلاسٹ میں انجام پاتا ہے۔	• یہ مائٹوکونڈریا میں انجام پاتا ہے۔
• اس کے ریگٹینٹ (Reactant) کاربن ڈائی آکسائڈ اور پانی ہیں۔	• اس کے ریگٹینٹ (Reactant) عام طور پر کاربوہائیڈریٹ اور آکسیجن ہے۔
• اس کی پیداوار گلوکوز اور آکسیجن ہیں۔	• اس کی پیداوار کاربن ڈائی آکسائڈ اور پانی ہیں۔

خلاصہ

- جانداروں میں آزاد توانائی کا مختلف اقسام میں تبدیلی کا مطالعہ حیاتیاتی توانائی کہلاتا ہے۔
- توانائی کا مختلف اقسام میں تبدیلی کا عمل تکسیدی اور تخفیفی عوامل کے دوران عمل پذیر ہوتا ہے۔
- جانداروں میں ان کے میٹابولک عوامل کے لیے توانائی ATP سے حاصل کی جاتی ہے۔ یہ توانائی یا تو کاربوہائیڈریٹ یا تکسیدی عمل یا دوسرے مالیکول سے حاصل ہوتی ہے۔
- ضیائی تالیف وہ بنیادی عمل ہے جس میں بنیادی نامیاتی مالیکیول اور O_2 پیدا ہوتے ہیں۔
- کلوروفل وہ سبز پگمینٹ ہے جو نباتاتی خلیے کے کلوروپلاسٹ میں پاتا جاتا ہے۔
- پودے اور دوسرے دگرپرور (Heterotrphs) کا انحصار فوٹوٹراف (Phototraps) پر ہے۔
- ضیائی تالیف ہی صرف وہ عمل ہے جس کے دوران پانی کے منتشر ہونے سے آزاد آکسیجن (O_2) پیدا ہوتی ہے۔
- ضیائی تالیف دو مدارج پر مشتمل ہوتا ہے۔
  (i) ضیائی انحصاری عمل (ii) ضیائی غیر انحصاری عمل
- وہ عمل جس میں ضیائی توانائی کیمیائی توانائی میں تبدیل ہو کر ATP اور $NADPH_2$ میں ذخیرہ ہو جاتی ہے اسے ضیائی انحصاری عمل کہتے ہیں۔
- ضیائی تھائیکوآئڈ جھلی پر عمل پذیر ہوتا ہے۔
- وہ عمل جہاں گرفتار شدہ توانائی ATP اور $NADPH_2$ سے گلوکوز میں تبدیل ہوتی ہے یہ عمل کلوروپلاسٹ کے اسٹروما میں عمل پذیر ہوتا ہے اسے غیر ضیائی انحصاری عمل کہتے ہیں۔
- ADP کا ATP سے روشنی کی توانائی استعمال کر کے بننا فوٹو فاسفورائلیشن کہلاتا ہے۔
- حیاتیاتی کیمیائی تعملات کی شرح کا انحصار کچھ عوامل پر ہوتا ہے جو کہ محدود عوامل کہلاتے ہیں۔
- ضیائی تالیف کے کچھ محدود عوامل روشنی کی شدت، CO_2 کا ارتکاز اور درجہ حرارت ہیں۔
- خلیے میں غذائی سالموں کے ٹوٹ کر توانائی پیدا کرنے کے عمل کو عمل تنفس کہتے ہیں۔
- غذائی سالموں کی توانائی خاص طور پر گلوکوز کی پیداوار بحیثیت تکسیدی توانائی ہوتی ہے۔
- تکسیدی توانائی ATP میں جمع ہو جاتی ہے۔
- تنفس کی دو اقسام ہیں۔ (i) غیر ہوائی تنفس (ii) ہوائی تنفس

- تنفس کا عمل جو O_2 کی غیر موجودگی میں ہوتا ہے غیر ہوائی تنفس یا تخمیر کہلاتا ہے۔
- الکوحلی یا ترشائی تخمیر غیر ہوائی تنفس کی قسمیں ہیں۔
- تنفس کا وہ عمل جو O_2 کی موجودگی میں عمل پذیر ہو ہوائی تنفس کہلاتا ہے۔
- ہوائی تنفس تین مدارج میں عمل پذیر ہوتا ہے۔

  (i) گلائیکولائسس (ii) کریبس چکر (iii) الیکٹرانی ترسیل زنجیر
- گلائیکولائیسس جہاں گلوکوز سائٹوسول میں پائیروک ترشے میں تبدیل ہو جاتا ہے۔
- کریبس چکر جہاں پائیروک ترشہ O_2 کی موجودگی میں ٹوٹ کر CO_2 پیدا کرتا ہے اور پیدا شدہ توانائی $NADH_2$ اور $FADH_2$ میں ذخیرہ ہوتی ہے۔
- الیکٹرانی ترسیلی زنجیر جہاں $NADH_2$ اور $FADH_2$ کی تکسید ہوتی ہے جس کے نتیجے میں پیدا ہونے والی توانائی ATP میں جمع ہو جاتی ہے یہ عمل مائٹوکونڈریا کی کرسٹی پر عمل پذیر ہوتا ہے۔

متفرقہ سوالات

1- صحیح جواب کے گرد دائرہ بنائیں:

(i) ایک تکسیدی عمل کے دوران 14135 کلوجول توانائی خارج ہوتی ہے۔ بتائیں کہ اس سے کتنے مول گلوکوز استعمال ہوا ہے۔

(الف) 1 (ب) 3 (ج) 5 (د) 10

(ii) ہوائی تنفس کا وہ درجہ جو کہ کرسٹی پر عمل پذیر ہوتا ہے۔

(الف) الیکٹرانی ترسیلی چکر (ب) گلائکولائسس

(ج) کربس چکر (د) C_3 چکر

(iii) ایک خلوی تنفس کے عمل کے دوران 180 ATP مالیکولز پیدا ہوتے ہیں۔ بتائیں کہ اس عمل میں کتنے مول گلوکوز استعمال ہوتے ہیں۔

(الف) 2 (ب) 5 (ج) 8 (د) 10

(iv) پروٹان اور ē کا نقصان کہلاتا ہے۔

(I) تکسیدی عمل (II) تخفیفی عمل (III) ریڈوکس عمل

(الف) صرف I (ب) I اور II

(ج) II اور III (د) I,II اور III

(v) ایک مول ATP میں ذخیرہ ہونے والی توانائی کی مقدار

(الف) 7.3Kcal/mole (ب) 7.3kj/mole

(ج) 17.3 kcal/mole (د) 17.3kj/mole

(v) ضیائی تالیف کے دوران بننے والے بنیادی مالیکیول میں

(الف) گلوکوز (ب) امینو ترشے

(ج) چکنائی ترشے (د) نیوکلیوٹائڈ

(vii) ضیائی انحصاری عمل انجام پاتا ہے۔

(الف) گلوکوز (ب) تھائلاکوآئڈ

(ج) کرسٹی پر (د) سسٹرنی پر

(viii) وہ عمل جس میں توانائی ATP اور $NADPH_2$ سے گلوکوز میں منتقل ہوتی ہے اور یہ عمل سٹروما میں انجام پاتا ہے۔

(I) ضیائی عمل (II) غیر ضیائی انحصاری عمل (III) ضیائی انحصاری عمل

(الف) صرف I (ب) صرف II

(ج) I اور III (د) II اور III

(ix) روشنی کی موجودگی میں پانی کا بکھرنا کہلاتا ہے۔

(الف) بائیڈرولائسس (ب) گلائیکولائسس

(ج) فوٹولائسس (د) ان میں سے کچھ نہیں

(x) گلوکوز کے مالیکیول کا ٹوٹ کر کم توانائی کرنے والا عمل جہاں سسٹم کو چلانے کے لیے درکار ہوتی ہے۔

(الف) 2ATP (ب) 5ATP

(ج) 18 ATP (د) 36 ATP

2- خالی جگہیں پر کریں:

(i) زمین پر توانائی کا واحد ذریعہ .... ہے۔

(ii) جانداروں میں آزاد توانائی کو دوسرے قسم میں تبدیل کرنے کے عمل کو .... کہا جاتا ہے۔

(iii) جانداروں میں توانائی خاص مالیکیول ذخیرہ کرتے ہیں جسے .... کہتے ہیں۔

(iv) پودے.............مالیکیول پیدا کرنے کے لیے سادہ مالیکیول H_2O اور CO_2 استعمال کرتے ہیں

(v) غذا استعمال کرنے کی ترتیب کو .... کہتے ہیں۔
(vi) ضیائی تالیف ہی صرف وہ عمل ہے جو .... کو بکھر کر آزاد آکسیجن پیدا کرتا ہے۔
(vii) کلوروپلاسٹ وہ دوہری جھلی والا عضویہ ہے جس کے نیم مائع لحمیات والی جھلی ہے جسے .... کہتے ہیں۔
(viii) کلوروپلاسٹ میں مختلف پگمینٹ مختلف .... والی روشنی جذب کرتے ہیں۔
(ix) غذائی مالیکیول کو ٹوٹ پھوٹ سے توانائی پیدا کرنے والے عمل کو .... کہتے ہیں۔
(x) گلوکوز کا ایک مول زیادہ سے زیادہ توانائی .... پیدا کرتا ہے۔

-3 مندرجہ ذیل اصطلاحات کی تعریف کریں:

(i) حیاتیاتی توانائی (ii) توانائی (iii) تکسیدی عمل
(iv) غذائی زنجیر (v) گرینم (vi) فوٹولائسس
(vii) تخمیر (viii) اسٹروما (ix) ہوائی تنفس
(x) پائیروک ترشہ

-4 مندرجہ ذیل کو جدولی طریقے سے واضح کریں:

(i) تنفس اور ضیائی تالیف
(ii) ضیائی عمل اور تاریک عمل
(iii) ہوائی اور غیر ہوائی تنفس

-5 مندرجہ ذیل کے مختصراً جوابات تحریر کریں:

(i) کاربن ڈائی آکسائیڈ کس طرح زمین کے درجہ حرارت کو یکساں رکھتی ہے؟
(ii) ضیائی تالیف کے دوسرے حصے کو تاریک عمل کیوں کہا جاتا ہے؟
(iii) تنفس کا عمل سانس لینے کے عمل سے کس طرح مختلف ہے؟
(iv) ترشائی تخمیر کس طرح جانداروں کے لیے نقصان دہ ہے؟
(v) گلوکوز پودوں میں کس طرح ثانوی مالیکیول کی پیداوار کرتا ہے؟

-6 مندرجہ ذیل سوالات کے تفصیلاً جواب تحریر کریں:

(i) خلوی توانائی کی کرنسی کونسی ہے؟ توانائی کی تبدیلی کا کیمیائی عمل بیان کریں۔
(ii) ضیائی تالیف کے مدارج تصویر کی مدد سے بیان کریں۔
(iii) جانداروں میں ہوائی تنفس کا عمل بیان کریں۔