باب 7

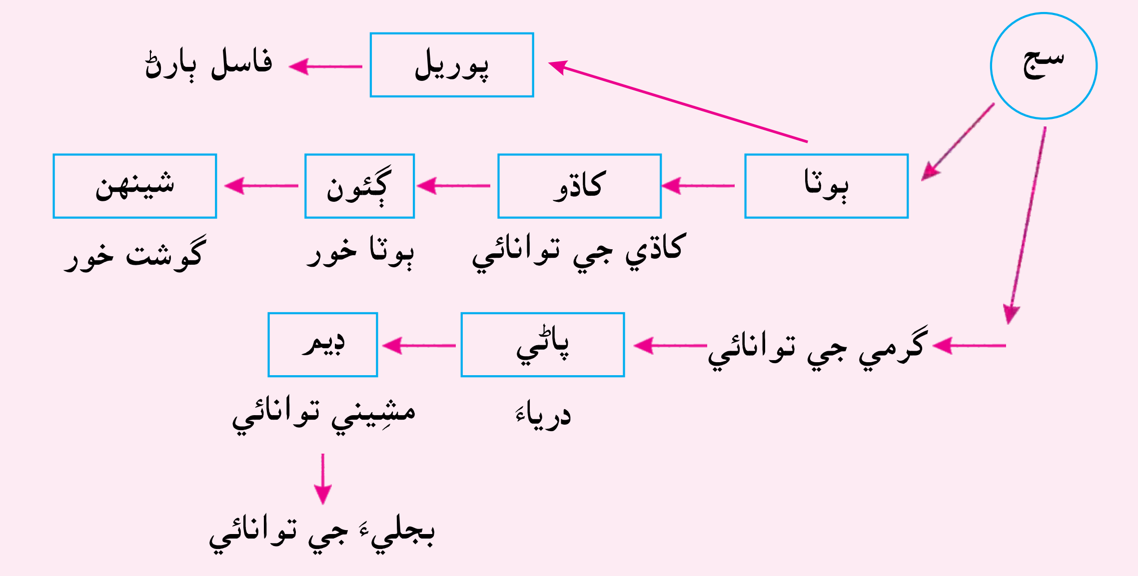
حياتياتي توانائي
(Bioenergetics)

مکيہ تصور

حياتيات جي هن حصي ۾ اوهان سکندا:

- تعارف ۽ ATP جو ڪردار
- روشنائي ترڪيب
  - مساوات جو تعارف
  - ڪلوروفل جو ڪردار ۽ روشني
  - روشنائي ترڪيب ۾ خاص جزا
- ساھ ڪڻ
  - آڪسيجن ذريعي ساھ ڪڻ ۽ بغير آڪسيجن جي ساھ ڪڻ
  - ساھ ڪڻ جو طريقو (گلائڪولائسز) دوري رد عمل جا چڪر(ڪريب سائيڪل) اليڪٽران جي منتقل ٿيڻ جي زنجير

هر هڪ مشين کي (ڪم ڪرڻ جي گنجائش) پنهنجي عملن لاءِ توانائي گهرجي. جيئن انجڻ واري گاڏي جنهن کي توانائي پيدا ڪرڻ لاءِ ٻارڻ گهرجي. موبائلن(Cell phones)کي بيٽريون هونديون آهن جيڪي توانائيءَ کي گڏ ڪري ٿ انهيءَ کي پنهنجي ڪم ڪرڻ لاءِ استعمال (Utilize) ڪنديون آهن. جاندار پڻ مشين وانگر آهن جن کي غذا ڪاڌي جي صورت ۾ توانائي گهرجي جيڪا ڪاڌي جي خاص قسم جي ماليڪيولن ۾ هوندي آهي. هتي سوال اهو ٿو پيدا ٿئي ته اها توانائي ٻارڻ ۽ ڪاڌي جي ماليڪيولن مان ڪٿان ٿي اچي؟ ڌرتيءَ تي توانائيءَ جو وسيلو صرف سج آهي. سج جي توانائي روشنيءَ جي صورت ۾ زمين تي پهچي ٿي. اها روشني جي توانائي ڪيميائي توانائيءَ ۾ جاندارن ۾ تبديل ڪري ٿي يا گرميءَ واري توانائي غير جاندارن ۾ جمع ٿئي ٿي.



مٿيون چارٽ اهو ظاهر ڪري ٿو ته توانائيءَ جي متاسنا هڪ صورت مان ٻي صورت ۾ توانائي جي بقا جي قانون مطابق ٿرموڊائنامڪس جي پهرين قاعدي مطابق ٿئي ٿي. جيڪو ٻڌائي ٿو ته توانائي کي نه پيدا ڪري سگهجي ٿو ۽ نه ئي وري فنا ڪري سگهجي ٿو، پر اها هڪ صورت مان ٻي صورت ۾ تبديل ڪري سگهجي ٿي.

جيئن اسان ڏسي سگهون ٿا ته روشني جي گرميءَ واري توانائي حرڪي توانائي ۾ تبديل ٿي ڪري پاڻيءَ کي وهائي ٿي. اها پاڻيءَ جي حرڪي توانائي کي ڊيمن ۾ مشيني توانائي ۾ تبديل ٿي ڪري ٽربائين تي پوي ٿي. اها مشيني توانائي روشنيءَ واري توانائي ۾ تبديل ٿي بلب ۽ ايل اي ڊي (LED) کي روشن ڪن ٿيون يا وري اها مشيني توانائي اسان جي پکن ۾ اچي ٿي.

ٻي صورت ۾ اها روشنيءَ جي توانائي جڏهن ٻوٽن جي سائي حصي تي پوي ٿي ته اها محفوظ ٿي ڪري ڪيميائي توانائيءَ ۾ تبديل ٿئي ٿي جيڪا ٻوٽن ۾ ڪاڌي جي توانائي لاءِ گڏ ٿئي ٿي. جڏهن ٻوٽن جا حصا جاندارن کان کاڌا وڃن ٿا ته ٻوٽن واري توانائي جاندارن ۾ منتقل ٿئي ٿي. جڏهن اهي جاندار مرڻ کان پوءِ ڌرتيءَ جي مٿين تهن ۾ وڌي دٻاءُ هيٺ پورجي وڃن ٿا ۽ لکين سالن کان پوءِ انهن جي ڪيميائي توانائي فاسل ٻارڻ (Fossil Fuel) ۾ تبديل ٿئي ٿي.

7.1 حياتياتي توانائي ۽ ATP جو ڪردار (Bioenergetics and Role of ATP)

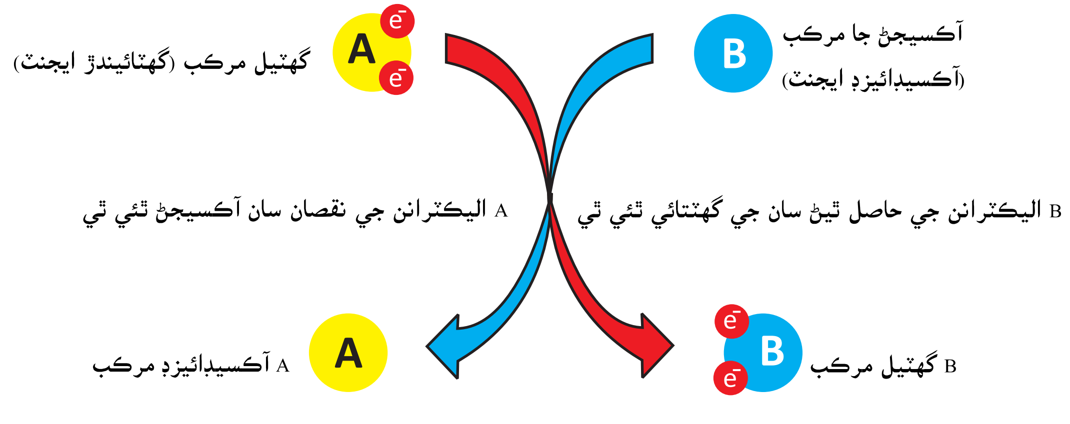
جاندارن مان آزاد توانائي جي مختلف قسمن ۾ تبديليءَ جي علم کي حياتياتي توانائي (Bioenergetics) چئبو آهي. اهو حياتيات جو هڪ حصو آهي. علم طبيعات ۽ علم ڪيميا جو واسطو ان توانائيءَ سان آهي، جيڪا ٻانڍن جي ناهڻ ۽ ٽوڙڻ ۾ ملوث آهي. جاندارن مان مليل ماليڪيولن کي حياتياتي توانائي واري علم کي بيان ڪري سگهجي ٿو. اهو علم توانائي جي ڄاڻ سان واسطو رکي ٿو، جيڪو جاندارن ۾ توانائي جي منتقليءَ سان ڏيندو آهي.

7.1.1 توانائيءَ جي منتقلي جو ڪيميائي طريقو

(Chemical process of Energy Transmission)

جاندارن ۾ توانائي اليڪٽران جي حاصل ڪرڻ يا وڃائڻ سان ڪيميائي ٻانڊن جي ٺهڻ يا ٽٽڻ دوران منتقل ٿئي ٿي، جتي اهو عمل ٿئي ٿو. اهو عمل ٻن طريقن جو آهي، جن جي آڪسيجڙ (Oxidation) ۽ عمل تخفيف (Reduction) جي نالي سان سڃاتو وڃي ٿو.

آڪسيجڙ رِدِ عمل اهي عمل آهن، جن ۾ اليڪٽران (ē) جو نقصان ٿئي ٿو ۽ پروٽان پيدا ٿئي ٿو. هي اليڪٽران ماليڪيولن مان توانائي حاصل ڪن ٿا جتان اهي ماليڪيول آزاد ٿي ڪري



شڪل 7.1 آڪسيجن ۽ تخفيفي عمل

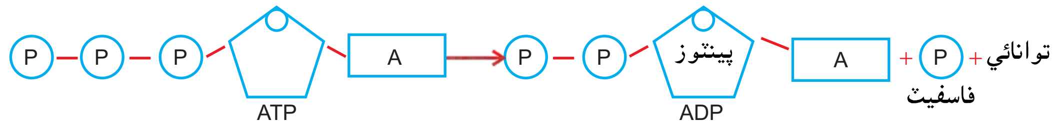
ملايا ويا هجن. مثال طور: لوهه آڪسيجن سان عمل ڪري هڪ ڪيميائي مادو ناهي ٿو جنهن کي ڪٽ (Rust) چئجي ٿو. هن رِد عمل ۾ لوهه (Fe) ڪجهه اليڪٽران (ē) وڃائي ٿو ۽ انهن کي آڪسيجن ڏانهن منتقل ڪري ٿو. هن عمل ۾ لوهه آڪسيڊائِزڊ ٿي پنهنجي توانائي آڪسيجن ڏانهن اليڪٽرانن جي ذريعي منتقل ڪري ٿو. ٻئي طرف هن ٿيندڙ رِدِ عمل کي تخفيفي رِدِ عمل (Reduction) چئبو آهي، جتي اليڪٽران (ē) جي حاصل ٿيڻ سان ۽ هئڊروجن آئن (H⁺) پيدا ٿئي ٿو. هي حاصل ڪيل اليڪٽران پڻ توانائي آڻين ٿا جيڪا انهن ۾ جمع ٿئي ٿي.

جاندارن ۾ اها آڪسيجن – تخفيفي (رِڊاڪس)(Redox) رِدِ عمل توانائيءَ کي هڪ ماليڪيول کان ٻئي ماليڪيول تائين مسلسل منتقل ڪن ٿا. هنن رِدِ عملن کان سواءِ توانائي جي منتقلي جاندارن جي سرشتي ۾ ناممڪن آهي.

جاندارن ۾ اها آڪسيجن – تخفيفي (رِڊاڪس)(Redox) رِدِ عمل توانائيءَ کي هڪ ماليڪيول کان ٻئي ماليڪيول تائين مسلسل منتقل ڪن ٿا. هنن رِدِ عملن کان سواءِ توانائي جي منتقلي جاندارن جي سرشتي ۾ ناممڪن آهي.

7.1.2 جاندارن ۾ توانائيءَ جو خزانو (Energy currency in living organism):

اسان پنهنجي گهرن ۾ بجلي جي موجودگي ۾ بئٽرين ۾ توانائي گڏ ڪندا آهيون يا جڏهن سج واري توانائيءَ سولر پليٽس (Solar Plates) جي ذريعي حاصل ڪندا آهيون. هيءَ گڏ ٿيل بئٽرين جي توانائي بجليءَ جي بند ٿيڻ وقت يا لوڊ شيڊنگ (Load shadding) جي دوران استعمال ڪندا آهيون. جاندارن ۾ پڻ توانائي کي گڏ ڪرڻ جو ساڳيو نمونو هوندو آهي. هي توانائيءَ جي هڪ خاص قسم جو ماليڪيول ائڊينوسائن ٽراءِ فاسفيٽ (ATP) آهي. جاندارن مان توانائي آڪسيجڻ رِدِ عمل دوران نيڪال ٿيندي آهي، جيڪا ماليڪيول استعمال ڪندا آهن جن کي ائڊينوسائن ڊاءِ فاسفيٽ اي ڊي پي (ADP) چئجي ٿو ۽ فاسفيٽ سان بانڊ ناهي ٿو. نتيجي ۾ ADP تبديل ٿي ڪري ATP ٿئي ٿو جنهن ڪري آڪسيجڻ واري توانائي ATP ۾ گڏ ٿئي ٿي.



گڏ ٿيل توانائيءَ جو ملهه 7.3kjal mole آهي اها گڏ ٿيل توانائي ATP ۾ جاندارن کي ڪنهن به قسم جي ڪم ڪرڻ ۾ استعمال ٿيندي آهي. مثال طور: ماليڪيولن جي گهاٽائيءَ لاءِ مخالفت ۾ منتقلي. هاڻي توانائي ATP ماليڪيولن جي ٽٽڻ سان آزاد ٿئي ٿي.

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

تنهن ڪري ATP جو نهڻ توانائي کڻڻ واري (Endergonic) آهي ۽ ATP جي ٽٽڻ وارو طريقو توانائي خارج ڪرڻ وارو (Exergonic) آهي.

7.2 روشنائي ترڪيب (Photosynthesis)

فوٽو سائنٿيسز (روشنائي ترڪيب) هڪ بنيادي طريقوآهي، جنهن ۾ نامياتي ماليڪيول ۽ آڪسيجن جا سڀئي حياتي ماليڪيول ۽ جاندارن لاءِ ٺهن ٿا. هي طريقو سائي مادي (ڪلوروفل) وارن جاندارن جهڙوڪ: ٻوٽا، الجي، ڪجهه پروٽوزوئنس ۽ ڪجهه بئڪٽيريا جي ڪري ٿئي ٿو. لفظ فوٽو (Photo) معنيٰ روشني ۽ سائنٿيسز (Synthesis) معنيٰ تيار ڪرڻ.

ٻوٽا، ساڌا غير نامياتي ماليڪيول ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ (CO_2) ۽ پاڻي (H_2O) استعمال ۾ آڻين ٿا جيڪي رنگن کي روشنيءَ جي توانائي ۾ استعمال ڪري سائي مادي (Chlorophyll) جي موجودگيءَ ۾ گلوڪوس ۽ آڪسيجن ناهين ٿا.

مساوات:

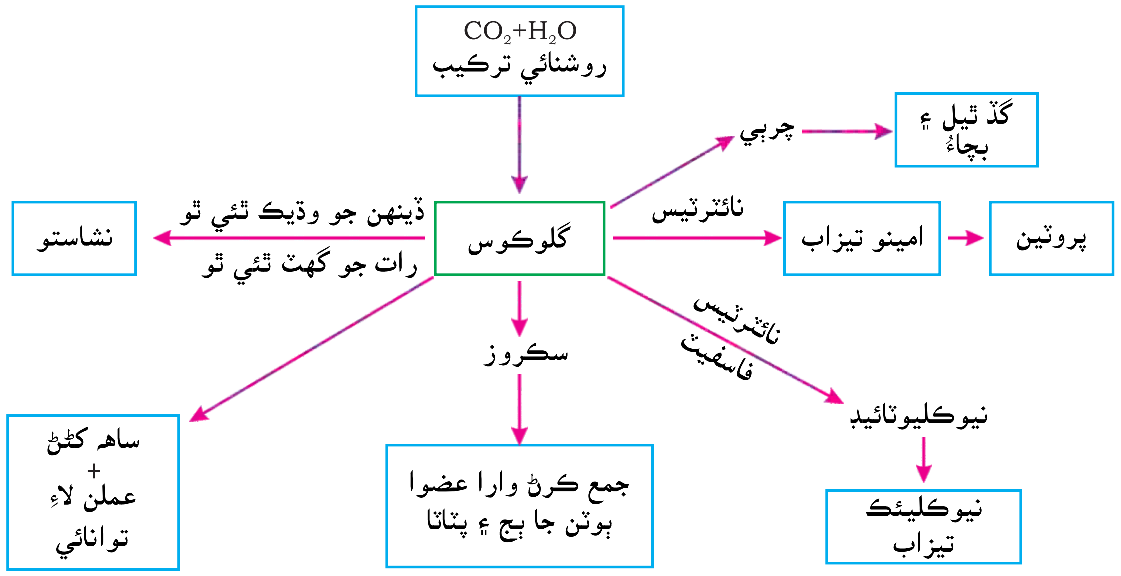
$$\text{ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ} + \text{پاڻي} \xrightarrow[\text{سائو مادو}]{\text{روشني}} \text{گلوڪوس} + \text{آڪسيجن}$$

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

ڪلوروفل هڪ سائو مادو آهي، جيڪو ٻوٽي جي جيوگهرڙي جي ڪلوروپلاسٽ ۾ ملي ٿو ۽ اهو صرف عام روشنيءَ کي حاصل ڪري ٿو. تنهن ڪري هي هڪ رِدِ عمل ڪار نہ آهي پر رِدِ عمل کي ڪرڻ لاءِ گهربل توانائي جذب ڪري ٿو. ٻين لفظن ۾ فوٽوسائنٿيسز روشنيءَ جي توانائيءَ کي ڪيميائي توانائيءَ ۾ تبديل ڪري ٿو. روشنائي ترڪيب دوران بنيادي ماليڪيول ساڌي کنڊ ناهين ٿا. جيئن گلوڪوس. گلوڪوس گهڻن ئي ٻوٽن ۾ پچ ڊاهه ۾ استعمال ٿي ڪري نشاشتو (استارچ) ۽ ٻين پالي سئڪارائيڊس وانگر ثانوي پيداوار ناهي ٿو.

ٻوٽا ڪاربوهائيڊريٽس، چربي، پروٽين ۽ ٻيا ڪيميائي مادا جهڙوڪ نيوڪليڪ تيزاب (Nucleic acid) استعمال ڪن ٿا.

گلوڪوس پڻ ساهه کڻڻ ۾ رِدِ عمل طور استعمال ٿئي ٿو ۽ توانائي کي جاندارن جي پچ ڊاهه جي عمل لاءِ ناهي ٿي.



مختلف قسمن جي حياتي مڪمل طور روشنائي ترڪيب تي ڀاڙي ٿي:

(Different forms of life completely depends on photosynthesis):

ٻوٽا نہ صرف زندھ جانورن وانگر جيڪي روشنائي ترڪيب تي ڀاڙين ٿا پر گهڻ غذا کائو جانور (Heterotrophs) بہ آهن جيڪي پڻ فوٽوٽرافس (Phototrophs) تي ڀاڙين ٿا. هي زندھ جانور فوٽوٽرافس جا ماليڪيول کاڌي جي ماليڪيولن وانگر استعمال ڪن ٿا.

جيڪڏهن ڪو جانور ٻوٽا خور آهي تہ اهو سڌو سنئون ٻوٽن تي پلجي ٿو. جيڪڏهن ڪو جانور گوشت خور آهي تہ اهو انهن جانورن تي ڀاڙي ٿو، جيڪي ٻوٽن تي پلجن ٿا. هي پلجڻ جون ترتيبون ۽ واسطن کي کاڌي جي زنجير (Food chain) چيو وڃي ٿو. ٻي طرف فوٽوسائنٿيسز صرف هڪ طريقو آهي جيڪو پاڻيءَ کي ٽوڙڻ سان آزاد آڪسيجن ڪاربان ڊائي آڪسائيڊ پيدا ڪري ٿو. هيءَ آڪسيجن سڀني جاندارن جي ساهہ کڻڻ لاءِ استعمال ٿئي ٿي تہ جيئن توانائي پيچ ڊاهہ لاءِ تيار ٿئي. آڪسيجن کان سواءِ جاندار جيئرا نہ رهي سگهندا. فوٽوسائينٿيسز جي ڪري ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ ۽ آڪسيجن جو مقدار ڪائنات ۾ ٻوٽن جي ڪري برقرار رهي ٿو. فوٽوسائنٿيسز جي دوران ٻوٽا ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ کي حاصل ڪن ٿا ۽ آڪسيجن کي ماحول ۾ ڇڏين ٿا.

ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ ۾ سج جي گرمي کي جذب ڪرڻ جي خاصيت آهي. جيڪڏهن ان جو مقدار ماحول ۾ وڌندو تہ ماحولياتي گرميءَ جو درجو ڌرتيءَ تي وڌندو، جنهن کي دنيائي گرمائش (Global Warming) چئبو آهي. فوٽو سائنٿيسز ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ جي مقدار کي ماحول ۾ برقرار رکي ٿو جيڪو اڻ سڌيءَ طرح ڪاربان ڊائي آڪسائيڊ جي گهاٽائيءَ کي برقرار رکي ٿو تہ جيئن ڌرتيءَ تي گرميءَ جو درجو برقرار رهي سگهي.

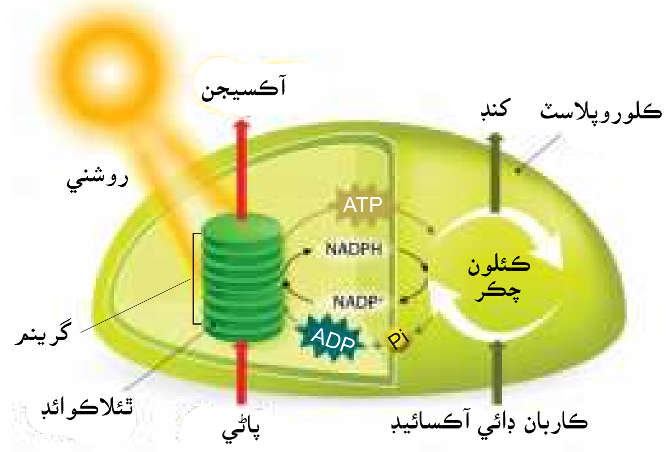
7.2.1 ڪلوروپلاسٽ هڪ روشني روڪيندڙ ۽ جمع ڪرڻ جو عضوڙو

(Chloroplast as light Trapping and storage organelle)

الجي ۽ ٻوٽن جي ساون حصن ۾ خاص جيوگهرڙا آهن جن ۾ خاص قسمن جا عضوڙا هوندا آهن جن کي ڪلوروپلاسٽ چئجي ٿو. ڪلوروپلاسٽ ٻٽي جهليءَ وارو ڳنڍيل عضوڙو آهي جنهن ۾ نيم پاٽيٿ پروٽين هڪ وسيلو (Medium) ٿئي ٿو، جنهن کي اسٽروما (Stroma) چئجي ٿو. هن ۾ هڪ جهلين جو مضبوط ڄار پڻ ٿئي ٿو جنهن کي ٿئلاڪوآئڊ (Thylakoid) جهلي چئجي ٿو. ڪن هنڌن تي هي ٿئلاڪوآئڊ هڪ ڍڳ ۾ هڪ ٻئي سان ٿنين وانگر ڪوڙيل هوندا آهن جن کي گرانا (Grana) واحد گرئينم (Geranium) چئجي ٿو. فوٽو سائنٿيسز جو رد عمل ايترو سولو نہ آهي جيترو ڏسڻ ۾ اچي ٿو، ان ۾ لا تعداد ڪيميائي رد عمل شامل آهن جيڪي انزئيمس جي تعداد سان بغير ڦيري يا ڦيري جي رستي ۾ عمل انگيز ٿين ٿا.

ڪلوروپلاسٽ ۾ هر هڪ ردِ عمل مختلف جڳهن تي ٿئي ٿو. مثلاً :

(1) ردِ عمل جنهن ۾ روشنيءَ واري توانائي ڪيميائي توانائي ۾ تبديل ٿي ڪري ATP ۽ $NADPH_2$ ۾ جمع ٿئي ٿي. هي تبديلي ٿئلاڪوآئڊ جهليءَ ۾ ٿئي ٿي جتي شمسي توانائي رنگن سان جهلجي ٿي جيڪي هارويسٽنگ ڪامپليڪس ۾ ٿئلاڪوآئڊ جهلي وٽ واقع آهن. فوٽوسائنٿيسز جو هي مرحلو روشنيءَ تي ڀاڙيندڙ ردِ عمل سڏائي ٿو. اهو غير چڪر يا ڦيري وارو عمل آهي ۽ پاڻيءَ جي ماليڪيولن جي ٽٽڻ سان ڳنڍيل هوندو آهي. فوٽولائسز (Photolysis) ٿئلاڪوآئڊ جهليءَ وٽ ٿئي ٿي.



شڪل 7.2 فوٽو سائنٿيسز: ڪلوروپلاسٽ ۾ روشنيءَ تي ڀاڙيندڙ ۽ روشنيءَ تي اڻ ڀاڙيندڙ مرحلو

(2) اهڙو ردِ عمل جنهن ۾ شمسي توانائي حاصل ڪيل گلوڪوس ڏانهن ATP ۽ $NADPH_2$ ڪان منتقل ٿئي. اهو هڪ چڪر واري انداز ۾ اسٽروما (Stroma) ۾ ٿئي ٿو. هن مرحلي دوران وايومنڊل ۾ ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ جي بيهڪ نامياتي ماليڪيولن نهڻ لاءِ پڻ ٿئي ٿي.

7.2.2 فوٽو سائنٽيسز جا ٻہ مرحلا (Two phases of photosynthesis):

فوٽو سائنٽيسز جو طريقو خاص ڪري ٻن مرحلن يا ردعملن ۾ ورهائجي ٿو.

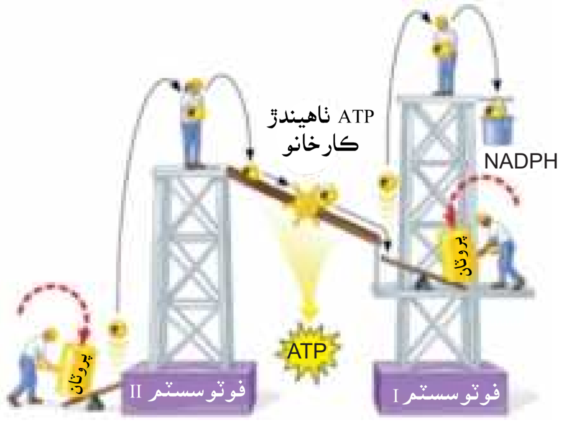
-1 روشنيءَ وارورد عمل يا روشني تي پاڙيندڙ ردعمل

-2 اونداهو ردعمل يا روشنيءَ تي اڻ پاڙيندڙ رد عمل

-1 روشني وارو رد عمل يا روشني تي پاڙيندڙ ردعمل (Light reaction or light dependent reaction)

اصطلاح ردِ عمل يا روشنيءَ تي پاڙيندڙ ردِ عمل ان سبب جي ڪري استعمال ڪجي ٿو جنهن ۾ فوٽوسائنٽيسز جي هن مرحلي ۾ روشنيءَ جي توانائي روڪي ڪري ان کي ڪيميائي توانائي ۾ مٽائي سگهجي ٿو.

ڪجهہ روشني پاڻيءَ کي آڪسيجن ۽ هائڊروجن ۾ اليڪٽران توڙڻ ۾ استعمال ٿئي ٿي. اهڙيءَ طرح پاڻي جي ٽٽڻ کي فوٽولائسز چئبو آهي. آڪسيجن جيڪا فوٽولائسز جي دوران نهي ٿي ۽ ماحول ۾ داخل ٿئي ٿي، جتي هائڊروجن آئن (H^+) ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ سان گڏ گلوڪوس جي ناهڻ ۾ استعمال ٿين ٿا. ڪلوروپلاسٽ ۾ مختلف رنگ مختلف طريقي سان ڏيگهہ جي روشني جذب ڪن ٿا. انهن ۾ سائو مادو(Chlorophyll) مکيہ روشنيءَ کي جهلڻ وارا ماليڪيول ٿئلاڪوآئڊ جهليءَ ۾ جيڪي واڱڻائي، بلو ۽ ڳاڙهي روشنيءَ کي جذب ڪن ٿا پر سائي روشنيءَ کي موٽائين



شڪل 7.3 روشني جي رِد عمل جي اسڪيم

ٿا، تنهن ڪري اهو سائو نظر اچي ٿو. ٿائلاڪوآئڊ جهليءَ ۾ ٻيا رنگ ۽ اليڪٽران ڍوئيندڙ (Carrier) ماليڪيول تمام سني نموني سان قطار ۾ هڪ ترتيب ناهين ٿا جن کي فوٽوسسٽم (Photosystem) چئجي ٿو. هر هڪ ٿائلاڪوآئڊ ۾ ٻن مختلف قسمن جي فوٽوسسٽم جون هزارين ڪاپيون نهن ٿيون، جيڪي فوٽوسسٽم I ۽ II تي مشتمل هونديون آهن.

هر هڪ فوٽو سسٽم ٻن مکيہ حصن تي مشتمل هوندو آهي، روشني جو لڙندڙ (Light Harvesting complex) ۽ اليڪٽران ڪڻندڙ سرشتو (Electron transport system)

روشنيءَ جي توانائيءَ جي تبديلي ان وقت ٿئي ٿي جڏهن ڪلوروفل جي ردِ عمل ۾ مرڪز کي توانائي پهچي ٿي. ڪلوروفل "a" جي اليڪٽرانن مان ڪوبہ هڪ اليڪٽران ماليڪيول کي ڇڏي ڪري اليڪٽران آمدرفت جي سرشتي ۾ ٽپو ڏئي ٿو. هي طاقت وارو اليڪٽران هڪ ڪڻندڙ اليڪٽران (e^-) ڪان ٻئي ڏانهن چرپر ڪري ٿو. اليڪٽران جڏهن هيٺ اچن ٿا تہ اهي توانائي خارج ڪن ٿا. اهي توانائيءَ جي ردِ عمل کي هلائين ٿا ۽ ٻيا توانائيءَ سان قيمتي مرڪب مهيا ڪن ٿا، جيڪي هي آهن:

(i) ايڊينوسائن ٽراءِ فاسفيٽ (ATP)

(ii) ربيوسڊ نڪوٽينا مائيڊ ايڊينو سائن ڊاءِ نيوڪليوٽائيڊ فاسفيٽ ($NADPH_2$)

ADP هڪ اهڙو مرڪب آهي جيڪو اڳيئي جيوگهرڙي ۾ موجود آهي. اهو فاسفيٽ سان گڏجي ڪري فوٽان ۽ ATP جي توانائيءَ کي ڇڏين ٿا، جڏهن اهي ڪڻندڙ اليڪٽرانن ($\bar{e}$) کي فوٽوسسٽم ترڪيب ۾ منتقل ڪري ۽ ان کي استعمال ڪري ٿو.

$$ADP + P \xrightarrow[\text{منجهيل خمير}]{\text{روشني جي توانائي}} ATP$$

NADP پڻ ڪلوروپلاسٽ ۾ موجود هوندي آهي، جيڪا گهٽجي ڪري $NADPH_2$ ۾ هائڊروجن آئن(H^+)حاصل ڪن ٿا جيڪي پاڻيءَ جي ڦهلجڻ سان خارج ٿين ٿا.

$$\underset{\text{جيوگهرڙو}}{NADP} + \underset{\text{پاڻيءَ مان}}{2H^+ + 2\bar{e}} \longrightarrow \underset{\text{گهٽ ٿيل}}{NADPH_2}$$

ATP ۽ $NADPH_2$ توانائي سان ڀريل مرڪب آهن جيڪي توانائي، هائڊروجن پروٽان (H^+) ۽ اليڪٽران ($\bar{e}$) فضا ۾ CO_2 جي متاستا لاءِ ڪاربوهائيڊريٽس جيڪا ڪلوروپلاسٽ ۾ روشني تي اڻ پاڙيندڙ مرحلي ۾ روشنائي ترڪيب مهيا ڪن ٿا.

2- اونداهو عمل يا روشني تي اڻ ڀاڙيندڙ رد عمل
(Dark reaction or independent light reaction)

اونداهو عمل (Dark reaction) ڪي فوٽان جي توانائي جي گهرج نہ ٿي ٿئي. فوٽوسائينٿيسز جي هن مرحلي کي فوٽان جي توانائي جي گهرج نہ آهي پر ساڳئي وقت اهو ڏينهن جي وقت روشنيءَ جي ردِ عمل سان ٿئي ٿو.

ATP ۽ NADPH₂ جي ترڪيب سازي روشني ڀاڙيندڙ ردِ عمل دوران اسٽروما ۾ حل ٿين ٿا. اهي ترڪيب سازيءَ کي طاقت ڏيڻ لاءِ توانائي فراهم ڪن ٿا. ترڪيب سازي گلوڪوس، ڪاربان ڊائي آڪسائيڊ ۽ پاڻي يعني هائڊروجن آئن (H^+) ۽ پاڻي جو اليڪٽران (ē) ۾ ٿئي ٿي. هي مرحلو روشني تي نہ ٿو ڀاڙي جيستائين ATP ۽ NADPH₂ موجود آهن.

فوٽوسائنٿيسز جو هي مرحلو ڦيري وارو مرحلو آهي. هي ردِ عمل جي سيٽ ۾ ٿئي ٿو، جنهن کي پڻ ڪيلون – بينسن سائيڪل (Calvin – Benson cycle) چئبو آهي. جيڪو سندس ڪوجنا ڪندڙ جي ڪري آهي يا تہ C_3 (ٽي ڪاربان تي مشتمل مرڪب نهن ٿا) جو ڦيرو.

C_3 ڦيري کي هينيان عمل گهرج ۾ هوندا آهن.

(1) ڪاربان ڊائي آڪسائيڊ - عام طور اها هوا مان اچي ٿي ۽ ڪجھ ساھ کڻڻ مان پڻ اچي ٿي.

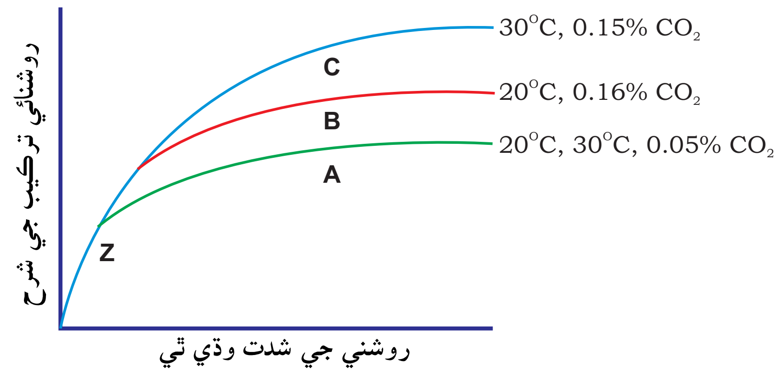
(2) ڪاربان ڊائي آڪسائيڊ گهٽائيندڙ ڪنڊ - پيپٽوز ڪنڊ

(3) انزائيمس جيڪي سيني ردِ عمل کي عامل ڪاري ڪن.

(4) توانائي ATP ۽ NADPH₂ روشني ڀاڙيندڙ ردِ عمل مان ملي ٿي.

7.2.3 محدود جزو (Limiting Factor):

حياتياتي ڪيميائي ردِ عمل ڪن جزن تي منحصر ٿئي ٿو، جيڪي ردِ عمل جي شرح تي اثر ڪن ٿا جن کي محدود جزو(Limiting factor) چئبو آهي. مثال طور گهٽ روشني تي روشنائي ترڪيب جي شدت جي شرح مسلسل وڌي ٿي پر وڌيڪ روشنيءَ ۾ ان جي شدت جي شرح مستقل ٿئي ٿي.



روشنيءَ جي شدت، ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ جي گهاٽائي ۽ گرميءَ جو درجو، اهي سڀئي روشنائي ترڪيب لاءِ محدود جزا ٿي سگهن ٿا.

محدود جزي کي گراف وسيلي اڳين صفحي تي ڏيکاريو ويو آهي.

A– گراف تي Z نقطي وٽ روشني جي شدت محدود جزو آهي.

B– جيڪڏهن روشنيءَ جي شدت چڱي روشني ۽ وچٿري گرميءَ جي درجي تي وڌي تہ ڪاربان ڊائي آڪسائيڊ جي گهاٽائي هوا ۾ محدود جزو ٿيندي. اها چڱيءَ طرح مشاهدو ڪيو ويو آهي تہ جيڪڏهن ساڳيو ٻوٽو گهٽي ڪاربان ڊائي آڪسائيڊ واري هوا ۾ رکجي تہ پوءِ فوٽوسائنٿيسز جي شرح وڌي ويندي. جيڪڏهن روشنيءَ جي شدت گهٽي هجي ۽ ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ جي گهاٽائي بہ وڌيڪ هجي تہ پوءِ گرميءَ جو درجو محدود جزو ٿيندو. پر گرميءَ جو درجو تمام وڌيڪ نہ هئڻ گهرجي، ٻي صورت ۾ انزائيميس پنهنجي خاصيت مٽائي ڇڏيندا.

سرگرمي: روشنائي ترڪيب جي شرح تي روشنيءَ جي شدت جو اثر ڳوليو:

گهربل سامان:

- وڏو پاڻيءَ جو بيڪر
- ٿهڪندڙ ٽيوب
- گهوڙيءَ ۽ ڪاغذ جي ڪلپ
- تازي پاڻيءَ جي ٻوٽو هائڊريلا
- اسڪيل پٽي
- اسٽاپ واچ
- ٿرماميٽر
- بتي

طريقي ڪار:

(1) هائڊريلا ٻوٽي جو هڪ تازو ٽڪرو ڪٽو. ڪيس ٿهڪندڙ پاڻيءَ جي ٽيوب ۾ اهڙيءَ طرح وجهو جو سندس مٿيون پاسو هيٺ ٿئي.

(2) ٽيوب کي ڪُنڍي سان جهلي ڪيس پاڻيءَ جي بيڪر ۾ اپو رکو. هاڻي پڪ ڪريو تہ ٻوٽو روشنيءَ جي وسيلي سان عمودي آهي. پاڻيءَ جي بيڪر کي مستقل گرميءَ جو درجو برقرار هئڻ گهرجي.

(3) پاڻيءَ جي گرميءَ جي درجي کي ماپڻ لاءِ ٿرماميٽر استعمال ڪريو. ڪمري جي پوين ايندڙ روشنيءَ کي گهٽائڻ لاءِ ڪمري جي روشني بند ڪريو ۽ بتيءَ کي بيڪر جي ويجهو رکو.

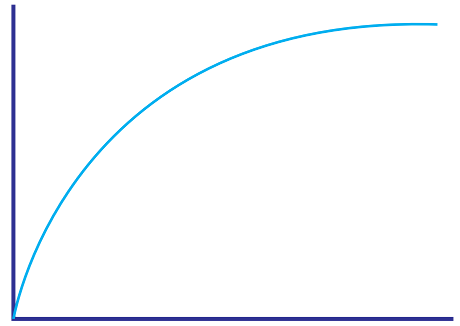
(4) ڪجھ وقت لاءِ ٻوٽي جو مشاهدو ڪريو، اوهان ڏسندو تہ ٻوٽي جي ڪيپل چيزي مان ٻڙ ٻڙا ٻاهر نڪرندي نظر اچن ٿا. جيڪڏهن ٻڙ ٻڙا ٻاهر نڪرندي نظر اچن تہ تجربي کي تازي ٻوٽي جي ٽڪر سان ٻيهر ورجايو. ٻڙ ٻڙن جي تعداد کي هڪ منٽ ۾ ڳڻيو. جيڪڏهن

ٻڙٻڙن جي شرح ڳڻڻ کان تمام تيز هجي ته ٻتي کي بيڪر کان هٽايو، جيستائين ٻڙ ٻڙن جي شرح ڳڻڻ جوڳي ٿئي.

(5) ڳڻڻ جي عمل کي تيستائين ورجايو جڏهن اوهان کي پڪ ٿئي ته شرح مستقل آهي. ٻڙ ٻڙن جي شرح ۽ ٻوٽي کان ٻتيءَ جي مفاصلي کي ڪاپي ۾ درج ڪريو.

(6) ٻتيءَ جو مفاصلو ٻوٽي کان تبديل ڪريو ۽ وڌيڪ ٻڙ ٻڙن جي شرح جي ماپ هر هڪ مفاصلي تي ماپيو.

(7) ٻوٽي کان مختلف مفاصلي جي ڳاڻاٽي کي بار بار ورجايو. سموري تجربي دوران پاڻيءَ جي گرميءَ جي درجي کي مستقل رکو.



سمجهو ته ٻڙ ٻڙن نڪرڻ جي شرح فوٽوسائنٿيسز جي شرح جي ماپ آهي. اهو نتيجو ڪڍيو ويو ته فوٽوسائنٿيسز جي شرح روشنيءَ جي گهٽ شدت تي گهٽ ٿئي ٿي. جيئن ئي ٻتيءَ کي ٻوٽي کان پري ڪيو ويو ته مٿان ڪرندڙ روشنيءَ جي شدت پڻ گهٽجي ويئي.

7.3 ساهه کڻڻ (Respiration):

جيو گهرڙي کي حياتيءَ جي سڀني عمل ڪرڻ لاءِ توانائيءَ جي ضرورت پوي ٿي. هن توانائي جو وسيلو ٻوٽن ۾ فوٽوسائنٿيسز جا پيداوار آهن. جيوگهرڙا ماليڪيولن کي ٽوڙي پنهنجي ڪيميائي توانائي نيڪال ڪن ٿا. توانائيءَ کي نيڪال ڪرڻ لاءِ کاڌي جي ٽوڙ واري عمل کي ساهه کڻڻ چئبو آهي.

اڪثر ڪري جيوگهرڙا کاڌي جي آڪسائيڊ ٿاهڻ لاءِ آڪسيجن استعمال ڪن ٿا، نتيجي ۾ CO_2 ۽ پاڻي بيڪار پيداوار ٿين ٿا. مکيه آڪسيڊائيزڊ کاڌو کنڊ آهي يعني گلوڪوس. مجموعي طور تي ڪيميائي رد عمل جي مساوات آهي.

$$\text{گلوڪوس} + \text{آڪسيجن} \longrightarrow \text{ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ} + \text{پاڻي} + \text{توانائي}$$

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

مٿين مساوات ڏيکاري ٿي ته گلوڪوس جو هڪڙو ماليڪيول آڪسيجن جي ڇهن ماليڪيولن سان عمل ڪري ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ جا 6 ماليڪيول ۽ پاڻي جا به 6 ماليڪيول ناهي ٿو. مکيه پيداوار توانائي آهي جيڪا گهٽ توانائيءَ جي ماليڪيول سان نهي ٿي، جنهن کي ATP جا ماليڪيول چئجي ٿو.

اهو عام طرح سان مڃيو وڃي ٿو ته ساهه کڻڻ ۽ ساهه کڻڻ جو عمل ساڳيا آهن. پر حقيقت ۾ اهي مختلف آهن جيتوڻيڪ اهي ڳنڍيل آهن. جيئن اسان مٿي بيان ڪري آيا آهيون ته ساهه کڻڻ هڪ ڪيميائي رِدِ عمل آهن جيڪو جيوگهرڙن ۾ کاڌي مان توانائي حاصل ڪري ٿو. جڏهن ته ساهه کڻڻ جو عمل هوا جي چرپر کي جاندارن ۾ اندر ۽ ٻاهر آڪسيجن ۽ ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ کي پهچائي ٿو. اسان هڪ ٻيو اصطلاح ساهه کڻڻ لاءِ استعمال ڪريون ٿا جنهن کي هوا ڏيڻ (Ventilation) چئبو آهي. ساهه کڻڻ جو عمل گئسن جي مٽا سٽا جي طريقي کي جيوگهرڙن جي متاچري ۾ اوجن ۾ اجازت ڏئي ٿو. تنهن ڪري اصطلاح "بريٿنگ" گئسن جي مٽا سٽا ۽ ساهه کڻڻ هڪ ٻئي کان ٻه مختلف قسم آهن، پر هڪ ٻئي سان ضروري توانائيءَ جي لاءِ جيوگهرڙائي حد تائين ڳنڍيل آهن.

7.3.1 ساهه کڻڻ جا طريقا (Types of Respiration):

جاندارن ۾ توانائي جي پيداوار لاءِ ساهه کڻڻ جا ٻه طريقا آهن.

(i) آڪسيجن جي بغير ساهه کڻڻ (Anaerobic respiration)

(ii) آڪسيجن ذريعي ساهه کڻڻ (Aerobic respiration)

(i) آڪسيجن جي بغير ساهه کڻڻ (Anaerobic respiration):

هي ساهه کڻڻ جو قديم طريقو آهي جيڪو آڪسيجن جي غير موجودگي يا آڪسيجن کان سواءِ ٿئي ٿو ۽ ڪيس آڪسيجن کانسواءِ ساهه کڻڻ جو عمل يا خميرجڻ چيو وڃي ٿو. هتي ڪي خاص حالتون آهن جتي آڪسيجن موجود نه آهي، تنهنڪري جاندار پنهنجو پاڻ کي پنهنجي کاڌي ٽوڙڻ لاءِ آڪسيجن کان سواءِ اختيار ڪن ٿا، جنهن کي آڪسيجن کان سواءِ ساهه کڻڻ جو عمل يا خميرجڻ چئجي ٿو. اهو ڪن بيڪٽيريا، فنجائي، اندريان مفت خور ۽ ڪڏهن ڪڏهن جانورن ۾ ٿئي ٿو.

آڪسيجن کان بغير ساهه کڻڻ دوران گلوڪوس مڪمل طرح تيار نه ٿو ٿئي، تنهن ڪري گهٽ توانائي 5% کان 10% آڪسيجن کان سواءِ ساهه کڻڻ جو عمل نيڪال ٿئي ٿو. پر اهو پنهنجي حياتيءَ کي آڪسيجن جي موجودگيءَ کان سواءِ بچائي ٿو. اهو ان وقت ڏرتيءَ تي وجود ۾ آيو جڏهن ڌرتيءَ تي آڪسيجن ڪونه هئي. آڪسيجن کان بغير ساهه کڻڻ جي عمل جا ٻه قسم آهن.

الڪوحل واري خميرڪاري (Alcoholic Fermentation):

بئڪٽيريا ۽ فنجائي هوا ۾ ساهه کڻن ٿا پر جڏهن اهي جاندار آڪسيجن کان محروم ٿي وڃن ٿا ته اهي هوا ۾ ساهه کڻڻ بند ڪن ٿا ۽ ساهه کڻڻ جو عمل ان جي بدران آڪسيجن جي بغير ساهه کڻڻ واري عمل سان ڪن ٿا. هن غير هوائي ساهه کڻڻ جي عمل دوران اهي ايٿائيل الڪوحل ۽ CO_2 مهيا ڪن ٿا.

ڪجهه توانائي + ڪاربان ڊائي آڪسائيڊ + ايٿينال → گلوڪوس

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

تيزابي خميرڪاري (Acidic Fermentation)

جانورن ڪي جڏهن هوا ۾ ساهه کڻڻ لاءِ گهربل توانائي ڪافي نه هوندي آهي ته هو آڪسيجن جي بغير ساهه کڻڻ شروع ڪندا آهن. هن عمل دوران گلوڪوس هڪ مادي ۾ تبديل ٿئي ٿو جنهن کي لئڪٽڪ تيزاب (Lactic acid) چئبو آهي.

ڪجهه توانائي + لئڪٽڪ تيزاب → گلوڪوس

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

توانائي جو گهربل مقدار هوا ۾ ساهه کڻڻ جي عمل سان نهي ٿو پر اهو ايٿيليٽس (رانديگر) جي مشڪن کي ٿوڙي طاقت ڏيڻ لاءِ ڪافي آهي. لئڪٽڪ تيزاب ايٿيليٽس جي مشڪن ۾ رت جي دوري کي جلدي سور ٿيڻ وقت پختو ڪن ٿا، جنهن کي مشڪن جو ٿڪجڻ چئجي ٿو.

آڪسيجن بغير ساهه کڻڻ جي اهميت (Importance of anaerobic respiration):

جيئن ته اڳ ۾ اسان بحث ڪري چڪا آهيون ته هوا ۾ ساهه کڻڻ وقت توانائيءَ جو بندوبست هنگامي حالتن ۾ ٿيندو آهي جنهن جو اهو فائدو آهي ته جاندار آڪسيجن کان سواءِ زنده رهي سگهن ٿا يا ٿوري وقت لاءِ ساڳي طاقت سان ڪم ڪري سگهن ٿا. بغير آڪسيجن جي ساهه کڻڻ جي ٻي پيداوار تيزاب آهن. انگوري سرڪا (Vinegars) پڻ نامياتي تيزاب آهن جيڪي ڪاروبار لاءِ تيزابي جوڙجڪ تحت تيار ڪيا وڃن ٿا.

بغير آڪسيجن جي ساهه کڻڻ پڻ ايٿائيل الڪوحل تيار ڪري ٿو. هي طريقو ڪاروباري طور تي استعمال ڪبو آهي. الڪوحل واري پيداوار جهڙوڪ بيئر(Beer)، شراب (Wines) ۽ ٻيون مشروبات ناهڻ لاءِ استعمال ٿئي ٿو.

ڪاڏي پچائڻ وارا ڪارخانا پڻ ان بنياد تي هوندا آهن ڇاڪاڻ ته بغير آڪسيجن جي ساهه کڻڻ وقت پڻ ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ نهي ٿي، جيڪا ڪيڪن ۽ ڊبل روٽي کي لچڪدار ۽ نرم شڪل ڏئي ٿي ۽ پڻ نشاستي کي سادي کنڊ ۾ ٽوڙي ٿي جنهن سان ڊبل روٽي ۽ پيزا لاءِ نشاستي جي خميرڪاري ڪري ٿي.

(ii) آڪسيجن ذريعي ساهه کڻڻ (Aerobic respiration):

ساهه کڻڻ جو اهڙو قسم جنهن ۾ آڪسيجن جي موجودگي ۾ ڪاڏي پيئڻ ۾ توانائي ناهڻ لاءِ ٿئي ٿو. هي ساهه کڻڻ جو اهڙو طريقو آهي جيڪو جاندارن جي گهڻائيءَ ۾ ملي ٿو. اهو آزاد آڪسيجن جي موجودگيءَ ۾ ٿئي ٿو، آڪسيجن ڪاڏي سان ملي ۽ توانائي جو وڏ ۾ وڏ مقدار يعني 2827kj/mole گلوڪوس يا 36 ATP گلوڪوس ماليڪول ناهي ٿو.

هوا ۾ ساهه کڻڻ جي آخري پيدوار ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ ۽ پاڻي آهن.

(36 ATP) توانائي + پاڻي + ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ → آڪسيجن + گلوڪوس

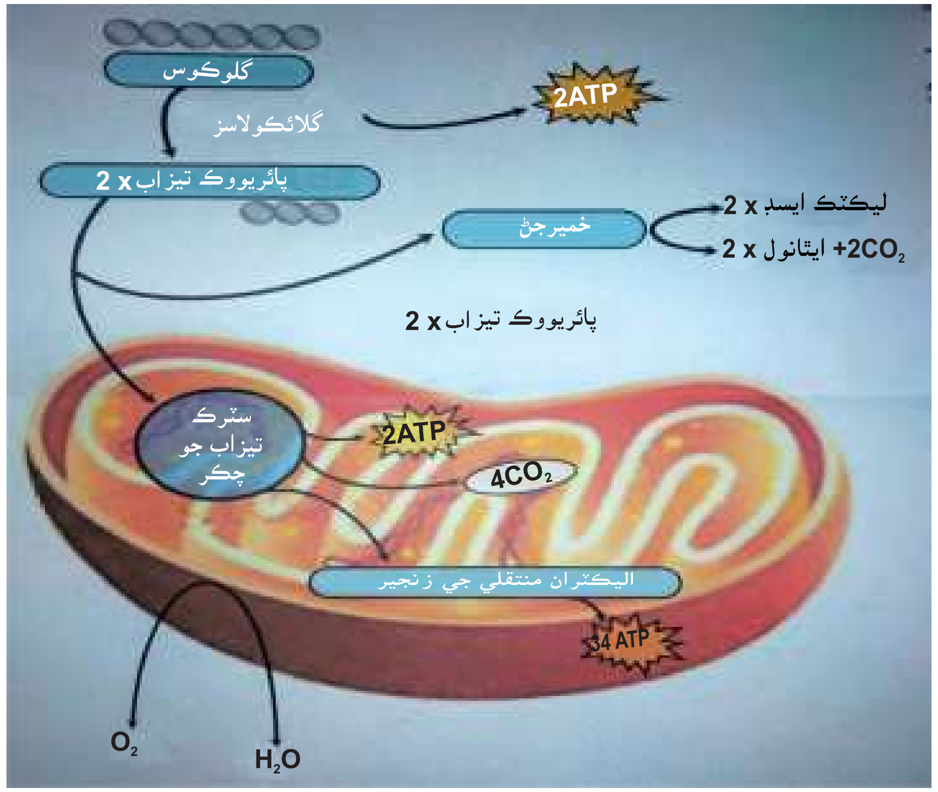
$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 36\ \text{ATP}$$

7.3.2 آڪسيجن وسيلي ساهه کڻڻ جي ترڪيب (Mechanism of aerobic respiration)

هوا ۾ ساهه کڻڻ لاءِ مختلف هنڌن تي ٽن ڏاڪن ۾ جيوگهرڙي ۾ ٿئي ٿي.

(الف) گلائڪولائسز (Glysolysis):

هن ۾ پهريون ڏاڪو اهو آهي ته جتي گلوڪوس جو ماليڪول (6 ڪاربا واري ڪنڊ) پائريووڪ تيزاب (Pyravicacid) (ٽن ڪاربان وارو تيزاب) ٻن ماليڪيولن ۾ ٿئي ٿو، جنهن کي آڪسيجن جي گهرج نه آهي. اها ساهه کڻڻ جي ٻنهي طريقن آڪسيجن سان گڏ ۽ آڪسيجن کان سواءِ ساهواري عمل ۾ ٿئي ٿي. هن گلوڪوس جي ٽٽڻ سان ٿوري مقدار ۾ توانائي خارج ٿئي ٿي جيڪا ATP جي ٻن ماليڪولن جي تيار ڪرڻ لاءِ ڪافي آهي. گلائڪولائسز هڪ پيچدي ردعمل جي ترتيب آهي ۽ اهي سڀ سسٽول (Systole) ۾ ٿين ٿا.



شڪل 7.4 مائٽوڪونڊريا ۾ آڪسيجن وسيلي ساهه کڻڻ .

(ب) ڪريب يا سٽرڪ تيزاب جو چڪر (Kreb's or Citric Cycle):

آڪسيجن وسيلي ساهه کڻڻ جي عمل جي ٻئي مرحلي جنهن ۾ پائريو وڪ جيڪو گلائڪولائسز دوران تيزاب ٺهيو مائٽوڪونڊريا ۾ داخل ٿئي ٿو جتي آڪسيجن موجود آهي. جيو گهرڙيائي ساهه کاري اها آڪسيجن استعمال ڪري ٿي ۽ جيڪا آڪسيجن پائريوڪ تيزاب مڪمل طور CO_2 ۽ HO_2 ۾ ڦيري واري انداز ۾ ٽوڙي ٿي.

ڪريب جي چڪر جي دوران ڪجهه ATP ۽ ڪجهه گڏيل خميرا NAD ۽ FAD وانگر گهٽجي $NADH_2$ ۽ $FADH_2$ ۾ ٿين ٿا. جيڪي مائٽو ڪونڊريا جي مئٽرڪس ۾ جاءِ وٺن ٿا.

(ج) اليڪٽران منتقلي جي زنجير (Electron Transport chain):

ساهه کڻڻ جو آخري مرحلو جنهن $NADH_2$ ۽ $FADH_2$ آڪسيجن جي ٿيل عمل کاري ڪري ATP ۽ H_2O پيدا ڪن ٿا، جيڪي مائٽوڪونڊريا جي ڪراسٽائي (Cristae) ۾ جاءِ وٺن ٿا.

7.3.3 جاندارن جي جسم ۾ ساهه کڻڻ واري توانائيءَ جو استعمال

(Usage of Respiration energy in the body of organism)

هڪ جاندار جي جسم کي ڪيترن ئي طريقن سان توانائي جي گهرج هوندي آهي. جسم ان کي ساهه کڻڻ جي لاءِ توانائي مهيا ڪري ٿو، هيٺ ڪجهه طريقا آهن، جيڪي ساهه کڻڻ واري توانائي ۾ استعمال ٿين ٿا.

- ماليڪيولن جي ترڪيب – مختلف ماليڪولن جو ٺهڻ ۽ ان سان گڏوگڏ وڏا ماليڪيول ننڍن ماليڪولن مان ٺهن ٿا ۽ ڪين ٺهڻ لاءِ توانائي جي ضرورت هوندي آهي.
- جيوگهرڙي جي ورهاست – جيوگهرڙي جي ورهاست دوران وڏن ماليڪيولن جهڙوڪ DNA ۽ پروٽين جو ٺهڻ ٿئي ٿو جنهن کي توانائي گهرجي ۽ ان سان گڏوگڏ ڪروموسومس کي پڻ حرڪت لاءِ توانائي گهرجي.
- جيوگهرڙي جي واڌ – ان ۾ وڌاءُ ممڪن نہ آهي ۽ ٻنهي کي ماليڪولن جي ٺهڻ لاءِ توانائي گهرجي.
- چست منتقلي – آئنس جي حرڪت ۽ ماليڪولن کي گهٽ گهاٽائي کان وڌيڪ گهاٽائي ڏانهن منتقل ٿيڻ لاءِ توانائي گهرجي.
- مشڪن جو سُسڻ – مشڪن جي چرپر کي توانائي گهرجي جيڪا ڪيميائي توانائيءَ مان پيدا ٿئي ٿي ۽ ڪيميائي توانائي وري حرڪي توانائيءَ ۾ تبديل ٿئي ٿي.

- تنتي رڳ جي زور جو پيچرو – تنتي رڳ جو زور (تنتي گهرڙن ۾ نيوران جو نياپو) بنيادي طور تي اليڪٽريڪل (بجليءَ) جا اشارا آهن جيڪي ڏکهي رڳ جي ڏاڍگي سان چست منتقلي ڪري حرڪت ڪن ٿا ۽ ڪين توانائي جي گهرج هوندي آهي.
- جسم ۾ گرميءَ جو درجي کي برقرار رکڻ – وڏن جانورن جي جسم ۾ گرميءَ جو درجو هڪ مستقل حد تي برقرار رهي ٿو. ان گرميءَ جي درجي کي برقرار رکڻ لاءِ ساهه کڻڻ جي توانائي گهرجي.

روشنائي ترڪيب (Photosynthesis)	ساهه کڻڻ جو عمل (Respiration)
• ڦوٽو سائنٿيسز هڪ طريقو آهي جتي روشنيءَ جو توانائي ڪيميائي توانائيءَ ۾ تبديل ٿئي.	• ساهه کڻڻ هڪ طريقو آهي جتي ڪيميائي توانائي ATP جي توانائي ۾ تبديل ٿئي ٿي.
• هي صرف ڪلورفل تي مشتمل جاندارن ۾ ٿئي ٿي.	• هي سيني جاندارن ۾ ٿئي ٿي.
• انهيءَ کي روشنيءَ جو وسيلو کپي اها صرف روشني جي موجودگيءَ ۾ ٿئي ٿي.	• هن کي روشنيءَ جي گهرج نہ هوندي آهي تنهن ڪري هيءَ سڄي زندگي عمل پذير رهي ٿي.
• اهو ڪلورو پلاسٽ ۾ ٿئي ٿو.	• هي مائٽوڪونڊريا ۾ ٿئي ٿي.
• رد عمل ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ ۽ پاڻي آهن.	• گهڻو ڪري رد عمل ڪاربو هائيڊريٽس ۽ آڪسيجن آهن.
• هن جي پيداوار گلوڪوس ۽ آڪسيجن آهن.	• هن جي پيداوار ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ ۽ پاڻي آهي جيڪڏهن آڪسيجن وسيلي ساهه کڻڻ جو عمل ٿيندو.

تت

- جانورن مان آزاد توانائيءَ جي مختلف قسمن ۾ تبديليءَ جي علم کي حياتياتي توانائي (Bioenergetic) چئبو آهي.
- توانائي جي مٿا ستا آڪسيجن ۽ تخفيف دوران ٿيندي آهي.
- جاندارن ۾ پيچ ڊاهه جي ردِ عمل لاءِ ATP توانائي جو وسيلو آهي.
- فوٽو سائنٿيسز هڪ بنيادي طريقو آهي جنهن ۾ بنيادي نامياتي ماليڪيول ۽ آڪسيجن نهي ٿي.
- ڪلورو فل سائو رنگ آهي ۽ ٻوٽي جي ڪلوروپلاسٽ جي جيوگهرڙي ۾ ملي ٿو. اهو عام روشنيءَ جي مخصوص حصي کي حاصل ڪري ٿو.
- فوٽو سائنٿيسز دوران بنيادي نهنڊڙ پيداوار سادي ڪند يعني گلوڪوس آهي.
- ٻوٽا ۽ ٻيا گهڻ غذائي جاندار پڻ روشنائي (Phototrophs) تي پاڙين ٿا.
- صرف روشنائي ترڪيب ئي اهڙو عمل آهي جيڪو آزاد آڪسيجن ۽ پاڻيءَ جي ٽٽڻ سان پيدا ڪري ٿو.
- فوٽوسائنٿيسز ٻن مرحلن تي مشتمل آهي (i) روشنيءَ تي پاڙيندڙ (ii) روشني تي اڻ پاڙيندڙ ردِ عمل
- رد عمل جنهن روشنيءَ جي توانائي ڪيميائي توانائي ۾ تبديل ٿئي ۽ ATP جا $NADPH_2$ جي صورت ۾ جمع ٿئي ٿي. هن مرحلي کي روشنيءَ جو رد عمل چئبو آهي.
- روشنيءَ جو رد عمل ٿائلاڪوائڊ جهليءَ ۾ ٿيندو آهي.
- ردعمل جتي جهليل روشنيءَ جي توانائي گلوڪوس ۾ ATP ۽ $NADPH_2$ مان تبديل ٿئي ٿي ڪلورو پلاسٽ جي اسٽروما (Stroma) ٿئي ٿو.
- ATP جو ADP مان روشنيءَ جي توانائي جي استعمال سان نهڻ کي فاسفوريشن (Phosphoration) چئبو آهي.
- حياتياتي ڪيميائي رد عمل ڪجهه جزن تي پاڙين ٿا، جيڪي شرح تي اثر انداز ٿين ٿا انهن کي محدود جزو چئبو آهي.
- فوٽو سائنٿيسز جا ڪجهه محدود جزا آهن: روشني جي شدت، ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ جي گهاٽائي ۽ گرميءَ جو درجو.
- توانائيءَ کي ڇڏڻ لاءِ ڪاڏي جي ماليڪيولن جي ٽٽڻ کي ساهه کڻڻ چئبو آهي.
- ڪاڏي جي ماليڪيولن جي توانائي خاص ڪري گلوڪوس آڪسيڊش جي توانائي جيان پيدا ڪري ٿو.
- آڪسيجن جي توانائي ATP ۾ شروع ٿئي ٿي.

- ساهه کڻڻ جا ٻه طريقا آهن.
(i) آڪسيجن جي بغير ساهه کڻڻ (ii) آڪسيجن وسيلي ساهه کڻڻ
- ساهه کڻڻ جو طريقو، جيڪو آڪسيجن جي غير موجودگيءَ ۾ ٿئي ته ان کي آڪسيجن جي بغير ساهه کڻڻ چئبو آهي.
- الڪوحل ۽ تيزابي خميرڪاري آڪسيجن جي بغير ساهه کڻڻ جا طريقا آهن.
- ساهه کڻڻ جو طريقو جيڪو آڪسيجن جي موجودگيءَ ۾ ٿئي ان آڪسيجن وسيلي ساهه کڻڻ چئبو آهي.
- آڪسيجن وسيلي ساهه کڻڻ جو عمل ٽن مرحلن ۾ ٿئي ٿو.
(الف) گلائڪولائسز (ب) ڪريبس جو چڪر (ج) منتقليءَ جو زنجير
- گلائڪولائسز جتي گلوڪوس تبديل ٿئي ٿو اهو سائٽوسول (Cytosol) جو پائريووڪ تيزاب آهي
- ڪريبس جو چڪر جتي پائريووڪ تيزاب ٽٽي ٿو ۽ هوا ۾ ساهه کڻڻ جي ڪري ٿئي ٿو ڪاربان ڊائي آڪسائيڊ توانائي پيدا ڪري ٿو ۽ $FADH_2$ ۽ $NADH_2$ ۾ گڏ ڪري ٿو.
- اليڪٽران (ة) جي آمد رفت جي زنجير جتي $FADH_2$ ۽ $NADH_2$ جي آڪسيجن ٿئي ته آڪسيجن فراهم ڪري. توانائي ATP ۾ گڏ ڪري ٿي. اهو مائٽوڪونڊايا جي ڪرسٽائي (Cristie) ۾ ٿئي ٿو.

متفرقا سوال

1- صحيح جوابن تي گول ڪريو.

(i) آڪسيجن طريقي ۾ 14135 kJ توانائي خارج ٿئي ٿي جنهن ڪري ڪيترا گلوڪوس جا مول هن طريقي دوران استعمال ٿيندا آهن.
(الف) 1 (ب) 3
(ج) 5 (د) 10

(ii) آڪسيجن وسيلي ساهه کڻڻ جو مرحلو مائٽوڪونڊريا جي ڪرسٽائي وٽ ٿئي ٿو ۽ ڪيس چيو وڃي ٿو.
(الف) اليڪٽران جي آمدرفت جي زنجير (ب) گلائڪولائسس
(ج) ڪريبس جو چڪر (د) C_3 چڪر

(iii) جيوگهرڙيائي ساهه کڻڻ جي طريقي ۾ 180 ATP ماليڪيول نهن ٿا، گلوڪوس جا ڪيترا مول هن طريقي دوران استعمال ٿيندا آهن.
(الف) 1 (ب) 3
(ج) 5 (د) 10

(iv) اليڪٽران ۽ پروٽان جي نقصان کي ڇيو ويندو آهي.

(I) آڪسيجن رد عمل (II) تخفيفي رد عمل (III) رداڪس ردعمل

(الف) صرف I (ب) I ۽ II

(ج) II ۽ III (د) II ۽ III

(v) هر هڪ ATP جو مول توانائي ذخيرو ڪري ٿو:

(الف) 7.3Kcal/mole (ب) 7.3kj/mole

(ج) 17.3 kcal/mole (د) 17.3kj/mole

(vi) بنيادي ماليڪيول فوٽو سائنٿيسز جي دوران نهن ته ان کي چئبو آهي

(الف) گلوڪوس (ب) امينو تيزاب

(ج) چربيءَ وارا تيزاب (د) نيوڪليو ٽائيد

(vii) روشنيءَ تي پلجندڙ رد عمل ٿين ٿا:

(الف) اسٽروما (ب) ٿئلاڪوآئڊ (ج) ڪرسٽائي (د) ڪرسٽرنائي

(viii) رد عمل جنهن ۾ شمسي توانائي گلوڪوس ڏانهن ATP ۽ NADPH2 ڪان اسٽروما ۾ منتقل ٿئي ته ڪيس ڇيو وڃي ٿو.

(I) روشنيءَ جو رد عمل (II) اونداهِ ردِ عمل (III) روشنيءَ تي پاڙيندڙ ردِ عمل

(الف) صرف I (ب) صرف II

(ج) I ۽ II (د) II ۽ III

(ix) روشنيءَ جي موجودگيءَ ۾ پاڻي جو ٽٽڻ کي ڇيو وڃي ٿو:

(الف) هائيڊرو لائسز (ب) گلائيڪولائسز

(ج) فوٽو لائسز (د) ڪو بہ نہ

(x) گلوڪوس جي ٽٽڻ (گلائڪولاسز) وقت توري مقدار توانائي ڇڏي تي جيڪا پيدا ڪرڻ لاءِ ڪافي آهي.

(الف 2ATP (ب) 5ATP

(ج) 18 ATP (د) 36 ATP

-2 هيٺيان خال پريو:

(i) توانائيءَ جو وسيلو ڌرتيءَ تي صرف ________ آهي.

(ii) آزاد توانائيءَ جي تبديلي مختلف قسمن ۾ جاندارن کان ٿئي، ان کي ________ چيو وڃي ٿو.

(iii) جاندارن ۾ توانائي هڪ خاص ماليڪيول ۾ ذخيرو ٿئي ٿي، ان کي ________ چيو وڃي ٿو.

(iv) ٻوٽا سادا غير نامياتي ماليڪيول پاڻي ۽ ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ ناهڻ لاءِ ________ استعمال ڪن ٿا.

(v) پالڻ جي ترتيب ۽ واسطيداري کي ________ چئجي ٿو.

(vi) صرف فوٽوسائنٿيسز ئي طريقو آهي جيڪو آزاد آڪسيجن ٽٽڻ سان ________ ڪري ٿو.

(vii) ڪلوروپلاسٽ ٻني جهليءَ وارو ويڙهيل عضوڙو آهي جنهن ۾ نيم پاڻيٺ پروٽين تي مشتمل جهلي آهي ۽ ڪيس ________ چيو وڃي ٿو.

(viii) ڪلورو پلاسٽ ۾ مختلف رنگ جذب ٿين ٿا اهي مختلف روشنيءَ کي ________ ڪري ٿي.

(ix) ڪاڏي جي ماليڪيولن جي ٽٽڻ ڪري ٿيندڙ خارج توانائيءَ کي ________ چئبو آهي.

(x) گلوڪوس جو هر هڪ مول وڌ ۾ وڌ توانائي پيدا ڪري ٿو، جنهن کي ________ چئبو آهي.

-3 هيٺين اصطلاحن جي وضاحت ڪريو.

(i)حياتياتي توانائي (ii) توانائي (iii) آڪسيجن جو رد عمل

(iv) ڪاڏي جي زنجير (v) گرنيم (vi) فوٽولائسز

(vii) خميرجڻ (Viii) اسٽروما (ix) پائريوڪ تيزاب

(x) آڪسيجن وسيلي ساهه کڻڻ جو عمل

-4 جدولي طريقي سان هيٺين ۾ فرق ٻڌايو.

(i) ساهه کڻڻ ۽ فوٽو سائنٿيسز

(ii) روشنيءَ وارو رد عمل ۽ اونداهِ ردِعمل

(iii) آڪسيجن وسيلي ساهه کڻڻ ۽ بغير آڪسيجن جي ساهه کڻڻ

5- **هيٺين سوالن جا مختصر جواب ڏيو.**

(i) ڪاربان ڊاءِ آڪسائيڊ ڌرتيءَ جي گرميءَ جي درجي کي ڪيئن برقرار رکي ٿي؟

(ii) فوٽو سائنٿيسز جي ٻئي مرحلي کي ڇو اونداهو رد عمل چئجي ٿو؟

(iii) ساهه کڻڻ ۽ ساهه کڻڻ جو عمل هڪ ٻئي کان ڪيئن مختلف آهن؟

(iv) تيزابي خميرجڻ جو نقصان ڪار ڇا آهي؟

(v) گلوڪوس ٽوٽڻ ۾ ثانوي پيداوار مان ڪيئن ٺهي ٿو؟

6- **هيٺين سوالن جا وضاحت سان جواب ڏيو:**

(i) جيوگهرڙي توانائيءَ جي خزانو ڇا آهي؟ ڪيميائي توانائيءَ جي منتقلي وارو طريقو بيان ڪريو.

(ii) موزون شڪل جي ذريعي روشنائي ترڪيب جا مرحلا بيان ڪريو.

(iii) حياتي سرشتي ۾ آڪسيجن وسيلي ساهه کڻڻ جي عمل کي بيان ڪريو.