باب 5

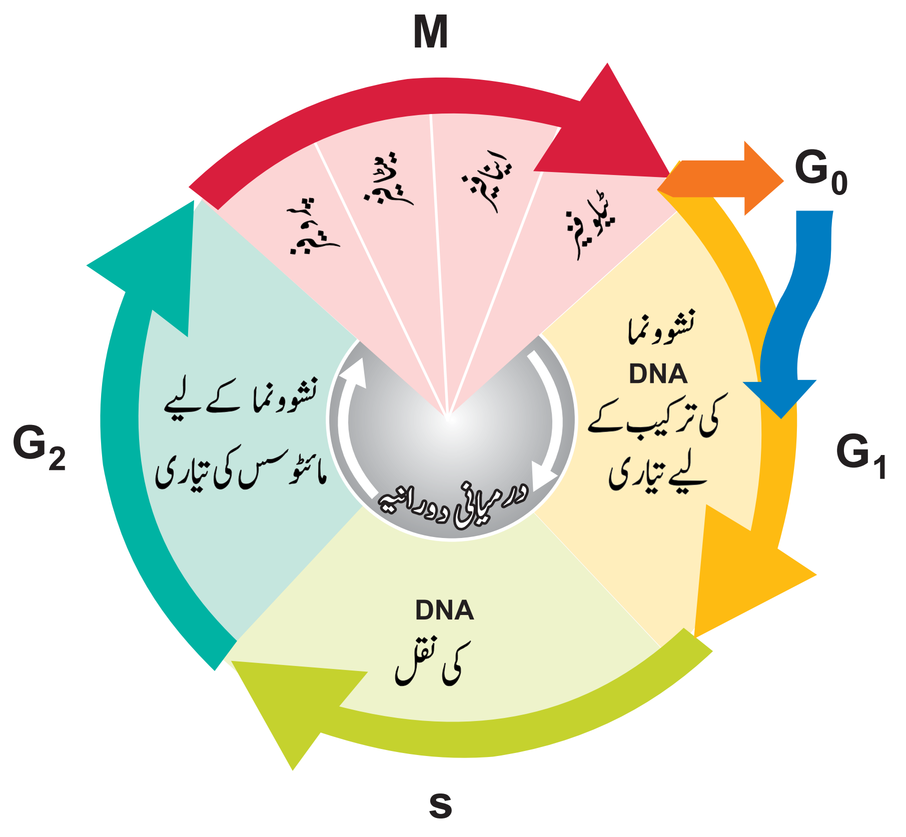
خلوی چکر

(Cell Cycle)

اہم تصورات

حیاتیات کے اس حصے میں آپ سیکھیں گے۔

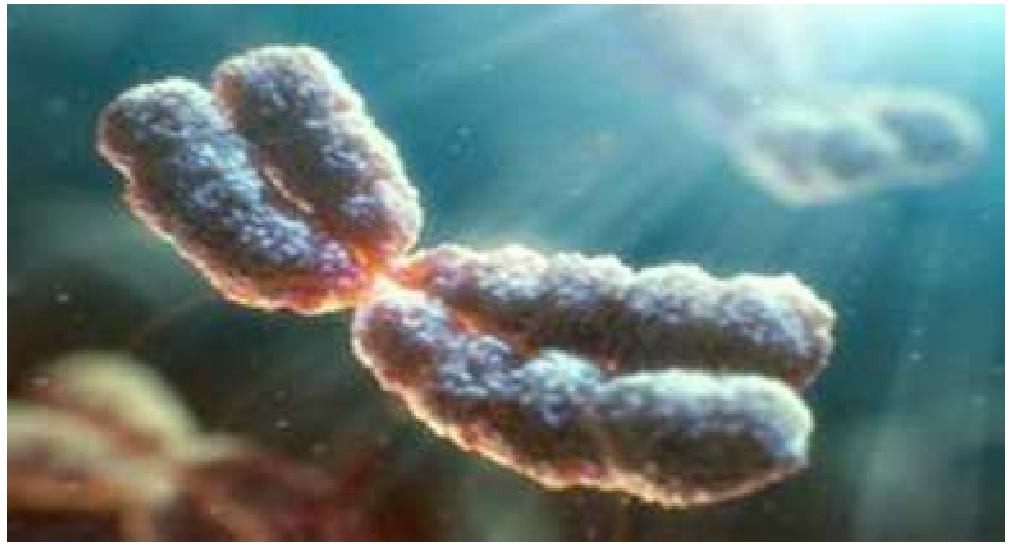
- کروموسوم کی ساخت اور افعال
- خلیہ کا چکر (درمیانہ دورانیہ اور تقسیم)
- مائٹوسس
  - مائٹوسس کا دورانیہ
  - مائٹوسس کی اہمیت
- نیکروسس اور ایپٹوسس
- مائیوسس
  - مائیوسس کا دورانیہ



5.1 کروموسومس (Chromosomes)

جرمن ماہر جینیات والٹر فلیمنگ نے 1882ء میں کروموسوم کی اصطلاح اس وقت متعارف کروائی جب وہ سیلمینڈر (Salamander) کے لاروا (Larva) کے تیزی سے تقسیم ہونے والے خلیوں کا مشاہدہ کررہا تھا۔اس نے خلیوں کو پرکن اینیلائن (Perkin's Aniline) میں ڈال کر رنگ دیا۔ اس کے مشاہدے کے مطابق کروموسوم کا رنگ دوسرے خلوی عضویوں کے لحاظ سے زیادہ گہرا ہوتا ہے۔کروموسوم کی اصطلاح لغوی لحاظ سے گمراکن (Misnomer) ہے کیوں کہ لغوی لحاظ سے اس کا مطلب رنگین جسم بنتا ہے بعد میں معلوم ہوا کہ کروموسوم تو درحقیقت بے رنگ جسم ہے۔

کروموسوم دھاگہ نما ساختیں ہیں جو خلوی تقسیم کے دوران مرکزے میں ظاہر ہوتے ہیں۔ان کی تعداد مخصوص ہوتی ہے۔یہ کرومیٹن (Chromatin) مادے کے بنے ہوتے ہیں اور یوکیریوٹک خلیے میں موجود ہوتے ہیں۔کروموسوم کے پاس وراثت کی اکائیاں جین(Gene) موجود ہوتی ہیں۔



شکل 5.1 کروموسومس کی ساخت

کروموسوم ڈی این اے(DNA) اور اساسی لحمیات ہسٹون (Histone) سے بنے ہوتے ہیں، یہ خلوی تقسیم کے دوران سلاخ دار شکل میں مرکزے میں ظاہر ہوتے ہیں۔ اس کے دو حصے ہوتے ہیں، ایک بازو اور دوسرا سینٹرومیر (Centromer)۔

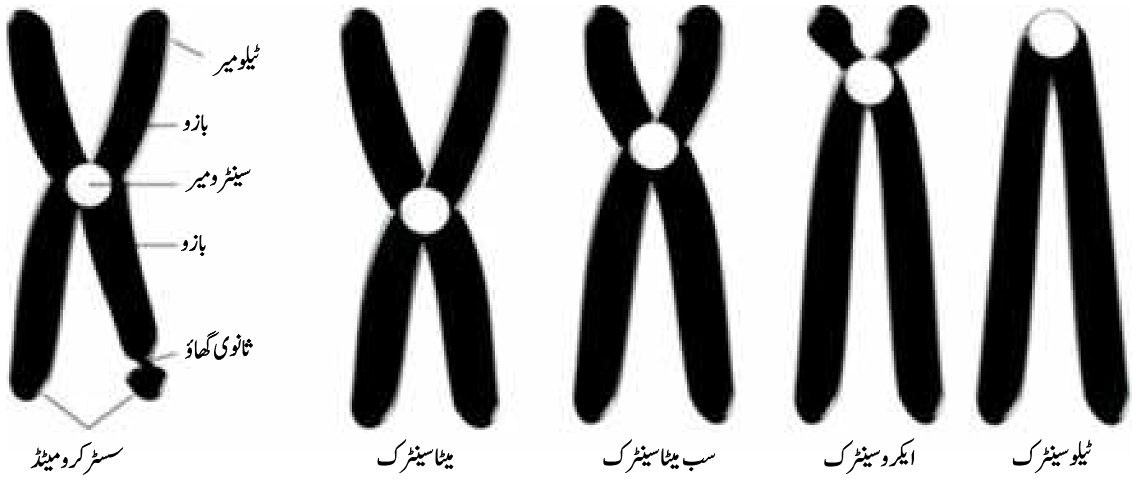
سینٹرومیر کی جگہ کی بنیاد پر کروموسوم کی مختلف اقسام ہوتی ہیں جو کہ :

(i) میٹاسینٹرک (Metacentric): کروموسوم کے بازو لمبائی میں ایک جتنے ہوتے ہیں اور سینٹرومیر بالکل درمیان میں ہوتا ہے۔

(ii) سب میٹاسینٹرک (Sub-metacentric): ایسے کروموسوم جن کے بازو کی لمبائی میں تھوڑا سا فرق ہوتا ہے اور سینٹرومیر درمیان سے تھوڑا ہٹ جاتا ہے۔

(iii) ایکروسینٹرک (Acrocentcic) یا سب-ٹیلوسینٹرک (Sub- Telocentric) : یہ سلاخ دار شکل والے ایسے کروموسومس ہیں جن کا ایک بازو بہت چھوٹا اور ایک بہت لمبا ہوتا ہے۔ان میں سینٹرومیر تقریباً آخر میں ہوتا ہے۔

(iv) ٹیلوسینٹرک (Telocentric) : سینٹرومیر کروموسوم کے بالکل آخر میں ہوتا ہے۔



شکل 5.2 کروموسومس کی اقسام

کروموسوم کا بننا (Formation of chromosome):

یوکیریوٹس میں ہر کروموسوم کرومیٹن دھاگوں کا بنا ہوتا ہے جو کہ نیوکلیوسومس (Nucleosomes) سے بنتے ہیں۔یہ کرومیٹن دھاگے پروٹین کو ملفوف کرکے کثیف (Condense) ہوجاتے ہیں۔

کرومیٹن ڈی این اے کے بہت لمبے مالیکیول کو خلیے کے مرکزے میں آسانی سے فٹ کردیتے ہیں۔خلوی تقسیم کے دوران یہ کرومیٹن مزید کثیف ہوکر خوردبین سے نظر آنے والے دھاگے کروموسوم تشکیل دیتے ہیں۔خلوی چکر کے

دوران کروموسوم کی ساختوں میں تغیر (Variation) رونما ہوتا رہتا ہے۔خلوی چکر کے دوران کرومیٹن کا مادہ نقول (Replica) تشکیل دے کر تقسیم ہو جاتا ہے اور پھر نئے تشکیل شدہ دختر خلیہ میں کامیابی سے منتقل ہو جاتا ہے تاکہ ان خلیوں کی نسل برقرار رہ سکے۔ کبھی کبھی خلوی تقسیم جینیاتی تغیر (Genetical variation) کا بھی باعث بنتی ہے۔

5.2 خلوی چکر (Cell Cycle):

تبدیلیوں کی ترتیب جو کہ ایک خلوی تقسیم سے دوسرے تقسیم کے دوران خُلیے میں رونما ہوتی ہیں خلوی چکر کہلاتی ہے۔

خلوی چکر کے دو مراحل ہیں۔مابین مرحلہ (Interphase)، وہ مرحلہ جس میں خلوی تقسیم انجام نہیں پاتی اور ایم مرحلہ (M- Phase)، وہ مرحلہ ہے جس میں خلوی تقسیم انجام پاتی ہے۔

خلوی چکر کے دوران جو تبدیلیاں ترتیب سے انجام پاتی ہیں وہ خلوی نشوونما ہے۔ڈی این اے کی نقول کا بننے میں خلوی تقسیم ہوتی ہے۔تبدیلیوں کی یہ ترتیب خلوی چکر (Cell Cycle) کہلاتی ہے۔

مابین مرحلہ (Interphase):

خلوی چکر کا وہ حصہ جو کہ دو خلوی تقسیمی دور کے درمیان کا دورانیہ ہے۔یہ مرحلہ خلوی نشوونما اور ڈی این اے کی تالیف کا ہے۔اس مرحلے میں خلیہ اپنے آپ کو آئندہ ہونے والی تقسیم (M-Phase) کے لیے تیار کرتا ہے۔

مابین مرحلے کو مزید تین ذیلی مرحلوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔

وقفہ اول (G_1-Phase)، تالیفی مرحلہ (S-Phase) اور وقفہ دوم (G_2 – Phase)

G_1 (وقفہ اول) G_1-(Gap one) Phase:

یہ مرحلہ بہت سی میٹابولک کارکردگیوں کا مرحلہ ہے۔اس مرحلے میں خلیہ اپنی جسامت میں بڑھتا ہے۔ مخصوص خامروں کی تشکیل ہوتی ہے اور ڈی این اے کی تشکیل کے لیے ان کی بنیادی اکائیاں جمع ہوتی ہیں۔G_1 - مرحلہ (وقفہ اول) کے ایک نقطے پر آ کر خلیہ ایک ایسے مرحلے میں داخل ہو سکتا ہے جہاں خلوی چکر رک جاتا ہے، یہ مرحلہ Go کہلاتا ہے۔یہ مرحلہ دنوں، ہفتوں یا زندگی بھر کے وقفے پر محیط ہو سکتا ہے۔

S- تالیفی مرحلہ (S – (Synthesis Phase):

اس مرحلے کے دوران ڈی این اے مالیکیولز کی نقول ہوتی ہے اور نئے ڈی این اے مالیکیول کی تالیف عمل میں آتی ہے۔اس طرح خلیے کا کرومیٹن مادہ دُگنا ہو جاتا ہے۔

G_2- دوسرا وقفہ (G_2 - (Gap two Phase) یا مائٹوسس سے پہلے کا مرحلہ:

اس مرحلے میں مندرجہ ذیل تبدیلیاں عمل پذیر ہوتی ہیں۔خلیہ جسامت میں بڑھتا ہے۔خلوی عضویے کی نقول تیار ہوتی ہیں۔خلوی تقسیم کے لیے درکار خامروں کی تالیف بھی ہوتی ہے۔

5.3 مائٹوسس (Mitosis)

اس قسم کی خلوی تقسیم میں ایک مادر خلیہ (Parent cell) تقسیم ہو کر دو دختر خلیوں میں اس طرح تبدیل ہو جاتا ہے کہ ہر دختر خلیے میں کروموسوم کی تعداد مادر خلیہ جتنی ہی رہتی ہے۔گو کہ مائٹوسس ایک مسلسل عمل ہے لیکن مطالعے کی آسانی کے لیے ہم اسے دو مرحلوں میں تقسیم کرتے ہیں۔

(الف) کیریوکائینیسس (Karyokinesis) مرکزی تقسیم۔

(ب) سائٹوکائینیسس (Cytoliensis) سائٹوپلازم کی تقسیم۔

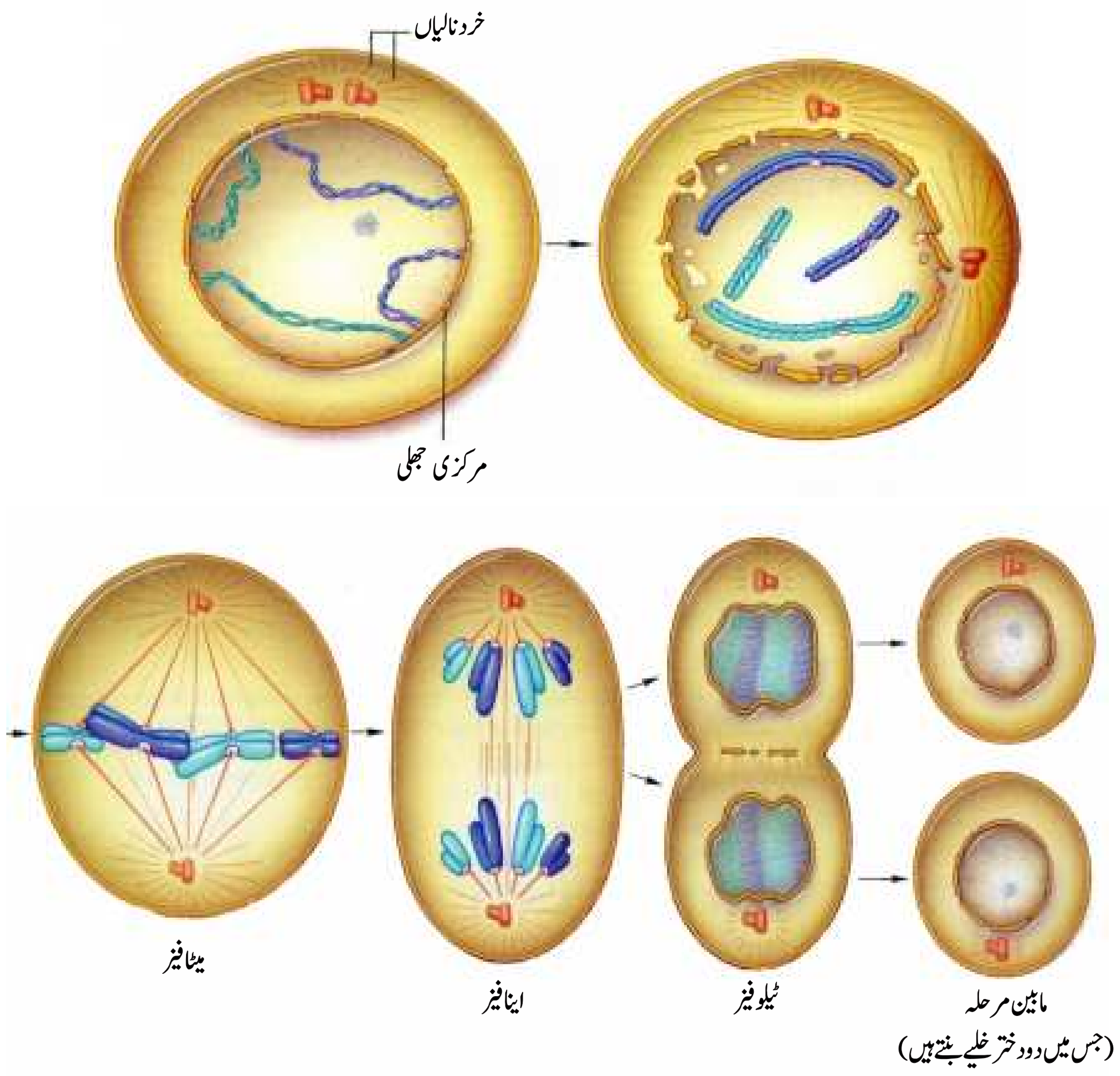
(الف) کیریوکائینیسس (Karyokinesis):

مرکزی تقسیم کو مزید چار ذیلی مرحلوں میں تقسیم کیا جاتا ہے جو کہ پروفیز (Prophase)، میٹافیز (Metaphase)، اینافیز (Anaphase) اور ٹیلوفیز (Telophase) ہیں۔آیئے جانوروں کے خلیے میں مائٹوسس کا مطالعہ کریں۔

(1) پروفیز (Prophase):

پروفیز کی ابتدا میں ہی کرومیٹن مادہ کثیف (Condense) ہو کر واضح موٹے، اور بل دار دھاگے نما شکل میں ظاہر ہوتا ہے۔یہ دھاگے کروموسومس کہلاتے ہیں۔اس مرحلے پر ہر کروموسوم دو ایک جیسے دھاگے کرومیٹڈ

(Chromatid) پر مشتمل ہوتا ہے۔ یہ کرومیٹڈ ایک دوسرے سے سینٹرومیر (Centromere) پر چپکے ہوتے ہیں۔ اب مرکزی جھلی آہستہ آہستہ غائب ہونے لگتی ہے۔ جانوروں کے خلیے میں موجود سینٹریول تقسیم ہو کر ایک دوسرے کے مخالف سمت میں حرکت کرتے ہیں اور پھر اسپنڈل دھاگے (Spindle fiber) بنتے ہیں۔ نباتاتی خلیے میں سینٹریول موجود نہیں ہوتے۔



شکل 5.3 مائٹوسس کے مختلف مراحل

(ii) میٹافیز (Metaphase):

اس مرحلے میں ہر کروموسوم اسپنڈل کے استوائی حصے پر ترتیب سے منتقل ہو جاتے ہیں پھر کروموسوم علیحدہ علیحدہ اسپنڈل دھاگے سے سینٹرومیر کے ذریعے منسلک ہو جاتے ہیں۔

(iii) اینافیز (Anaphase):

اس مرحلے میں اسپنڈل دھاگے سکڑنا شروع ہوتے ہیں۔ کروموسوم کے کرومیٹڈ علیحدہ ہو کر مخالف سمتوں میں حرکت کرنا شروع کر دیتے ہیں۔ اس طرح کرومیٹڈ کا ایک سیٹ (ہر کرومیٹڈ آزاد کروموسوم ہے) ایک قطب کی طرف اور دوسرا سیٹ دوسرے قطب (Pole) کی طرف حرکت کرتا ہے۔

(iv) ٹیلوفیز (Telophase):

یہ وہ مرحلہ جہاں ہر کرومیٹڈ (اب کروموسوم) اپنے قطبوں پر پہنچ جاتے ہیں اور انکی حرکت بند ہو جاتی ہے۔ ہر قطب پر ایک جتنے کروموسوم آتے ہیں ان کی تعداد مادر خلیے کے برابر ہوتی ہے۔ اب مرکزی جھلی ان کروموسوم کے چاروں اطراف دوبارہ تشکیل پاتی ہے۔ اس طرح ہر خلیے میں دو دختر مرکزے (Daughter nuclei) وجود میں آتے ہیں۔

(ب) سائیٹوکائینیسز (Cytoleinesis):

جیسے ہی مرکزی تقسیم مکمل ہوتی ہے فوراً ہی سائٹوپلازم کی تقسیم شروع ہو جاتی ہے اور پھر سائٹوپلازم بھی دو حصوں میں تقسیم ہو کر دو دختر خلیے بناتا ہے۔

حیوانی خلیوں میں یہ عمل سائٹوپلازم میں ایک گڑھا پیدا ہونے سے ہوتا ہے جو کہ باہر سے اندر کی طرف بڑھتا جاتا ہے۔ اس طرح ایک مادر خلیہ دو دختر خلیوں میں تقسیم ہو جاتا ہے۔ جبکہ نباتاتی خلیہ میں یہ عمل خلوی دیوار کے بننے سے عمل پذیر ہوتا ہے۔ اس طرح دختر خلیے ہو بہو اپنے مادر خلیے جیسے ہوتے ہیں۔

مائٹوسس کی اہمیت (Significance of mitosis):

مائٹوسس جانداروں میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔ یہ عمل جانداروں کی نشو و نما (Development) اور بڑھوتری (Growth) کا باعث بنتا ہے۔ کچھ کو چھوڑ کر ہر قسم کی غیر صنفی تولید (Asexual reproductim) اور

نباتاتی تولید(Vegetation propagation)مائٹوسس کی وجہ سے ہی ممکن ہوتی ہے۔نئے جسمانی خلیے جیسے خون کے خلیے بھی اسی کی وجہ سے بنتے ہیں۔زخموں کا مندمل(Healing ground) ہونا بھی اسی کی وجہ سے ممکن ہوتا ہے۔جسم میں ہونے والی خلیات کی ٹوٹ پھوٹ سے ہونے والی کمی کو مائٹوسس ہی نئے خلیات بنا کر پورا کرتا ہے۔

5.4 اپپوٹوسس اور نیکروسس (Apoptosis and Necrosis)

جانداروں میں خلیے کی منظم کارکردگی کا انحصار بہت سے بیرونی سگنلز پر ہوتا ہے۔اس کا مطلب ہے کہ خلیہ کی ہر کارکردگی حتیٰ کہ اس کی موت بھی طے شدہ پروگرام کے مطابق انجام پاتی ہے۔

کیا خلیہ کی موت فائدہ مند ہے؟

طے شدہ خلوی موت کثیر خلوی جانداروں کی ایک خاص طریقے سے نشوونما کو کنٹرول کرتی ہے۔یہ موت ایک خاص عضوے کے اختتام کا بھی باعث بن سکتی ہے۔مثلاً نشوونما پائے انسانی جنین کی دم یا پھر کسی عضوے کے درمیان وہ حصہ جن کی اب مزید ضرورت نہیں ہے جیسے انسانی انگلیوں کے درمیان جھلی بنانے والے نسیجے۔

کثیر خلوی جانداروں میں خلوی موت کے دو بنیادی طریقے

(Two ways of cell death in multicellular organisms)

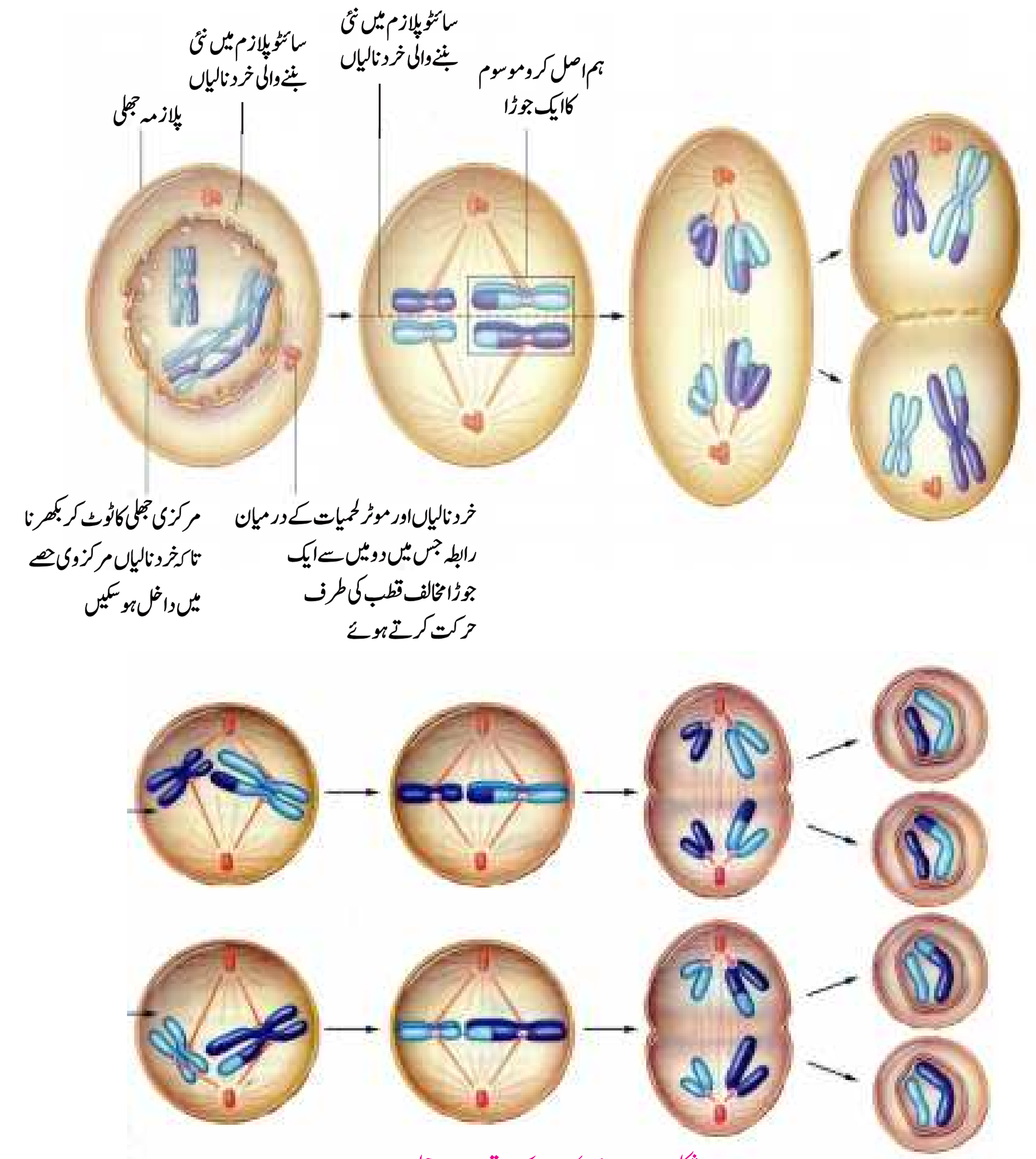
اپپوٹوسس (Apoptosis)یا خودکار تباہی/خودخوردنی (Autophagy): طے شدہ پروگرام کے تحت ہونے والی خلوی تبدیلیاں جو کہ ترتیب وار افعال میں تبدیلی کا باعث بن کر خلیہ کو خودکشی پر مجبور کر دیتی ہیں اور خلیہ کی موت واقع ہو جاتی ہے۔ اس خلوی موت کو مجموعی طور پر اپپوٹوسس کہتے ہیں۔

نیکروسس (Necrosis): یہ وہ خلوی موت ہے جو بیرونی عناصر کی وجہ سے ہوتی ہے جیسے انفیکشن (Infection)،زہریلے مادے (Toxins) اور ٹیومر (Tumor) خلیے کی حادثاتی موت ہے۔

5.5 مائیوسس-تخفیفی تقسیم (Meiosis - Reduction Division)

مائیوسس وہ خلوی تقسیم ہے جس میں ایک مادر خلیہ چار دختر خلیوں میں تقسیم ہوتا ہے اور ہر خلیہ میں اپنی مادر خلیہ سے آدھے کروموسوم رہ جاتے ہیں۔اس طرح یہ تقسیم تخفیفی تقسیم بھی کہلاتی ہے۔

جانوروں میں یہ تقسیم جرم خلیوں (Germ cells) سے انجام پاتی ہے جس کے نتیجے میں اسپرم (Sperm) اور بیضے (Eggs) بنتے ہیں جبکہ پودوں میں یہ تقسیم اسپور مادر خلیوں (Spore mother cells) میں انجام پاتی ہے جس کے نتیجے میں اسپورس (Spores) تخلیق ہوتے ہیں۔



شکل 5.4 مائیوسس کے مختلف مراحل

مائیوسس کے واقعات (Events of Meiosis)

مائیوسس دراصل دو خلوی تقسیم کا سلسلہ ہے جو کہ مائیوسس I اور مائیوسس II ہے، جس کے نتیجے میں چار ہیپلوائڈ (Haploid) خلیے وجود میں آتے ہیں۔

مائیوسس I (پہلی مائیوٹک تقسیم) (Meiosis-First meiotic division)

پہلی مائیوٹک تقسیم دراصل تخفیفی تقسیم ہے جس کے دوران کروموسوم کی تعداد گھٹ کر آدھی رہ جاتی ہے۔

مائیوسس I پروفیز I، میٹافیز I، اینافیز I اور ٹیلوفیز I پر مشتمل ہوتا ہے۔

پروفیز I (Prophase I):

یہ مائیوسس کا سب سے طویل دورانیہ والا حصہ ہے۔اس کو مندرجہ ذیل ذیلی مرحلوں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔

(1) لیپٹوٹین (Leptotene) (2) زائیگوٹین (Zygotene)

(3) پیکی ٹین (Pachytene) (4) ڈپلوٹین (Diplotene)

(5) ڈایاکائینیس (Diakinesis)

(1) لیپٹوٹین (Leptotene):

اس ذیلی مرحلے میں درج ذیل تبدیلیاں وقوع پذیر ہوتی ہیں۔کرومیٹن جال مخصوص تعداد کے دھاگوں میں ٹوٹ جاتا ہے۔یہ دھاگے باریک، موتی دار ہوتے ہیں اور لیپٹین (Leptene) کہلاتے ہیں۔ہر خلیے میں ہر دھاگے کی بیرونی ساخت سے مماثلت رکھنے والے دو دھاگے موجود ہوتے ہیں۔یہ دھاگے ہم اصل ساخت (Homologous structure) کہلاتے ہیں۔

(2) زائیگوٹین (Zygotene):

اس ذیلی مرحلے میں ہم اصل کروموسوم (جو کہ دراصل ماں سے بیضے کے ذریعے اور باپ سے اسپرم کے ذریعے آتے ہیں) ایک دوسرے کی کشش کے ذریعے قریب آتے ہیں اور لمبائی میں ایک دوسرے کو ڈھانپ لیتے ہیں۔اس عمل کو سائنیپسس (Synapsis) کہتے ہیں اور ہم اصل کروموسوم کے ان جوڑوں کو بائیویلنٹ (Bivalent) کہتے ہیں۔

(3) پیکی ٹین (Pachytene):

ہر بائیویلنٹ کے درمیان قوت کشش آہستہ آہستہ کم ہوتی جاتی ہے اور اس طرح کروموسومس ایک دوسرے سے علیحدہ ہونے لگتے ہیں۔ان کے درمیان گو کہ علیحدگی ناممکن ہوتی ہے اور کروموسوم کے ہر جوڑے کے ممبران ایک دوسرے سے ایک یا ایک سے زائد مقامات پر منسلک رہتے ہیں۔ان نقاط کو اتصال (چیازمیٹا) کہتے ہیں۔ہم اصل کروموسوم افقی طور پر علیحدہ ہوتے ہیں ماسوائے سینٹرومیر والے حصے کے۔اب ہر بائیویلنٹ چار کرومیٹیڈس پر مشتمل ہوتا ہے، اس لیے اسکو بائیویلنٹ ٹیٹراڈ (Bivalent tetrad) کہتے ہیں۔

(4) ڈپلوٹین (Diplotane):

ہم اصل کروموسوم مقام اتصال (چیازمیٹا) کے پاس کرومیٹڈ کے حصوں کا تبادلہ عمل پذیر ہوتا ہے، یہ تبادلہ کراسنگ اوور (Crossing over) کہلاتا ہے۔

(5) ڈایاکائینیس (Diakinesis):

اس ذیلی مرحلے کے دوران مرکزی جھلی اور نیوکلیولائی (Nucleoli) غائب ہوجاتے ہیں جبکہ اسپنڈل دھاگے بننے لگتے ہیں۔مقام اتصال سینٹرومیر سے حرکت کرکے کروموسوم کے آخر میں زپ کی طرح پہنچ جاتے ہیں۔مقام اتصال کی اس حرکت کو ٹرمینالائیزیشن (Terminilization) کہتے ہیں۔

میٹافیز I (Metaphase I):

اس مرحلے میں مندرجہ ذیل تبدیلیاں وقوع پذیر ہوتی ہیں۔

بائیویلنٹ استوائی خط پر منظم ہوجاتے ہیں جو کہ اپنے سینٹرومیئر سے نصف اسپنڈل دھاگوں میں منسلک ہوجاتے ہیں۔

اینافیز I (Anaphase I):

اس مرحلے پر ہم اصل کروموسوم کے ایک ایک ممبر علیحدہ ہو کر اپنے اپنے قطب کی طرف حرکت کرنا شروع کردیتے ہیں۔یہ حرکت اسپنڈل دھاگوں کے سکڑنے کی وجہ سے ہوتی ہے۔

دراصل اس مرحلے پر کروموسوم کی تعداد گھٹ کر آدھی رہ جاتی کیونکہ آدھے کروموسوم ایک قطب کی طرف اور آدھے دوسرے قطب کی طرف منتقل ہو جاتے ہیں۔اس کے ساتھ ساتھ ہر کروموسوم کے کرومیٹڈ بھی کراسنگ اوور (Crossing over) کی وجہ سے ایک دوسرے سے مختلف ہو جاتے ہیں۔

ٹیلوفیز I (Telophase I):

مرکزائی جھلی کروموسوم کے اطراف میں دوبارہ ظاہر ہو جاتی ہے اور کروموسوم کھلنا شروع ہو جاتے ہیں۔ نیوکلیولس (Nucleolus) دوبارہ ظاہر ہوتا ہے اس طرح دو دختر مرکزے بن جاتے ہیں۔

سائٹوکائینیسس (Cytokinesis) : مائیوسس I میں ٹیلوفیز کے بعد سائٹوکائینیسس وقوع پزیر ہو بھی سکتا ہے اور نہیں بھی۔اس طرح دختر خلیے وجود میں آجاتے ہیں۔

مابین مرحلہ (Interphase): ٹیلوفیز I فوراً بعد (اگر یہ مرحلہ ظہور پزیر ہو تو) ایک مختصر وقفے کا مابین مرحلہ ہوتا ہے یہ مائیوسس II کے آغاز سے پہلے ظہور پزیر ہوتا ہے۔ یہ بالکل مائٹوسس کی طرح ہوتا ہے لیکن اس میں ڈی این اے کی نقل نہیں بنتی کیونکہ یہاں کروموسوم کے دو کرومیٹڈ پہلے سے ہی موجود ہوتے ہیں۔

مایاٹک تقسیم کا دوسرا مرحلہ (مائیوسس II) (Second meiotic division -Meiosis II):

مایاٹک تقسیم کا دوسرا مرحلہ دراصل مائٹوٹک تقسیم ہے جس میں مائٹوسس I تقسیم میں پیدا شدہ ہیپلوآئڈ خلیے مزید دو دختر خلیوں میں تقسیم ہو کر چار ہیپلوآئڈ خلیے ہو جاتے ہیں۔ مایاٹک تقسیم کا دوسرا مرحلہ درج ذیل مرحلوں پر مشتمل ہوتا ہے۔

(1) پروفیز II (2) میٹافیز II (3) اینافیز II (4) ٹیلوفیز II

(1) پروفیز II (Prophase II):

اس مرحلے میں اسپنڈل دھاگے وجود میں آتے ہیں۔ مرکزائی جھلی اور نیوکلیولس غائب ہو جاتے ہیں۔

(2) میٹافیز II (Metaphase II) :

کروموسوم ادھورے دھاگوں سے اپنے سینٹرومیئر کی مدد سے منسلک ہو جاتے ہیں اور یہ استوائی خط پر ترتیب سے منظم ہو جاتے ہیں۔ ہر کروموسوم علیحدہ علیحدہ دھاگوں سے منسلک ہوتے ہیں۔

(3) اینافیز II (Anaphase II):

وہ اسپنڈل دھاگے جن سے سینٹرومیر منسلک ہوتے ہیں سکڑنا شروع ہو جاتے ہیں اور ہر کروموسوم کے کرومیٹڈ ایک دوسرے سے دور کھینچنے لگتے ہیں۔ یہ حرکت اس وقت تک جاری رہتی ہے جب تک ہر کروموسوم کے کرومیٹیڈ الگ ہو کر اپنے اپنے قطبین کی طرف حرکت کرتے ہوئے قطبین پر پہنچ جائیں۔

(4) ٹیلوفیز II (Telophase II):

اس مرحلے میں اسپنڈل دھاگے مکمل طور پر غائب ہو جاتے ہیں اور کروموسوم کے بل کھلنا شروع ہو جاتے ہیں۔ اس طرح یہ دھاگے لمبے اور غیر واضح شکل والے ہوتے ہیں۔ یہ دھاگے ہر قطب پر ایک گروہ بناتے ہیں اس گروہ کے گرد مرکزائی جھلی بن جاتی ہے۔

کیریوکائینیسس کے بعد ہر ہیپلوآئڈ مرکزہ جو مائیوسس کی وجہ سے وجود میں آیا ہے، سائٹوکائینیسس کے نتیجے میں چار ہیپلوآئڈ خلیوں میں واضح طور پر تقسیم ہو جاتے ہیں اس طرح چار ہیپلائڈ خلیے وجود میں آتے ہیں۔

مائیوسس کی غیر موجودگی میں کیا ہوتا ہے؟

مائیوسس کی غیر موجودگی میں کروموسوم کی تعداد دگنی ہو جاتی ہے جس کی وجہ سے غیر معمولی نشوونما ہوتی ہے، جو اسپیشیز کی خصوصیات میں تبدیلیاں لاتی ہیں حتیٰ کہ موت تک واقع ہو سکتی ہے۔

مائیوسس کی اہمیت (Significance of meiosis):

(1) مستقل کروموسومس کی تعداد (Constant number of chromosomes)

مائیوسس کی وجہ سے کروموسومس کی تعداد مخصوص اور متعین رہتی ہے۔ یہ ممکن ہے کہ مائیوسس کی وجہ سے ڈپلوآئڈ کروموسومس کی تعداد آدھی رہ جائے یعنی گیمٹس میں ہیپلوآئڈ اور بارآوری (Fertilization) کے نتیجے میں بننے والے زائیگوٹ (Zygote) میں تعداد پھر سے ڈپلوآئڈ (Diploid) ہو جاتی ہے۔

(2) اسپیشیز میں جینیاتی تبدیلیوں کی ذمہ دار (Responsible for genetic variation among species)

کراسنگ اوور کی وجہ سے مائیوسس ہم اصل کروموسومس کے درمیان جینیاتی تبادلے کا باعث بن کر اسپیشیز کے ممبران کے درمیان جینیاتی تبدیلیوں کا باعث بنتی ہے۔ یہ تغیر ارتقا کے لیے خام مال مہیا کرتا ہے۔

مایاٹک اغلاط (Meiotic Error):

معمول کے مطابق ظہور پذیر ہونے والی مائیوسس تقسیم میں ہم اصل کروموسوم کے جوڑے کے ممبران علیحدہ ہو کر گیمیٹس میں داخل ہو جاتے ہیں لیکن بعض اوقات کسی ہم اصل کروموسوم کے جوڑے ممبران ایک دوسرے سے علیحدہ ہونے میں کامیاب نہیں ہو پاتے، اس عمل کو نان ڈسجنکشن (Non-Disjunction) کہتے ہیں۔

اس نان ڈسجنکشن کی وجہ سے غیر معمولی تعداد والے گیمٹس پیدا ہوتے ہیں۔ان گیمٹس کی بار آوری کے نتیجے میں پیدا ہونے والے زائیگوٹ میں بھی غیر معمولی تعداد میں کروموسومس موجود ہوتے ہیں۔

خلاصہ

- کروموسوم کی اصطلاح فیلمنگ نے 1882ء میں متعارف کروائی۔ یہ دھاگا نما ساختیں خلوی تقسیم کے وقت ظاہر ہوتی ہیں جو کہ کرومیٹن مادے سے بنے ہوتے ہیں۔ان کی تعداد خلیے میں مخصوص ہوتی ہے۔
- کروموسوم ڈی این اے اور ہسٹون (Histone) پروٹین سے بنے ہوئے ہیں۔
- کروموسوم کی چار اقسام ہوتی ہیں یعنی میٹاسینٹرک، سب میٹاسینٹرک، ایکروسینٹرک اور ٹیلوسینٹرک۔
- تبدیلیوں کی ترتیب جو کہ ایک خلوی تقسیم سے دوسری تقسیم کے دوران خلیے میں رونما ہوتی ہیں خلوی چکر کہلاتا ہے۔
- خلوی چکر دو اہم مرحلوں پر مشتمل ہوتا ہے جو کہ خلوی تقسیم اور مابین مرحلہ ہیں۔
- مابین مرحلے کو تین ذیلی مرحلوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ G_1، S اور G_2 مرحلے۔
- مائیوسس وہ خلوی تقسیم ہے جس میں ایک مادر خلیہ تقسیم ہو کر ایسے دو دختر خلیوں کو جنم دیتا ہے جن میں کروموسومس کی تعداد مادر خلیوں کے کروموسومس کے برابر ہوتی ہے۔
- مائٹوسس وہ خلوی تقسیم ہے جس میں ایک مادر خلیہ چار دختر خلیوں کو جنم دیتا ہے لیکن ہر دختر خلیے میں کروموسومس کی تعداد مادر خلیے کے مقابلے میں گھٹ کر آدھی رہ جاتی ہے۔
- جانوروں میں مائیوسس جرم خلیوں میں اور پودوں میں یہ عمل اسپور مادر خلیوں میں انجام پاتا ہے۔اس طرح اس تقسیم کے نتیجے میں گیمٹس اور اسپورس جنم لیتے ہیں۔

- مایاٹک اغلاط: جب ہم اصل کروموسوم کے جوڑے علیحدہ ہونے میں ناکام ہو جاتے ہیں تو ایک ساتھ رہتے ہیں۔ اس عمل کو نان ڈسجنکشن کہتے ہیں۔اس عمل کے نتیجے میں غیر معمولی تعداد والے ایسے گیمٹس پیدا ہوتے ہیں جن میں کروموسومس کی تعداد یا تو معمول سے کم ہوتی ہے یا پھر زیادہ۔
- خلیے کی موت دو طرح سے واقع ہو سکتی ہے۔

(الف) ایپاپٹوسس - طے شدہ طریقہ سے موت: اس طرح کی موت جین کی نشو و نما کے عمل کو صحیح طریقے سے کنٹرول کرتی ہے۔

(ب) نیکروسس: خلیہ کی وہ موت جو بیرونی عناصر یا حادثہ کی وجہ سے ظہور پذیر ہو۔

متفرقہ سوالات

1. مندرجہ ذیل میں درست جواب کے گرد دائرہ بنائیں:

(i) کون سے عمل میں مائٹوسس موجود ہے؟

(الف) نشو و نما، تخفیفی تقسیم اور غیر صنفی تولید　(ب) نشو و نما، جسم کی مرمت اور غیر صنفی تولید

(ج) نشو و نما، جسم کی مرمت اور نیم قدامت پسند نقول　(د) نشو و نما، تخفیفی عمل اور جسم کی مرمت

(ii) مائٹوسس کے میٹافیز میں کیا ہوتا ہے؟

(الف) کروموسوم استوائی خط پر ترتیب پاتے ہیں

(ب) کرومیٹیڈ اسپنڈل کے قطب پر پہنچ جاتے ہیں

(ج) کرومیٹیڈ علیحدہ ہو کر مخالف سمتوں میں حرکت کرتے ہیں

(د) کروموسوم الجھ کر واضح ہو جاتے ہیں

(iii) غلط ملاپ والے جوڑے کی نشاندہی کریں:

(الف) اینافیز ← کرومیٹیڈ کی حرکت　(ب) پروفیز ← سینٹریول کی حرکت

(ج) ٹیلوفیز ← مرکزائی جھلی کا غائب ہونا　(د) میٹافیز ← کروموسومس کا ترتیب پانا

(iv) جانوروں کے خلیے میں مائٹوسس کے پروفیز کے دوران کون سا عمل ہوتا ہے؟

(الف) سینٹرومیر کی تقسیم (ب) کروموسوم کا بننا

(ج) ڈی این اے کی نقل (د) سینٹریول کی علیحدگی

(v) خلیے کے کاموں میں تبدیلی کی ترتیب جس کی وجہ سے خلیہ خودکشی کرلیتا ہے۔

(الف) ایپاپٹوسس (ب) نیکروسس

(ج) خودخردگی (د) (ب) اور (ج) دونوں

(vi) مائیوسس کے متعلق غلط بیان کی نشان دہی کریں:

(الف) کروموسوم کی تعداد کو نسل در نسل ایک جتنا رکھتا ہے

(ب) کروموسومس کی تعداد کو گھٹا کر آدھا کردیتا ہے

(ج) جرم خلیوں میں وقوع پذیر ہوکر گیمیٹ بناتا ہے

(د) جرم خلیوں سے جسم کے نئے خلیے بنواتا ہے

(vii) خلوی تقسیم کی وہ قسم جس میں اسپور مادر خلیے سے اسپور جنم لیتے ہیں:

(الف) اے مائٹوسس (ب) مائٹوسس

(ج) مائیوسس (د) (ب) اور (ج) دونوں

(viii) مائٹوسس کا وہ مرحلہ جس میں کرومیٹڈ قطبین پر پہنچ جاتے ہیں اوران کی حرکت رک جاتی ہے:

(الف) پروفیز (ب) میٹافیز

(ج) اینافیز (د) ٹیلوفیز

(ix) مائیوسس کا وہ مرحلہ جس میں سینٹرومیر چھوٹے ہوجاتے ہیں اور جوڑی دار کرومیٹڈ ایک دوسرے سے دور چلے جاتے ہیں۔

(الف) اینافیز II (ب) میٹافیز II

(ج) ٹیلوفیز II (د) پروفیز II

(x) وہ عمل جس میں ہم اصل کروموسومس کے جوڑے علیحدہ ہونے میں ناکام ہوجاتے ہیں:

(الف) نان ڈسجنکشن (ب) ٹرمینلائزیشن

(ج) سائنیپسس (د) لنکیج

2. مندرجہ ذیل خالی جگہوں کو مناسب الفاظ سے پُر کیجیئے:

(i) کروموسوم دھاگے نما ساختیں ہیں جو کہ .... کے وقت ظاہر ہوتی ہیں۔

(ii) تبدیلیوں کی ترتیب جو کہ ایک خلوی تقسیم سے دوسری خلوی تقسیم کے دوران عمل پذیر ہو .... کہلاتی ہے۔

(iii) کرومیٹڈ ایک دوسرے سے .... منسلک ہوتے ہیں۔

(iv) کسی خلیے میں موجود ایسے کروموسوم جو شکل اور جسامت میں ایک جیسے ہوتے ہیں .... کہلاتے ہیں۔

(v) ایسے کروموسوم جن کا ایک بازو بہت چھوٹا اور ایک بڑا ہوتا ہے .... کہلاتا ہے۔

(vi) ایک کروموسوم میں موجود دو جینیاتی طور پر ایک جیسے دھاگے .... کہلاتے ہیں۔

(vii) وہ مرحلہ جس میں میٹابولک کارکردگی تیز ہوتی ہے جس میں خلیہ تیزی سے بڑھتا ہے اور خامروں کی تالیف .... سے ہوتی ہے۔

(viii) جانوروں مین مائیوسس کے نتیجے میں .... پیدا ہوتے ہیں۔

(ix) میٹافیز کے دوران ہم اصل کروموسومس اپنے آپ کو .... پر ترتیب دیتے ہیں۔

(x) خلوی موت جو کہ بیرونی عوامل کی وجہ سے انجام پاتی ہے .... ہے۔

3. مندرجہ ذیل اصطلاحات کی تعریف کریں:

(i) پیکی ٹین (ii) سائٹوکائنیسس (iii) بائیویلنٹ

(iv) چیازیٹا (v) کرومیٹڈ (vi) ڈائکائنیسس

(vii) ٹرمینلائزیشن (viii) نیکروسس (ix) کراسنگ اوور

(x) سینٹرومیر

4. مندرجہ ذیل میں جدول کی مدد سے فرق واضح کیجیے:

(i) پروفیز اور پروفیز I

(ii) پروفیز اور ٹیلوفیز

(iii) ایپاپٹوسس اور نیکروسس

5. مندرجہ ذیل سوالات کے مختصراً جوابات تحریر کریں:

(i) مائیوسس کو تخفیفی تقسیم کیوں کہا جاتا ہے؟

(ii) مائٹوسس نشوونما کے لیے کیوں ضروری ہے؟

(iii) نسل در نسل کروموسومس کی تعداد کس طرح ایک جیسی رہتی ہے؟

(iv) مابین مرحلے کو تیز میٹابولک کارکردگی والا مرحلہ کیوں کہا جاتا ہے؟

(v) مائیوسس I اور II کے درمیان مابین مرحلہ مختصر کیوں ہوتا ہے؟

6. مندرجہ ذیل سوالات کے جوابات تفصیل سے دیں:

(i) مائٹوسس کے مختلف مرحلوں کو تصویری مدد سے تفصیلاً بیان کریں۔

(ii) مائیوسس I کے مختلف مرحلے تصویری مدد سے بیان کریں۔

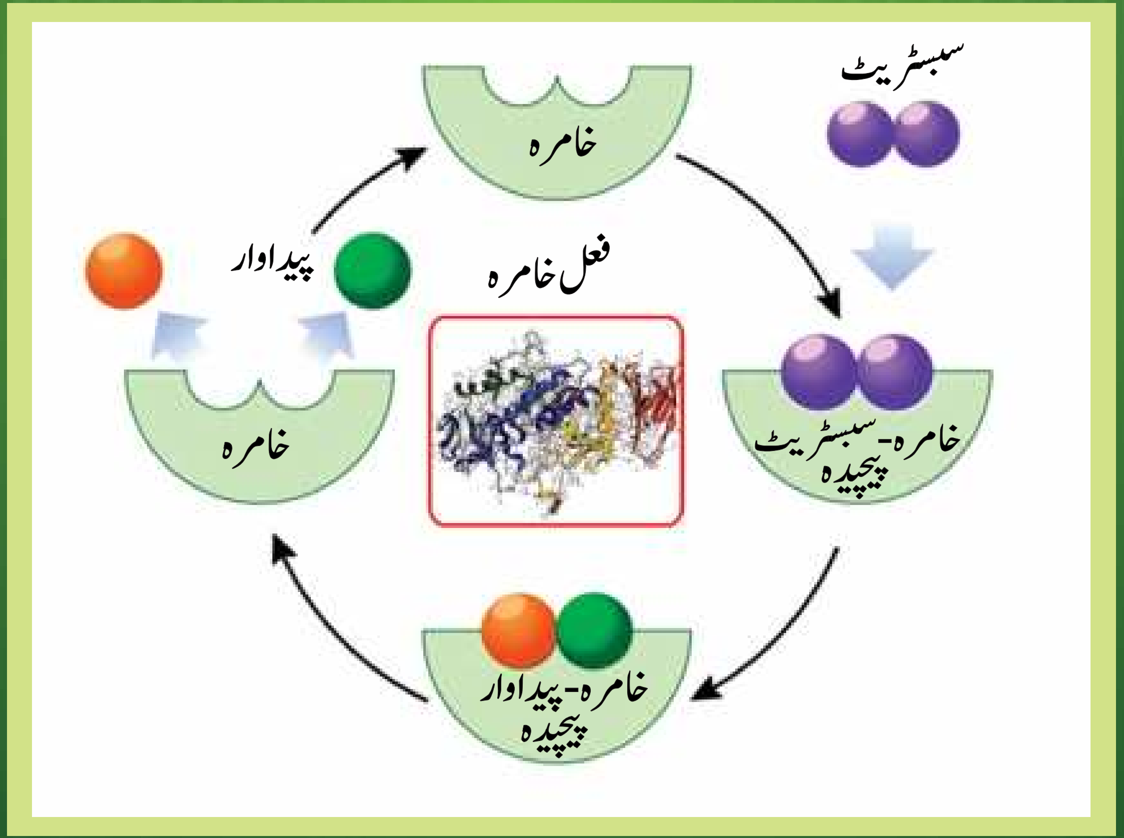
باب 6

خامرے
(Enzymes)

اہم تصورات

حیاتیات کے اس حصے میں آپ سیکھیں گے۔

- خامرے کی تعریف اور خصوصیات
- خامرے کے کام کرنے کا طریقہ کار (تالا۔چابی ماڈل)
- خامرے کی مخصوص کارکردگی



زندگی کارکردگی کادوسرانام ہے اس لیے کسی بھی جاندار کے جسم میں بے شمار کیمیائی تعملات وقوع پذیر ہوتے ہیں۔ ان تعملات کو مجموعی طور پر میٹابولک (Metaboblic) تعملات اور اس کیمیائی عمل کو میٹابولزم کہتے ہیں۔ میٹابولک عمل دو قسم کے ہوتے ہیں تعمیری اور تخریبی۔

تعمیری تعملات میں بڑے مالیکیولز بنتے ہیں جو کہ خلیے اور جسم کی بناوٹ میں کام آتے ہیں۔اس قسم کے تعملات کو اینابولک (Anabolic)تعملات اور اس قسم کے میٹابولزم کو اینابولزم (Anabolism)کہتے ہیں۔ جبکہ اس کے برعکس تخریبی تعملات جن میں بڑے مالیکیولز ٹوٹ کر چھوٹے مالیکیولز میں تبدیل ہو جاتے ہیں اور توانائی کا اخراج ہوتا ہے یہ چھوٹے مالیکیولز دوبارہ استعمال ہوجاتے ہیں یا پھر جسم سے خارج ہوجاتے ہیں۔ ان تعملات کو کیٹابولک (Catabolic)تعملات کہتے ہیں اور میٹابولزم کے اس عمل کو کیٹابولزم (Catobolism) کہتے ہیں۔

کیمیائی تعملات کے ایک خاص رفتار سے ظہور پذیر ہونے کے لیے خاص درجہ حرارت اور دباؤ درکار ہوتا ہے۔ خلیے میں عام طور پر جو درجہ حرارت اور دباؤ موجود ہوتا ہے وہ کیمیائی تعملات کے لیے ناکافی ہوتا ہے۔ مثلاً انسانی جسم کا درجہ حرارت $37^{0}C$ اور دباؤ 80/120 m.m/Hg ہوتا ہے، یہ درجہ حرارت اور دباؤ پر کسی بھی کیمیائی تعامل کے لیے ناکافی ہوتا ہے۔

اب سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ عوامل کو تبدیل کیے بغیر حیاتیاتی تعملات یا میٹابولک تعملات کیسے وقوع پذیر ہو سکتے ہیں؟

اب جسم کو کسی معاون کی ضرورت پیش آتی ہے۔ یہ معاون حیاتیاتی تعملات کو کم درجہ حرارت اور دباؤ پر وقوع پذیر ہونے میں مدد دیتے ہیں۔ مندرجہ بالا بحث سے یہ بات واضح ہوگئی کہ ہر کیمیائی تعامل کے وقع پذیر ہونے کے لیے توانائی کی کچھ کم سے کم مقدار درکار ہوتی ہے۔ یہ کم سے کم توانائی ایکٹیویشن توانائی (Activation energy) کہلاتی ہے۔اگر اس توانائی کی مقدار زیادہ ہو تو تعامل کا وقوع پذیر ہونا مشکل ہوتا ہے بصورت دیگر اگر یہ الٹ ہو تو کیمیائی تعامل آسان ہو جاتا ہے۔ مثال کے طور پر ایک گلوکوز کے مالیکیول کو توڑنے کے لیے جو ایکٹیویشن توانائی درکار ہوتی ہے وہ ایڈینوسین ٹرائی فاسفیٹ (Adenosine Triphosphate) (ATP)کے دو مالیکیولز سے حاصل ہوتی ہے۔

6.1 تعریف (Definition)

جاندار ایکٹویشن توانائی کی زیادہ مقدار مہیا نہیں کر سکتے اس لیے انہیں معاون کی ضرورت ہوتی ہے، جو کہ اس توانائی کو کم کر سکیں۔ یہ معاون پروٹین سے بنے ہوئے مالیکیول ہوتے ہیں جو کہ خامرے (Enzymes) کہلاتے ہیں۔

ہیں۔ان مالیکیولز کو یہ نام اس لیے دیا گیا کہ جب خمیر کو میوے کے رس میں ڈالا گیا تو یہ رس الکوحل میں تبدیل ہو گیا۔اب خامروں کی تعریف کچھ اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ وہ حیاتیاتی کارندے ہیں جو ایکٹیویشن توانائی کو کم کر کے تعملات کو ممکن بناتے ہیں۔

خامروں کا یہ عمل حیاتیاتی تعملات کو کم درجہ حرارت اور دباؤ پر اتنی تیز رفتاری سے ممکن بناتا ہے جو جانداروں کے لیے قابل برداشت ہوتا ہے۔

6.2 خامروں کی خصوصیات (Characteristics of enzymes)

- خامرے حیاتیاتی کارندے ہیں جو زیادہ تر پروٹین سے بنے ہوتے ہیں اس لیے ان کی بناوٹ سہ جہتی (Three dimensional) تہہ سے ہوکر مخصوص شکل اختیار کرتی ہے۔ خامرے کی یہ ساخت اس میں موجود امینوایسڈ (Amino acid) کی ترتیب کی وجہ سے ہوتی ہے۔ یہ امینوایسڈ ایک دوسرے سے مختلف اقسام کے کیمیائی بانڈز سے جڑے ہوتے ہیں۔ مثلاً ہائڈروجن بانڈ خامرے تعملات کی رفتار کو ان کی ایکٹیویشن توانائی کم کر کے بڑھاتے ہیں۔
- کیمائی تعملات کے دوران خامرے تعامل کی رفتار کو تو بڑھاتے ہیں لیکن خود استعمال نہیں ہوتے مطلب یہ کہ ان کی مقدار میں ذرہ برابر بھی کمی نہیں ہوتی۔ خامرے کی ذراسی مقدار بھی کیمیائی تعامل کو شروع کروا سکتا ہے اور تیزی سے کام کر سکتا ہے۔
- ان کی موجودگی بننے والی پروڈکٹ کی خصوصیات اور نوعیت پر کسی قسم کا اثر نہیں ڈالتی۔
- تعامل میں استعمال ہونے والے مالیکیولس سبسٹریٹ (Substrate) کہلاتے ہیں۔
- ہر خامرہ مخصوص کام انجام دیتا ہے۔ایک خامرہ ایک ہی عمل انجام دیتا ہے یا پھر اس گروہ کا کام انجام دیتا ہے۔
- خامرے میں ایک چھوٹا سا حصہ ہے جہاں سبسٹریٹ آکر اس کے ساتھ چسپاں ہوجاتے ہیں یہ حصہ فعال حصہ (Activate site) کہلاتا ہے۔فعال حصے کی شکل خامرے کی شکل کی زائدا موادی (Complementary) ہوتی ہے۔
- یہ درجہ حرارت پی ایچ (pH) اور سبسٹریٹ کے لیے بہت حساس ہوتے ہیں حتیٰ کہ درجہ حرارت پی ایچ اور سبسٹریٹ میں ذراسی تبدیلی ان کے کام کرنے کی صلاحیت پر اثرانداز ہوتی ہیں۔
- کچھ خامروں کو کام کرنے کے لیے ہم عوامل (Cofactor) بھی درکار ہوتے ہیں جو کہ غیر لحمیاتی (Non- protien) مرکبات ہوتے ہیں ۔ یہ نامیاتی یا غیر نامیاتی ہو سکتے ہیں۔ مثلاً غیر نامیاتی ہم عوامل

زنک (Zn^{+2})، مگنیشیم (Mg^{+2})، مینگنیز (Mn^{+2})، لوہا (Fe^{+2})، کاپر (Cu^{+2})، پوٹاشیم (K^{+1}) اور سوڈیم (Na^{+1}) جب کہ NADP اور FAD خامروں میں نامیاتی ہم عوامل کا کام انجام دیتے ہیں۔

ہم عوامل کی بھی درجہ بندی کی جاسکتی ہے۔ پروستھیٹک (Prosthetic) گروہ (اگر نامیاتی مالیکول ہم عوامل مضبوطی سے خامرے سے جڑا ہو تو) اور ہم عوامل خامرے (اگر نامیاتی مالیکول ڈھیلے انداز سے جڑا ہو تو)۔

- بہت سے خامرے ایک خاص ترتیب سے یکے بعد دیگرے کام کرتے ہیں تاکہ ایک خاص پروڈکٹ پیدا ہو۔ اس ترتیب کو میٹابولک راستہ (Metabolic pathway) کہتے ہیں۔
- خامروں کی کارکردگی میں اضافہ محرک کے ذریعے کیا جا سکتا ہے، جبکہ خامروں کی کارکردگی میں کمی رکاوٹی مالیکیول (Inhibitor molecule) کے ذریعے کی جاسکتی ہے۔
- خامرہ رکاوٹی وہ مالیکیول ہے جو خامرے کے ساتھ چپک کر اس کے فعل کو سست کردیتا ہے۔ اسی طرح کسی جرثومے کو ہلاک کرنے کے لیے بھی اس کے خامروں کے فعل کو سست کرنے والے رکاوٹی مالیکیول استعمال کیے جاتے ہیں۔

6.2.1 خامروں کے استعمالات (Uses of enzymes):

بہت سے خامرے معاشی طور مختلف صنعتوں میں استعمال ہوتے ہیں۔

کاغذ کی صنعت (Paper Industry) - سیلیلوز حاصل کرکے کاغذ بنانے میں خامرے استعمال ہوتے ہیں۔

غذائی صنعت (Food Industry) - خامرے بیکری کی مصنوعات اور پیزا بنانے میں استعمال ہوتے ہیں۔

الکوحل اور مشروبات کی صنعت (Brewing Indsustry) - اس صنعت میں شکر کو الکوحل میں تبدیل کرنے والے خامرے استعمال ہوتے ہیں۔

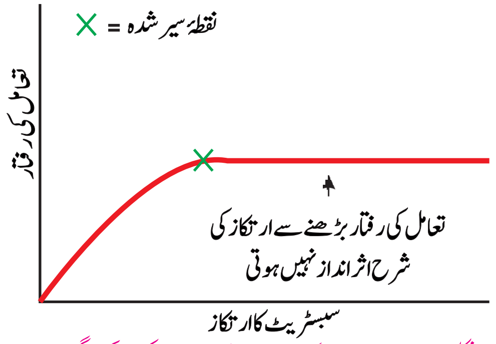
حیاتیاتی ڈٹرجینٹ (Bio Detergent) - مختلف قسم کے نشانات ختم کرنے کے لیے بھی خامرے استعمال کیے جاتے ہیں۔

6.2.2 خامروں کی کارکردگی پر اثر انداز ہونے والے عوامل:
(Factors affecting in the activity of an enzymes):

کائنات میں جاندار اپنے اندر کے حالات کو اس طرح ترتیب دیتے ہیں کہ ان کے خامرے بہتر انداز سے کام کرسکیں یا پھر سخت حالات میں بھی کام کرسکیں، اگر جاندار سخت گرمی یا سخت سردی میں رہتے ہوں۔

سبسٹریٹ کی ارتکاز (Substrate concentration):

تجربات سے یہ بات ثابت ہوئی ہے کہ اگر خامرے کی مقدار کو یکساں رکھا جائے اور سبسٹریٹ کا ارتکاز بتدریج بڑھایا جائے تو کیمیائی تعملات کی رفتار میں بھی اس وقت تک اضافہ ہوتا رہتا ہے جب تک وہ اپنی طاقت سے زیادہ رفتار تک نہ پہنچ جائے۔ اس کے بعد سبسٹریٹ کے ارتکاز میں اضافے سے خامرے کے فعل کی رفتار میں کوئی اضافہ نہیں ہوتا۔



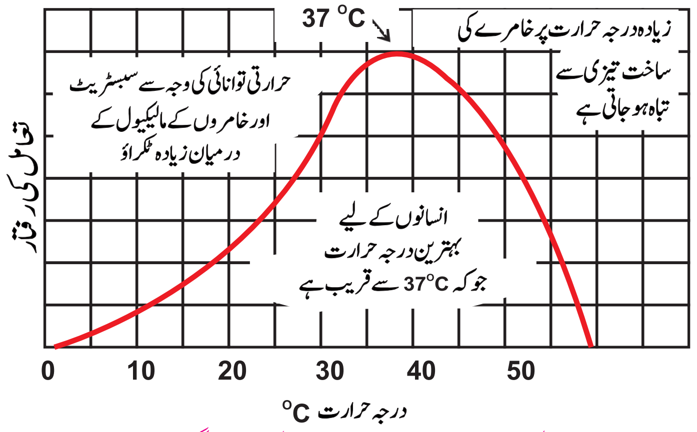
شکل 6.1 سبسٹریٹ کے ارتکاز کا اثر خامرے کی کارکردگی پر

باالفاظ دیگر خامروں کے مالیکیول سبسٹریٹ کے مالیکیلوں کے ساتھ ساتھ سیر شدہ حالت میں بھی ہوجاتی ہیں۔ اضافی سبسٹریٹ مالیکیول اس وقت تک تعامل نہیں کرتے جب تک کہ سبسٹریٹ کے لیے خامرے موجود نہیں ہوتے۔

درجہ حرارت (Temperature):

خامرے کی لحمیاتی بناوٹ انہیں درجہ حرارت سے حساس بناتی ہے۔ خامروں کی کارکردگی خاص درجہ حرارت پر کم حدود میں کارگر ہوتی ہے، جبکہ دوسرے کیمیائی تعملات کے مقابلے میں یہ حد بہت کم ہے۔

درجہ حرارت کے بڑھنے سے مالیکیولز کے آپس میں ٹکراؤ کی رفتار میں بھی اضافہ ہوتا ہے اس طرح خامرے تعملات کو ممکن بناتے ہیں۔ جب ٹکراؤ اور تعامل کی رفتار میں اضافہ ہوتا ہے تو نئی مصنوعات جلدی جلدی اور زیادہ تیار ہوتی ہیں۔ جبکہ درجہ حرارت میں اضافہ مالیکیول کے ارتعاش میں بھی اضافہ کرتا ہے، جس کے نتیجے میں خامروں کی ساخت تباہ ہوجاتی ہے یعنی خامرے بے شکل (Denature) ہوجاتے ہیں۔ ان تبدیلیوں کے نتیجے میں خامروں کی کارکردگی کی رفتار کم ہوجاتی ہے یا پھر مکمل طور پر رک جاتی ہے۔

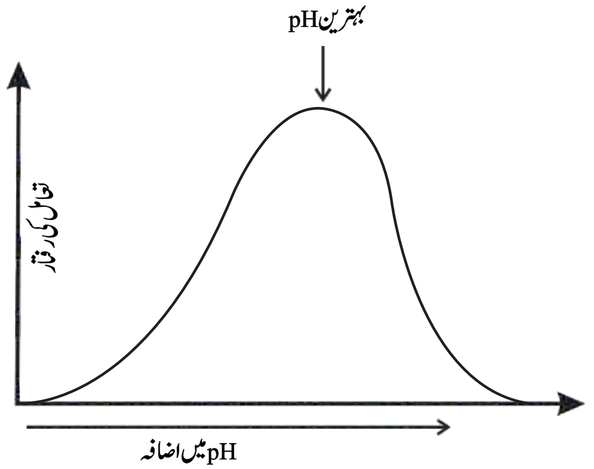


شکل 6.2 درجہ حرارت کا خامرے کی کارکردگی پر اثر

مختصراً یہ کہ جیسے جیسے درجہ حرارت میں اضافہ ہوتا ہے ویسے ویسے شروع میں تو کیمیائی تعامل کی رفتار میں اضافہ ہوتا ہے اور پھر یہ رفتار کم ہونا شروع ہو جاتی ہے، حرکی توانائی میں اضافہ ہوتا اور بانڈ تیزی سے ٹوٹنے لگتے ہیں۔

پی ایچ (pH):

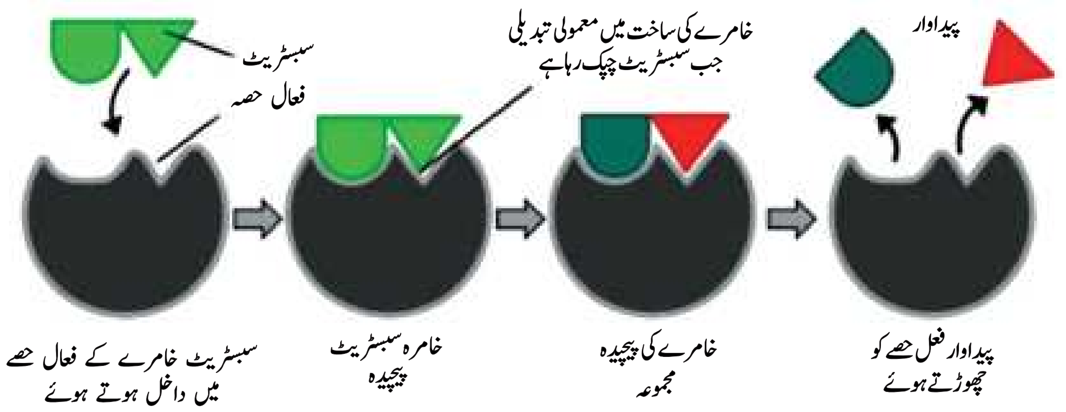
خامرے اپنے لحمیاتی بناوٹ کی وجہ سے pH سے بھی حساس ہوتے ہیں۔ تمام خامرے اپنی خاص pH کی محدود حد میں زیادہ سے زیادہ کام کرتے ہیں۔ جس pH پر کوئی خامرہ سب سے زیادہ رفتار سے کام کرتا ہے وہ اس کی بہترین یا مناسب (Optimum) pH ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر پیپسن (Pepsin) کم pH پر کام کرنے والا خامرہ ہے جو کہ انتہائی ترش (Acidic) ہے جبکہ ٹرپسن (Trypsin) زیادہ pH پر کام کرنے والا خامرہ ہے یہ pH اساسی ہے۔ بہت سے خامرے نیوٹرل (Neutral) pH پر کام کرنے والے ہیں مثلاً 7.4 پر بہترین۔ pH میں تھوڑی سی تبدیلی کوئی دیرپا تبدیلی نہیں لاتی اس لیے کہ اس پر بانڈ دوبارہ بن جاتے ہیں لیکن pH میں زیادہ تبدیلی خامرے کی ساخت کو تبدیل کر سکتی ہے اس طرح اس کی کارکردگی مستقل طور پر تباہ ہو جاتی ہے۔



شکل 6.3 pH کا خامرے کی کارکردگی پر اثر

6.3 خامرے کی کارکردگی کا طریقہ کار (Mechanism of enzyme action):

خامرے تعامل کو ممکن بنانے کے لیے سبسٹریٹ کے ساتھ منسلک ہو جاتے ہیں اور یہ اس وقت تک برقرار رہتے ہیں جب تک پیداوار (Product) تیار نہ ہو جائے۔ خامرہ اپنے فعال حصے (Active site) کو ظاہر کر کے سبسٹریٹ کو اپنی طرف متوجہ کرتا ہے جو سبسٹریٹ خامرے کے ساتھ منسلک ہو جاتا ہے۔ اس طرح خامرہ سبسٹریٹ مجموعہ (Enzyme-substrate complex) جنم لیتا ہے جس کے بعد پیداوار جنم لیتی ہے اور خامرہ اس سے الگ ہو جاتا ہے یہ خامرہ پھر دوسرے سبسٹریٹ مالیکول کے لیے دوبارہ استعمال ہوتا ہے۔



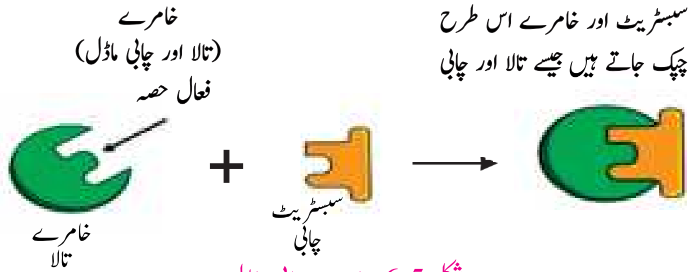
شکل 6.4 خامرے کے کام کرنے کا طریقہ کار

6.3.1 خامرے کا عمل (Action of enzyme):

خامرے کے کام کرنے کے انداز کو سمجھنے کے لیے دو نظریے پیش کیے گئے ہیں۔ (i) تالا اور چابی ماڈل اور (ii) ترغیبی انداز میں فٹ ہونے والا ماڈل۔

1- تالا اور چابی ماڈل (The lock and key Model):

یہ نظریہ پہلی دفعہ ایمل فشر (Emil Fischer) نے 1894ء میں پیش کیا جس میں خامرے کی خصوصیت کو ظاہر کیا گیا۔



شکل 6.5 تالا اور چابی ماڈل

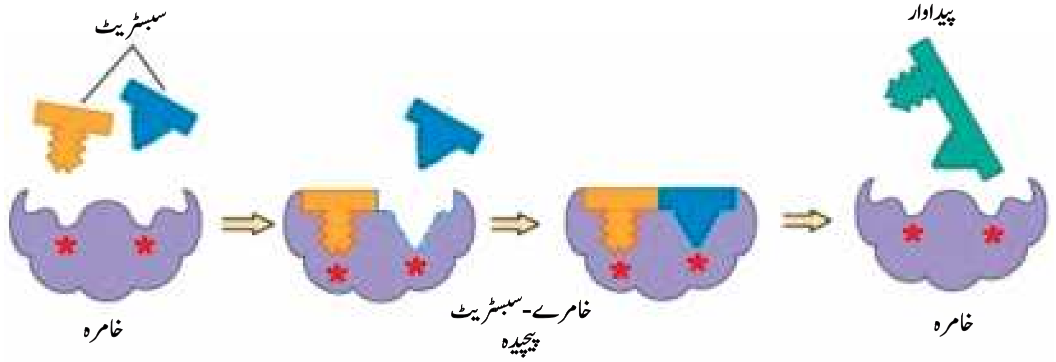
اس نے تالا اور چابی کے نمونے کی تشریح کے لیے کہ خامرہ کہ ایک خاص سبسٹریٹ کو اپنے ساتھ منسلک کیا۔ مثال کے طور پر لائپیز صرف لپڈز (Lipids) کو فٹ کر کے توڑتا ہے۔

اس نظریے کے مطابق خامرہ اور سبسٹریٹ کی خاص زائد امدادی (Complementary) جیومیٹری شکل کی ہوتی ہے تاکہ سبسٹریٹ خامرے میں فٹ ہو سکے جس طرح چابی تالے میں فٹ ہو جاتی ہے۔ صرف صحیح شکل و صورت اور جسامت والا سبسٹریٹ ہی خامرے کے فعال حصے میں فٹ ہو سکتا ہے۔ جس طرح صحیح چابی تالے کے سوراخ

میں داخل ہو کر کام کرتی ہے جیسے دی گئی شکل 5.6 میں دکھایا گیا ہے۔ لیکن یہ نظریہ خامرے کے حاصل کردہ درمیانی مرحلے کے استحکام کے بارے میں کسی بات کی تشریح نہیں کرتا۔

2- ترغیبی انداز سے فٹ ہونے والا ماڈل (Induced fit Model):

یہ ماڈل ڈینیل کوشلینڈ (Daniel Koshland) نے 1958ء میں پیش کیا۔ اس ماڈل کی تشریح کے لحاظ سے فعال حصہ اپنی ساخت بدلتا رہتا ہے جب تک سبسٹریٹ اس میں فٹ نہیں ہو جاتا۔ اس کے مطابق فعال حصہ لچک دار ہوتا ہے (تالا اور چابی ماڈل اس کی تشریح اس طرح نہیں کرتا) ۔



شکل 6.6 ترغیبی انداز سے فٹ ہونے والا ماڈل

6.4 خامرے کی مخصوصیت (Speceficity of Enzymes):

انسانی جسم میں 1000 سے زائد معلوم خامرے پائے جاتے ہیں جو تمام کے تمام اپنے اپنے سبسٹریٹ پر عمل پذیر ہوتے ہیں۔ جس طرح پہلے بھی بیان کیا جاچکا ہے کہ خامرے اپنے فعال میں خصوصیت پسند ہیں اس لیے ایک خاص خامرے ایک خاص سبسٹریٹ کو ہی ساتھ چپساں کر کے اسے پیداوار میں تبدیل کرتا ہے۔ یہ اس لیے ممکن ہوتا ہے کہ ہر خامرے کے فعال حصے کی ایک مخصوص جومیٹریکل شکل ہوتی ہے۔ خامرے لحمیات سے بنے ہوئے ہوتے ہیں اور لحمیات مخصوص امینوایسڈ کے ہوتے ہیں جن پر مختلف قسم کے خاص چارج ہوتے ہیں۔ ان کی خصوصیت یا تو تیزابی یا اساسی یا آبی کشش (Hydrophilic) ہوتی ہے اسی لیے فعال حصہ کسی خاص سبسٹریٹ کے لیے مخصوص ہوتا ہے۔

کچھ خامرے اپنے تعملات کو وقوع پذیر کرواتے ہیں جو کہ کسی خاص قسم کے کیمیائی یا پھر کارآمد مالیکیولی حصے (Functional group) یا پھر جیومیٹریکل ساخت کی وجہ سے پہچانے جاتے ہیں۔

خامروں کی دو اقسام ہیں۔ ایک اندرونی خلوی (Intracellular) دوسرے بیرونی خلوی (Extracellular) - اندرونی خُلوی وہ خامرے ہیں جو خلیے کے اندر کام کرتے ہیں جیسے اےٹیپیز (ATPase) ، سائیٹوکروم، ریڈکٹیز (Cytochrom, Reductax) وغیرہ۔ بیرونی خُلوی خامرے خلیے کے باہر کام کرتے ہیں جیسے پیپسن (Pepsin)، لائپیز (Lipase) وغیرہ۔

مثال کے طور پر پروٹیز (Protease) وہ خامرے ہیں جو لحمیات پر اثرانداز ہوتے ہیں اور لائپیز وہ خامرے ہیں جو لپڈز (Lipids) پر اثر انداز ہوتے ہیں۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ خامرے بانڈز کے لیے مخصوص ہیں، اسی لیے لائپیز صرف ایسٹر (Ester) بانڈز پر اثرانداز ہوتے ہیں جو لپڈز میں موجود ہوتے ہیں۔

خلاصہ

- جانداروں میں ہونے والے تعملات میٹابولک تعملات کہلاتے ہیں۔
- جانداروں میں دو قسم کے میٹابولک تعملات وقوع پذیر ہوتے ہیں۔
- اینابولک تعملات تعمیری تعملات ہیں اور کیٹابولک تعملات تخریبی تعملات ہیں۔
- توانائی کی کم سے کم مقدار جو کسی تعامل کو وقوع پذیر ہونے کے لیے درکار ہوتی ہے تعامل توانائی کہلاتی ہے۔
- حیاتیاتی تعملات کے لیے فعال توانائی کی خاصی مقدار درکار ہوتی ہے۔
- وہ مالیکیول جو فعالی توانائی کی مقدار کو کم کر کے تعملات کو آسان بنادیں انہیں خامرے کہتے ہیں۔
- خامرے وہ حیاتیاتی عامل ہیں جو کہ زیادہ تر لحمیات کے بنے ہوتے ہیں۔ اسی لیے ان کی ساخت سہ رخی (3-Dimensionally) ہوتی ہے جو امائینوایسڈ کی تہہ در تہہ زنجیر سے خاص شکل کی بنی ہوتی ہے۔
- خامرے pH ، درجہ حرارت اور سبسٹریٹ کی ارتکاز سے خاصے حساس ہوتے ہیں۔
- خامرے کی کارکردگی کو محرک (Activator) سے بڑھایا جاسکتا ہے اور اس کی کارکردگی کو رکاوٹی مالیکیولیز کے ذریعے کم کیا جاسکتا ہے۔
- بہت سے خامرے صنعتوں میں معاشی طور پر استعمال ہوتے ہیں جیسے کاغذ، غذا، مشروبات، حیاتیاتی ڈٹرجینٹس کی صنعتیں۔
- خامرہ سبسٹریٹ کے ساتھ چپساں ہو کر خامرے سبسٹریٹ مجموعہ بناتا ہے۔ تعامل مکمل ہونے پر خامرہ پیداوار سے علیحدہ ہو جاتا ہے اور اس طرح پیداوار حاصل ہو جاتی ہے۔
- خامرے کی کارکردگی کی تشریح کے لیے دو قسم کے ماڈل پیش کیے گئے ہیں۔

(i) تالا اور چابی ماڈل (ii) ترغیبی انداز سے فٹ ہونے والا ماڈل۔

متفرقہ سوالات

1- صحیح جواب کے آگے دائرہ لگائیں:

(i) یہ سب خامرے کی خصوصیات ہیں سوائے:

(الف) خامرے حیاتیاتی کیمیائی تعملات کو تیز کرتے ہیں

(ب) خامرے pH میں تبدیلی کے لیے حساس ہوتے ہیں

(ج) خامرے کی کارکردگی میں اضافہ رکاوٹی مالیکیول کے ذریعے ہوتا ہے

(د) خامرے کا وہ حصہ جہاں سبسٹریٹ چسپاں ہوتا ہے فعال حصہ ہے

(ii) خامرے وہ ہیں جو:

(الف) جن کی فطرت اسٹیر وآئڈ ہے (ب) لحمیاتی فطرت

(ج) چکنائی فطرت (د) نشاستائی فطرت

(iii) میٹابولک تعامل وہ ہیں:

(I) تعمیری تعملات (II) تخریبی تعملات (III) رکاوٹی تعملات

(الف) صرف I (ب) (I) اور (II)

(ج) I ، II اور III (د) II اور III

(iv) وہ نقطہ جہاں خامرے سب سے زیادہ فعال ہوتے ہیں۔

(الف) غیر جانبدار pH (ب) تیزابی pH (ج) اساسی pH (د) بہترین pH

(v) فعال حصے کی شکل اس وقت تک تبدیل ہوتی رہتی ہے جب تک سبسٹریٹ اس کے ساتھ چسپاں نہیں ہو جاتا یہ بیان:

(الف) ترغیبی انداز سے فٹ ماڈل کا ہے (ب) تالا اور چابی ماڈل کا ہے

(ج) مائع موزائک ماڈل کا ہے (د) الف اور (ب) دونوں کا ہے

(vi) بے جوڑ چنیں:

(الف) پروٹیز ← نشاستہ (ب) لائپیز ← لپڈز

(ج) ٹرپسن ← لحمیات (د) سب صحیح طرح جڑے ہوتے ہیں

(vii) کیمیائی تعملات کے وقوع پذیر ہونے کے لیے خاص حالات ضروری ہیں

(الف) درجہ حرارت اور فطرت (ب) فطرت اور دباؤ

(ج) فطرت اور ساخت (د) درجہ حرارت اور دباؤ

(viii) درج ذیل عوامل خامرے کی کارکردگی پر اثرانداز ہوتے ہیں سوائے

(الف) pH (ب) سبسٹریٹ کا ارتکاز

(ج) نامیاتی محلول (د) درجہ حرارت

(ix) تعملات کی اثر پذیری میں اضافہ اس وقت ہوتا ہے جب درجہ حرارت

(الف) بڑھتا ہے (ب) کم ہوتا ہے

(ج) $10^{o}C$ سے نیچے جاتا ہے (د) (الف) اور (ج) دونوں

(x) تالا اور چابی ماڈل سے متعلق صحیح بیان چنیں:

(الف) خامرہ اور سبسٹریٹ میں خاص جو میٹریکل زائد امدادی تعلق ہے

(ب) خامرہ کا فعال حصہ لچکدار ہوتا ہے

(ج) فعال حصے کی شکل مسلسل تبدیل ہوتی رہتی ہے

(د) اوپر والے تمام بیان صحیح ہیں

2- مندرجہ ذیل خالی جگہوں کو مناسب الفاظ سے پُر کیجیے:

(i) میٹابولک تعملات کی قسموں کی تعداد .... ہے۔

(ii) خامرے تعملات کو کروانے کے لیے محرکاتی توانائی کو .... کرتے ہیں۔

(iii) خامرے کی موجودگی .... کی خصوصیات کو تبدیل نہیں کرتا۔

(iv) تعمیری تعملات میں .... مالیکولز بنتے ہیں۔

(v) خامرے کی کارکردگی کو .... کے ذریعے بڑھایا جاسکتا ہے۔

(vi) خامرے کا وہ چھوٹا سا حصہ جہاں خامرے کے ساتھ سبسٹریٹ چسپاں ہوتا ہے........ کہلاتا ہے۔

(vii) خامرے کی کارکردگی کو................ کے ذریعے کم کیا جاسکتا ہے۔

(viii) جیسے جیسے درجہ حرارت میں اضافہ ہوتا ہے شروع میں تعملات کی رفتار میں............ ہوتا ہے۔

(ix) pH میں بہت زیادہ تبدیلی خامرے کو .... کر سکتا ہے۔

(x) انسانی جسم میں .... سے زیادہ خامرے پائے جاتے ہیں

3- مندرجہ ذیل اصطلاحات کی تعریف کریں:

(i) سبسٹریٹ (ii) فعال حصہ (iii) رکاوٹی مالیکیول

(iv) عمل انگیز (v) اینابولزم (vi) کیٹابولزم

(vii) محرک توانائی (viii) ہم عوامل (ix) پروستھٹک گروہ

(x) محرک توانائی

4- مندرجہ ذیل میں جدول کی مدد سے فرق واضح کیجیے:

(i) عمل انگیز اور رکاوٹی مالیکیولز

(ii) اینابولزم اور کیٹابولزم

5- مندرجہ ذیل سوالات کے مختصراً جوابات تحریر کریں:

(i) خامرے مخصوص فطرت کے کیوں ہوتے ہیں؟

(ii) خامرے کس طرح توانائی کم کرتے ہیں؟

(iii) خامرے پیداوار کی فطرت اور خصوصیات پر اثر انداز کیوں نہیں ہوتے؟

(iv) سبسٹریٹ کا ارتکاز کس طرح خامرے کی اثر انگیزی پر اثر انداز ہوتا ہے؟

(v) خامرے کون کون سی صنعتوں میں استعمال ہوتے ہیں؟

6- مندرجہ ذیل سوالات کے جوابات تفصیل سے دیں:

(i) خامرے کیا ہیں؟ خامرے کی خصوصیات بیان کریں؟

(ii) خامرے کی اثر انگیزی پر اثر پذیر ہونے والے عوامل کو تفصیل سے بیان کریں۔

باب 7

حیاتیاتی توانائی

(Bioenergetics)

اہم تصورات

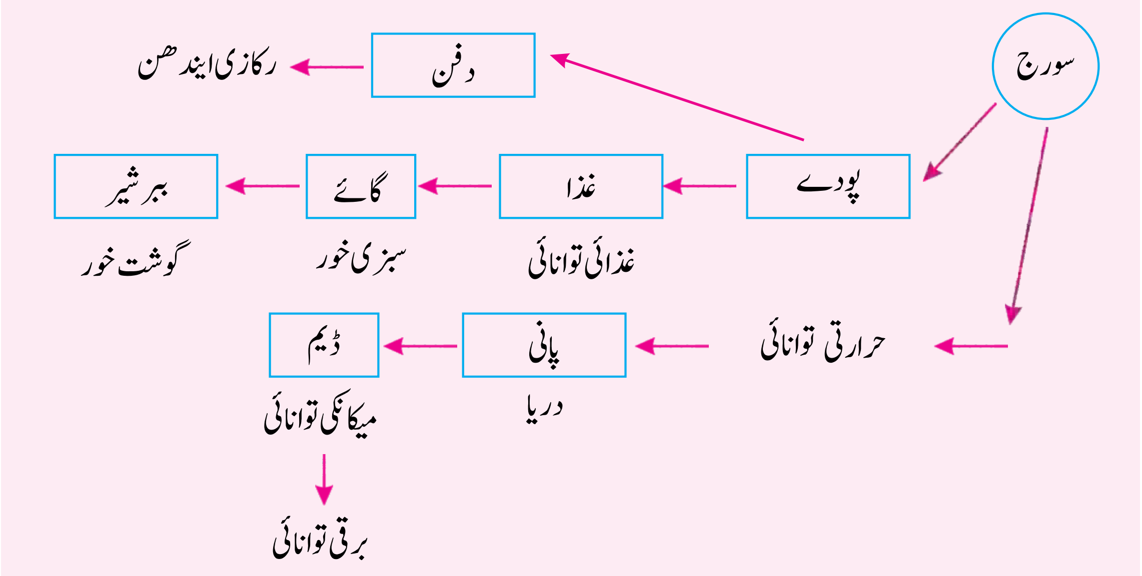
حیاتیات کے اس حصے میں آپ سیکھیں گے۔

- 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۔

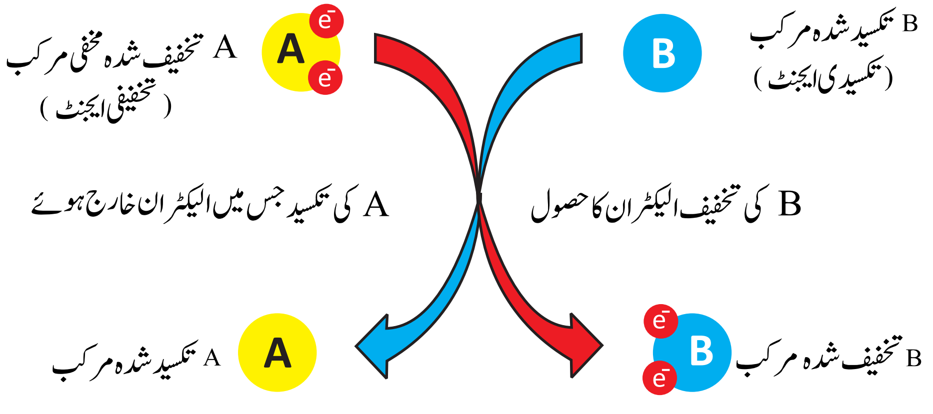
دوسری طرف جب یہ ضیائی توانائی سبز پتوں پر گرتی ہے تو یہ پتے اسے گرفتار کر کے کیمیائی توانائی میں تبدیل کر دیتے ہیں۔ یہ کیمیائی توانائی پودوں میں غذائی توانائی میں تبدیل ہو کر ذخیرہ ہو جاتی ہے، جب حیوان یہ پودے کھاتے ہیں تو یہ توانائی انہیں منتقل ہو جاتی ہے، اس طرح انہیں توانائی حاصل ہوتی ہے۔ جبکہ دوسری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



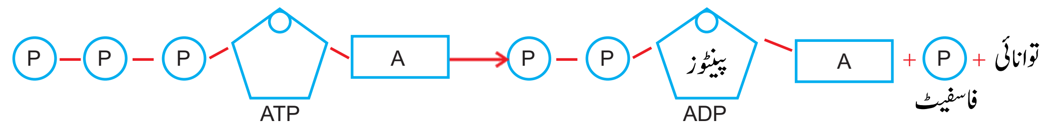
شکل 7.1 تصویر جس میں تکسید اور تخفیفی عمل دکھایا گیا ہے۔

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 کرکے 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 کرکے 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 ⟶ ADP + P + 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 کرکے کلوروفل پگمینٹ (Pigment) کی موجودگی میں تعامل کرکے گلوکوز اور آکسیجن پیدا کرتے ہیں۔

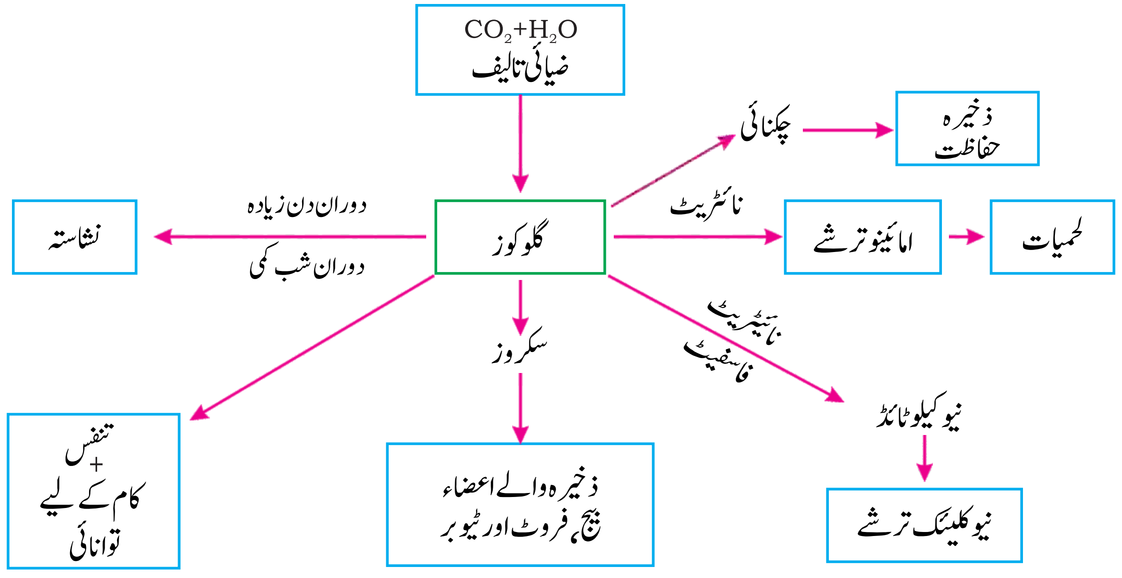
مساوات: کاربان ڈائی آکسائڈ + پانی --(روشنی / کلوروفل)--> گلوکوز + آکسیجن

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

کلوروفل سبز پگمینٹ ہے جو کہ نباتاتی خلیہ کے کلوروپلاسٹ میں پایا جاتا ہے۔ یہ صرف بصری روشنی کے ایک خاص حصے کو جذب کرلیتا 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 جیسے نشاستہ (Starch) اور دوسرے پولی سیکرائڈ پودے چکنائیاں، لحمیات، اور نیوکلیئک 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۔

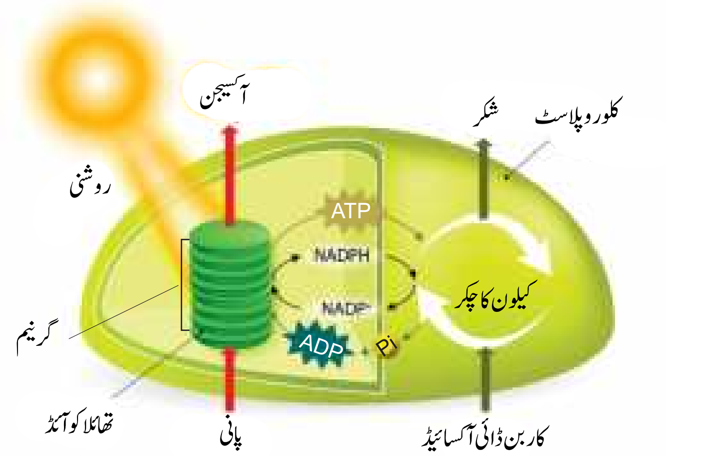
7.2.1 کلوروپلاسٹ بحیثیت ضیائی شکاری اور ذخیرہ کرنے والے عضوے: (Chloroplast as light trapping and storage organelle):

پودے کی سبز حصے اور الجی میں خاص قسم کے خلیے ہوتے ہیں جن میں خاص قسم کے عضویے پائے جاتے ہیں جنہیں کلوروپلاسٹ کہا جاتا ہے۔ کلوروپلاسٹ ایک دھری جھلی والے عضویے 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 تھائیلکوآئڈ (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 اثر پذیر 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 ایڈونیوسیس 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 جُڑا 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)

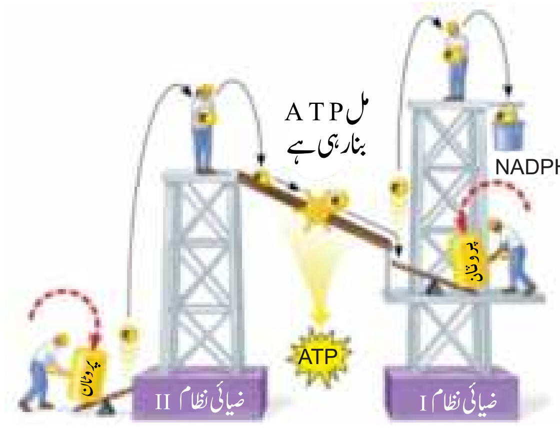
(2) تاریک تعامل یا ضیائی غیر انحصاری تعامل (Dark reaction or light independent reaction)

-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 تونائی 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 $(\bar{e})$ 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 ملکر گلوکوز بناتے ہیں۔

کلوروپلاسٹ میں موجود پگمینٹ مختلف طول موج والی روشنی کو جذب کرتے ہیں۔ان میں کلوروفل تھائلا کوائڈ جھلی پر پایا جانے والااور روشنی کو جذب کرنے والااہم مالیکیول ہے جو بیگنی یا نیلی اور سرخ روشنی کو جذب کرتا ہےاور سبز رنگ کو منعکس کردیتا ہے،اسی وجہ سے پتے ہمیں سبز نظر آتے ہیں۔ تھائلا کوائڈ جھلی میں دوسرے پگمنٹس اور الیکٹران لیجانے والے مالیکولز ایک ترتیب بناتے ہیں اس تمام ترکیب کو ضیائی نظام (Photosystem) کہا جاتا ہے۔ہر تھائلا کوائڈ پر ہزاروں کی تعداد میں ان دوضیائی نظاموں کی نقول موجود ہوتی ہیں جنہیں 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 ہوجاتا 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 (NADP) — پانی سے ($2H^+ + 2\bar{e}$) — تخفیف شدہ ($NADPH_2$)

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 ہوجاتے 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 چکر دار 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 کندہ 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۔

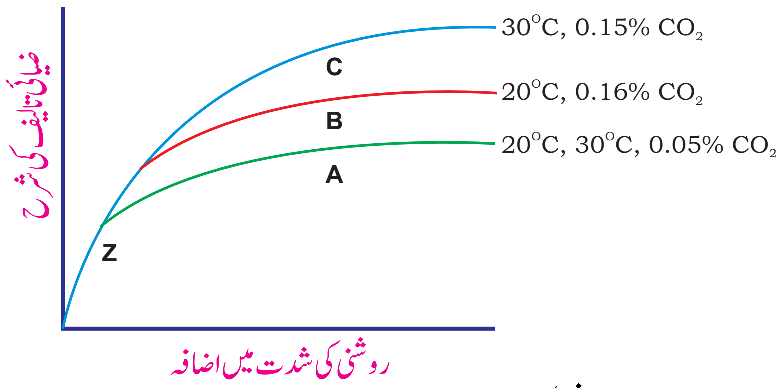
(iii) تمام تعملات کو عمل انگیز کرنے کے لیے خامرے۔

(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 اثرانداز 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 جائی 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۔

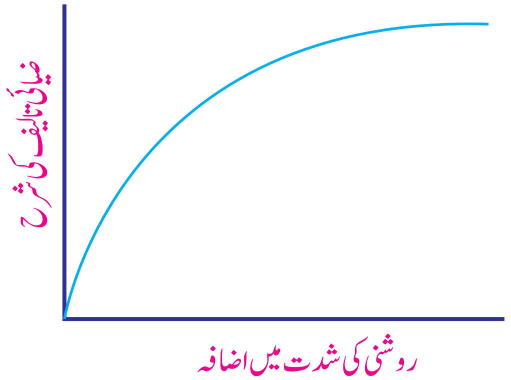
3- پانی میں ایک تھرمامیٹر لگائیں تاکہ پانی کا درجہ حرارت ناپا جاسکے اور اسے نوٹ کرتے رہیں۔ اب کمرے کی تمام لائٹیں بند کر دیں تاکہ پس منظر کی روشنی کم ہو جائے اور ایک ٹیبل لیمپ بیکر کے قریب رکھیں۔

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 ہونی 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 کر لیں۔

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 ہو گئی اور ساتھ ساتھ ضیائی تالیف کی شرح میں بھی کمی آئیگی۔

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 ہو رہا 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 ایتھاحل 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):

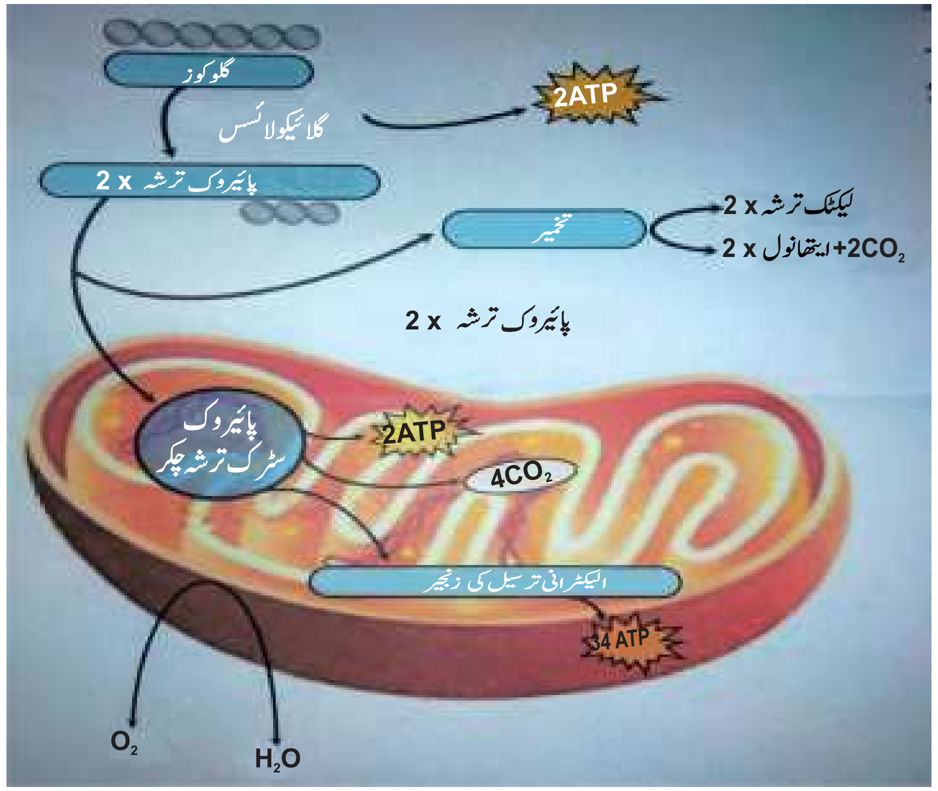
پہلا درجہ وہ ہے جہاں گلوکوز (6 کاربن والی شکر) پائیروک ترشے (Pyruvic acid) (3 کاربن والا) کے دو مالیکول میں ٹوٹ جاتا ہے، اس عمل کے دوران آکسیجن درکار نہیں ہوتی۔ یہ عمل دونوں قسم کے تنفس یعنی غیر ہوائی اور ہوائی تنفس دونوں میں انجام پاتا ہے۔ گلوکوز مالیکول کے اس طرح بکھرنے سے تھوڑی سی مقدار میں توانائی پیدا ہوتی ہے جو کہ دو ATP پیدا کرنے کے لیے کافی ہوتی ہے۔ گلائیکولائسس 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 چکر دار 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 ہو جاتے 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 ایڈینو سین 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)	عمل 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 ریکٹینٹ (Reactant) کاربن ڈائی آکسائڈ اور پانی ہیں۔	اس کے ریکٹینٹ (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 پایا 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 تھائیکلوآئڈ 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۔
- ATP کا ADP سے روشنی کی توانائی استعمال کر کے بننا فوٹوفاسفورائلیشن 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
- گلائیکولائسس جہاں گلوکوز سائٹوسول میں پائیروک ترشے میں تبدیل ہوجاتا 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 ہوجاتی ہے یہ عمل مائٹوکونڈریا کی کرسٹی پر عمل پذیر ہوتا ہے۔

متفرق 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 e 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) سٹرنی 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 دوھری 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۔