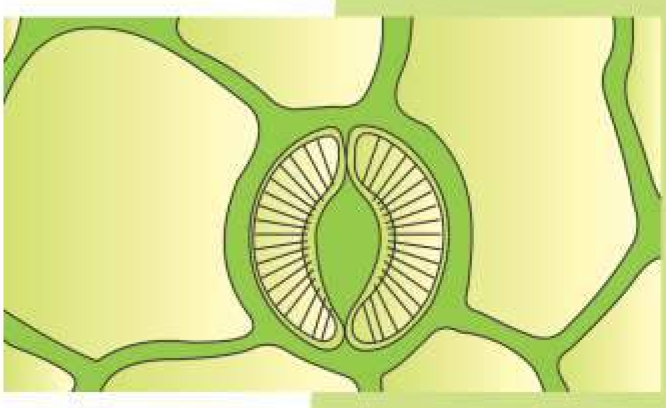


UNIT 4

ਇਕਾਈ ਚਾਰ

ਖੰਡ-4 ਪੌਦਾ ਸਰੀਰ ਕਿਰਿਆ ਵਿਗਿਆਨ

PLANT PHYSIOLOGY

ਇਕਾਈ—4
ਪੌਦਾ ਸਰੀਰ ਕਿਰਿਆ ਵਿਗਿਆਨ

ਅਧਿਆਇ-11 ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਹਿਨ ਪ੍ਰਣਾਲੀ

Unit-11 Transport in Plants

ਅਧਿਆਇ-12 ਖਣਿਜ ਪੋਸ਼ਣ

Unit-12 Mineral Nutrition

ਅਧਿਆਇ-13 ਉੱਚ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ

Unit-13 Photosynthesis In Higher Plants

ਅਧਿਆਇ-14 ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸਾਹ ਪ੍ਰਣਾਲੀ

Unit-14 Respiration in Plants

ਅਧਿਆਇ-15 ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਅਤੇ ਵਿਕਾਸ

Unit-15 Plant Growth and Development

ਇੱਕ ਸਮੇਂ ਬਾਦ ਜੀਵ ਬਣਤਰ ਅਤੇ ਜੀਵਿਤ ਜੀਵਾਂ ਦੀ ਭਿੰਨਤਾ ਦੇ ਵਰਣਨ ਦਾ ਅੰਤ ਦੋ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਰੂਪਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਇਆ ਜੋ ਜੀਵ-ਵਿਗਿਆਨ ਵਿੱਚ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੋ ਆਪ ਵਿਰੋਧੀ ਨਜਰੀਆ/ਸੰਭਾਵਨਾਵਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਨ। ਪਰ ਇਹ ਦੋਵੇਂ ਸੰਭਾਵਨਾਵਾਂ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਦੌਰ ਵਿੱਚ ਜੀਵਨ-ਸਰੂਪ ਅਤੇ ਸੰਗਠਨ ਦੇ ਦੋ ਪੱਧਰਾਂ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਸਨ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਨੂੰ ਜੈਵ-ਸਰੂਪ ਸੰਗਠਨ ਅਤੇ ਦੂਜੇ ਸੰਗਠਨ ਨੂੰ ਸੈੱਲ-ਪੱਧਰ ਜਾਂ ਅਣੂ-ਪੱਧਰ ਤੇ ਵਰਣਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਪਹਿਲਾ ਪਰਿਸਥਿਤੀ ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਇਸ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿੱਚ ਆਉਂਦਾ ਸੀ ਜਦ ਕਿ ਦੂਜਾ ਸਰੀਰ-ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਜੈਵ-ਰਸਾਇਣ ਵਿਗਿਆਨ ਸ਼ਾਸਤਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋਇਆ। ਫੁੱਲਦਾਰ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਸਰੀਰ ਦੇ ਵਿਗਿਆਨਕ ਕਿਰਿਆ ਕਲਾਪਾਂ ਦਾ ਵਰਣਨ ਇੱਕ ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਹੈ। ਜਿਸ ਨੂੰ ਇਸ ਇਕਾਈ ਦੇ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਖਣਿਜ ਪੋਸ਼ਣ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ, ਪਰਿਵਹਿਨ (ਗੇੜ ਪ੍ਰਣਾਲੀ) ਸਾਹ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਅਤੇ ਪੌਦਾ-ਵਾਧਾ ਤੇ ਵਿਕਾਸ ਨੂੰ ਅੰਤ ਆਣਵਿਕ ਭਾਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੀ ਸੈੱਲ ਕਾਰਜਵਿਧੀ ਅਤੇ ਇੱਥੋਂ ਤਕ ਕਿ ਜੈਵਿਕ ਪੱਧਰ ਦਾ ਹਵਾਲਾ ਦਿੱਤਾ ਹੈ। ਜਿੱਥੇ ਵੀ ਢੁੱਕਵਾਂ ਸੰਭਵ ਹੋਇਆ ਉੱਥੇ ਵਾਤਾਵਰਣ ਦੇ ਹਵਾਲੇ ਵਿੱਚ ਸਰੀਰ ਵਿਗਿਆਨਕ ਕਾਰਜ-ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ ਦੇ ਸੰਬੰਧਾਂ ਦੀ ਵੀ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਹੈ।

ਮੈਲਵਿਨ ਕੈਲਵਿਨ (Melvin Calvin)

ਮੈਲਵਿਨ-ਕੈਲਵਿਨ ਦਾ ਜਨਮ ਅਪ੍ਰੈਲ 1911 ਵਿੱਚ ਮਿਨਸੋਟਾ (ਯੂ.ਐਸ.ਏ.) ਵਿੱਚ ਹੋਇਆ ਸੀ ਅਤੇ ਆਪ ਨੇ ਮਿਨਸੋਟਾ ਵਿਸ਼ਵ ਵਿਦਿਆਲੇ ਤੋਂ ਰਸਾਇਣ ਸ਼ਾਸਤਰ ਵਿੱਚ ਪੀ.ਐਚ.ਡੀ. ਦੀ ਉਪਾਧੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ। ਆਪ ਨੇ ਬਰਕਲੇ ਦੀ ਕੈਲੀਫੋਰਨੀਆ-ਯੂਨੀਵਰਸਿਟੀ ਦੇ ਰਸਾਇਣ ਵਿਗਿਆਨ ਦੇ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ ਦੇ ਪਦ ਤੇ ਸੇਵਾਵਾਂ ਨਿਭਾਈਆਂ। ਦੂਜੇ ਵਿਸ਼ਵ-ਯੁੱਧ ਤੋਂ ਠੀਕ ਬਾਦ ਜਦ ਪੂਰੀ ਦੁਨੀਆਂ ਹੀਰੋਸ਼ੀਮਾ-ਨਾਗਾਸਾਕੀ ਦੀ ਵਿਸਫੋਟਕ ਘਟਨਾ ਨਾਲ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵਤਾ ਦੇ ਦੁਸ਼ (ਬੁਰੇ) ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਨੂੰ ਵੇਖ ਕੇ ਦੁੱਖ ਨਾਲ ਹੈਰਾਨ ਸੀ ਤਾਂ ਮੈਕਲਿਨ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਸਹਿਕਰਮੀ ਨੇ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟੀਵਿਟੀ ਦੇ ਲਾਭਦਾਇਕ ਉਪਯੋਗਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਗਟ ਕੀਤਾ। ਆਪਨੇ ਜੇ.ਏ. ਬਾਸ਼ਮ ਦੇ ਨਾਲ ਮਿਲਕੇ C_{14} ਦੇ ਨਾਲ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ ਲੇਬਲ ਕਰਕੇ ਇਹ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਕਿ ਪੌਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਨ ਲਈ ਪਾਣੀ, ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ, ਖਣਿਜਾਂ ਵਰਗੀ ਕੱਚੀ ਸਮਗਰੀ ਵਰਤ ਕੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਰਾਹੀਂ ਸ਼ੂਗਰ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਵਰਣਕ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਸੰਗਠਿਤ ਸਮੂਹ ਅਤੇ ਤੱਤਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟਰੌਨ ਨੂੰ ਸਥਾਨੰਤਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਵਿੱਚ ਕਾਰਬਨ ਦੇ ਮਾਰਗ (Pathway) ਦੀ ਮੈਪਿੰਗ (Maping) ਕਾਰਨ ਆਪਨੂੰ 1961 ਵਿੱਚ ਨੋਬਲ ਇਨਾਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਇਆ।

ਮੈਲਵਿਨ ਦੁਆਰਾ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਅੱਜ ਵੀ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਾਸਤੇ ਮੁੜ-ਸਥਾਪਨਯੋਗ ਸੰਸਾਧਨਾਂ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਅਤੇ ਸੌਰ-ਊਰਜਾ ਖੋਜ ਵਿੱਚ ਅਧਿਐਨਾਂ ਲਈ ਵੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਅਧਿਆਇ—11

ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਹਿਨ
Transport In Plants

11.1 ਪਰਿਵਹਿਨ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ
Means of Transport

11.2 ਪੌਦਾ-ਜਲਸੰਬੰਧ
Plant water relation

11.3 ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਜਲ ਪਰਿਵਹਿਨ
Long Distance transport of water

11.4 ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ
Transpiration

11.5 ਖਣਿਜ ਪੋਸ਼ਕਾਂ ਦਾ ਗ੍ਰਹਣ ਅਤੇ ਪਰਿਵਹਿਨ
Uptake and Transport of Mineral nutrients

11.6 ਫਲੋਇਮ ਪਰਿਵਹਿਨ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਕੁੰਡ ਤੱਕ ਪ੍ਰਵਾਹ
Phloem Transport Flow From Source to Sink

ਕੀ ਤੁਹਾਨੂੰ ਕਦੇ ਹੈਰਾਨੀ ਨਹੀਂ ਹੋਈ ਕਿ ਰੁੱਖਾਂ ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਉੱਚੀ ਸਿਖਰ ਤਕ ਪਾਣੀ ਕਿਵੇਂ ਪੁੱਜਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਫਿਰ ਇਹ ਪਦਾਰਥ ਇੱਕ ਸੈੱਲ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਸੈੱਲ ਤੱਕ ਕਿਵੇਂ ਪੁੱਜ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਪਦਾਰਥ ਇੱਕੋ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕੋ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਚਲਦੇ ਹਨ। ਕੀ ਇਨ੍ਹਾਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਅੱਗੇ ਚਲਾਉਣ ਲਈ ਢਾਹੂ-ਉਸਾਰੂ (Metabolic) ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ? ਪੇੜ-ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਜੰਤੂਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਲਿਜਾਣ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦ ਕਿ ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਕਿਸਮ ਦੀ ਪਰਿਵਹਿਨ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਜੜ੍ਹਾਂ ਦੁਆਰਾ ਸੋਖਿਆ ਪਾਣੀ ਪੌਦੇ ਦੇ ਸਾਰੇ ਭਾਗਾਂ ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਦਾ ਹੈ। ਜੋ ਵਧਦੇ ਹੋਏ ਤਨੇ ਦੇ ਸਿਖਰ ਤੱਕ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਤਿੱਆਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਤਿਆਰ ਉਤਪਾਦ ਵੀ ਪੌਦੇ ਦੇ ਸਾਰੇ ਅੰਗਾਂ ਤੱਕ ਪੁਜਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਮਿੱਟੀ ਦੀ ਡੂੰਘਾਈ ਵਿੱਚ ਸਥਾਪਿਤ ਜੜ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਨੋਕਾਂ ਤੱਕ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਗਤੀਸ਼ੀਲਤਾ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਸੈੱਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸੈੱਲ-ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਅੰਦਰ-ਬਾਹਰ (ਆਰ-ਪਾਰ) ਅਤੇ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਵਿਚਕਾਰ ਇੱਕ ਸੈੱਲ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਸੈੱਲ ਤਕ ਬਣੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ। ਪੇੜ-ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਇਸ ਪਰਿਵਹਿਨ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਸੈੱਲ ਦੀ ਮੂਲ ਬਣਤਰ ਅਤੇ ਪੌਦਿਆਂ ਦੀ ਸਰੀਰਿਕ ਰਚਨਾ-ਵਿਗਿਆਨ ਬਾਰੇ ਮੂਲ ਜਾਣਕਾਰੀ ਨੂੰ ਮੁੜ ਯਾਦ ਕਰਨਾ ਪਵੇਗਾ ਅਤੇ ਇਸ ਤੋਂ ਬਾਦ ਸਾਨੂੰ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਵਿਸਰਣ (Diffusion) ਰਸਾਇਣਿਕ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਆਇਨਾਂ ਬਾਰੇ ਵੀ ਜਾਣਕਾਰੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨੀ ਪਵੇਗੀ।

ਜਦ ਅਸੀਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਪਰਿਵਹਿਨ ਦੀ ਗੱਲ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਇਹ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਨਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਕਿਸ ਕਿਸਮ ਦੀ ਗਤੀ ਅਤੇ ਕਿਨ੍ਹਾਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਚਰਚਾ ਕਰ ਰਹੇ ਹਾਂ। ਫੁੱਲਦਾਰ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਪਰਿਵਹਿਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ, ਖਣਿਜ, ਪੋਸ਼ਕ, ਕਾਰਬਨਿਕ ਪੋਸ਼ਕ ਅਤੇ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਵਾਧੇ ਦੇ ਨਿਯੰਤਰਕ/ਗਰੋਥ ਰੈਗੂਲੇਟਰ (Growth Regulator) ਮੁੱਖ ਹਨ। ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਪਦਾਰਥਾ ਦੀ ਗੱਤੀ ਲਈ, ਸੋਖਣ (Absorption) ਅਤੇ ਸਾਈਟੋਪਲਾਜਮਿਕ ਧਾਰਾ ਕਿਰਿਆ ਸ਼ੀਲ ਪਰਿਵਹਿਨ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਲਈ ਪਰਿਵਹਿਨ ਸੰਵਹਿਣ ਪ੍ਰਣਾਲੀ (ਜ਼ਾਈਲਮ ਅਤੇ ਫਲੋਇਮ) ਰਾਹੀਂ ਪੂਰਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸ ਨੂੰ ਸਥਾਨੰਤਰਣ (Translocation) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇੱਨੇ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਪੱਖ ਜਿਸ ਵੱਲ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਦੀ ਲੋੜ ਹੈ, ਉਹ ਪਰਿਵਹਿਨ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਹੈ। ਜੜ੍ਹਦਾਰ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਜ਼ਾਈਲਮ (Xylem) ਪਰਿਵਹਿਨ (ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਖਣਿਜਾਂ ਦਾ) ਜ਼ਰੂਰੀ ਰੂਪ ਨਾਲ ਇੱਕ-ਦਿਸ਼ਾਵੀ (Unidirectional) ਭਾਵ ਜੜ੍ਹ ਤੋਂ ਤਨੇ ਵੱਲ੍ਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਾਰਬਨਿਕ ਅਤੇ ਖਣਿਜ ਪੋਸ਼ਕਾ ਦਾ ਪਰਿਵਹਿਨ ਬਹੁ-ਦਿਸ਼ਾਵੀ (Multidirectional) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ੀ ਪਤਿੱਆ ਦੁਆਰਾ ਸੰਸ਼ਲਿਸਟ ਕਾਰਬਨਿਕ ਯੌਗਿਕਾਂ ਨੂੰ ਪੌਦੇ ਦੇ ਸਾਰੇ ਅੰਗਾਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਭੰਡਾਰਣ ਅੰਗ (Storage

Organs) ਵੀ ਸ਼ਾਮਲ ਹਨ, ਤੱਕ ਪੁਜਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਬਾਦ ਵਿੱਚ ਭੰਡਾਰਣ ਅੰਗਾਂ ਤੋਂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਮੁੜ ਪਰਿਵਾਹਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਖਣਿਜ ਪੋਸ਼ਕ ਤੱਤਾਂ ਨੂੰ ਜੜ੍ਹਾਂ ਰਾਹੀਂ ਸੋਖਕੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਤਨ੍ਹਾਂ, ਪੱਤੇ ਅਤੇ ਵਾਧਾ ਖੇਤਰ (Growth Zones) ਤੱਕ ਭੇਜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦ ਕਿਸੇ ਪੌਦੇ ਦਾ ਕੋਈ ਭਾਗ ਬੁੜ੍ਹਾਪਾ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪੋਸ਼ਕ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਵਾਪਸ ਲੈਕੇ ਵਾਧਾ-ਖੇਤਰਾਂ ਵੱਲ ਭੇਜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਹਾਰਮੋਨ ਜਾਂ ਪੌਦਾ-ਵਾਧਾ ਨਿਯੰਤਰਕ (Plant Growth Regulator) ਅਤੇ ਹੋਰ ਰਸਾਇਣਿਕ-ਉੱਤੇਜਕ (Chemical Stimuli) ਵੀ ਪਰਿਵਾਹਿਤ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਭਾਵੇਂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਈ ਵਾਰ ਇਹ ਇੱਕ-ਧਰੁਵੀ/ਇੱਕ ਦਿਸ਼ਾਵੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਸੰਸਲਿਸ਼ਟ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਭਾਗਾਂ ਵੱਲ ਪਰਿਵਾਹਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਫੁੱਲਦਾਰ ਪੌਦੇ ਵਿੱਚ ਯੌਗਿਕਾਂ ਦਾ ਆਵਾਗਮਨ ਕਾਫੀ ਗੁੰਝਲਦਾਰ (ਪਰ ਬਹੁਤ ਤਰਤੀਵ ਅਨੁਸਾਰ) ਅਤੇ ਭਿੰਨ-ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹਰ ਅੰਗ ਕੁੱਝ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਗ੍ਰਹਿਣ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁੱਝ ਦੂਜਿਆਂ ਨੂੰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

11.1 ਪਰਿਵਹਿਨ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ (Modes of Transportation)

11.1.1 ਪ੍ਰਸਰਣ (Diffusion)

ਪ੍ਰਸਰਣ ਰਾਹੀਂ ਗਤੀ ਕਿਰਿਆਹੀਨ (Passive) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਇੱਕ ਭਾਗ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਭਾਗ ਤੱਕ ਜਾਂ ਇੱਕ ਸੈੱਲ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਸੈੱਲਾਂ ਤੱਕ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਜਾਂ ਇੰਝ ਕਹੀਏ ਕਿ ਪਤਿੱਆਂ ਦੇ ਅੰਤਰ-ਸੈਲੀ ਥਾਂ ਤੋਂ ਬਾਹਰੀ ਪਰਿਆਵਰਣ ਕੁੱਝ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਦੀ ਖਪਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਪ੍ਰਸਰਣ ਦੌਰਾਨ ਅਣੂ ਅਨਿਯਮਿਤ ਰੂਪ ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਪਦਾਰਥ ਉੱਚ-ਸੰਘਣਤਾ (Higher Concentration) ਤੋਂ ਨਿਮਨ ਜਾਂ ਘੱਟ ਸੰਘਣਤਾ (Lower Concentration) ਵਾਲੇ ਖੇਤਰ ਵੱਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਵਿਸਰਣ (Diffusion) ਇੱਕ ਧੀਮੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਜੀਵਿਤ ਤੰਤਰ (ਪ੍ਰਣਾਲੀ) ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ। ਪ੍ਰਸਰਣ ਗੈਸ-ਦ੍ਰਵ ਵਿੱਚ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦ ਕਿ ਠੋਸਾਂ ਤੋਂ ਠੋਸਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਰਣ ਕੁੱਝ ਹੱਦ ਤੱਕ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪੌਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਸਰਣ ਬਹੁਤ ਹੀ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਪੌਦਾ ਸਰੀਰ ਵਿੱਚ ਗੈਸੀ-ਗੱਤੀ ਦਾ ਇਹ ਇਕੱਲਾ ਮਾਧਿਅਮ ਹੈ।

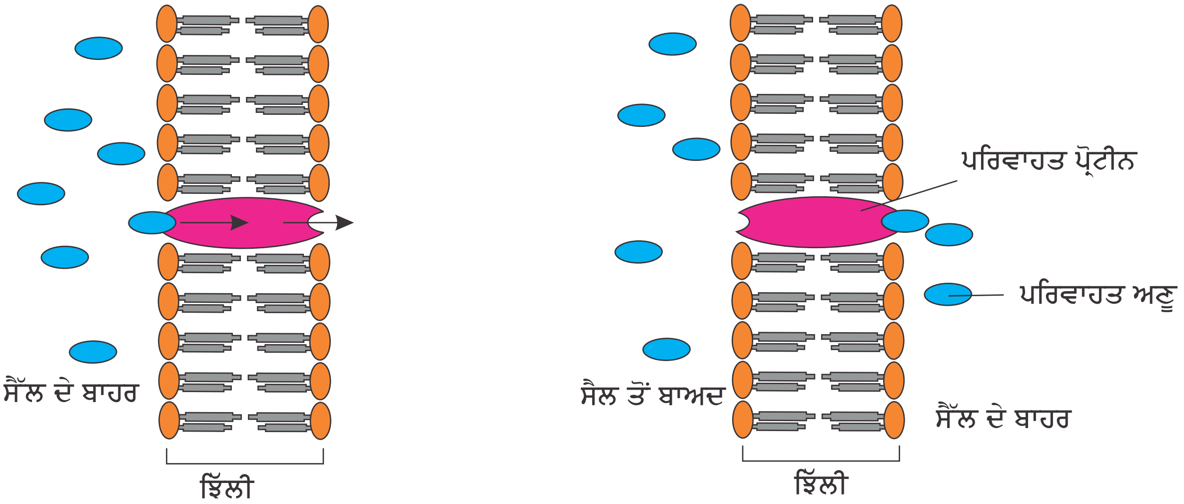
ਵਿਸਰਣ (Diffusion) ਦੀ ਦਰ ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਦਰਜੇ, ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਵੱਖ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਝਿੱਲੀ (Membrane) ਦੀ ਪਾਰਗਮਤਾ (Permeability) ਤਾਪ ਅਤੇ ਦਬਾਉ ਨਾਲ ਪ੍ਰਭਾਵਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

11.1.2. ਸੌਖਾ ਪ੍ਰਸਰਣ (Facilitated Diffusion)

ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਦਸਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਸਰਣ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਲਈ ਸੰਘਣਤਾ ਅੰਤਰ ਦਾ ਪਹਿਲਾਂ ਤੋਂ ਹੀ ਹੋਣਾ ਬਹੁਤ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਸਰਣ ਦੀ ਦਰ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਆਕਾਰ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਤਾਂ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਛੋਟੇ ਕਣ ਤੇਜ਼ ਗਤੀ ਨਾਲ ਪ੍ਰਸਰਣ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਵੀ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਪ੍ਰਸਰਣ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਜਾਣਾ ਉਸ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਲਿਪਿਡ (Lipid) ਵਿੱਚ ਘੁਲਣਸ਼ੀਲਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਲਿਪਿਡ ਵਿੱਚ ਘੁਲਣਸ਼ੀਲ ਪਦਾਰਥ ਝਿੱਲੀ ਰਾਹੀਂ ਤੇਜ਼ੀ ਨਾਲ ਪ੍ਰਸਰਣ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਜਿਸ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਅੰਸ਼ ਜਾਂ ਅੱਧਾ ਅੰਸ਼ (Moiety) ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਘੁਲਣਸ਼ੀਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਹ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਔਖਾ (ਕਠਿਨਾਈ ਨਾਲ਼) ਲੰਘਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਉਸ ਦੀ ਗਤੀ ਨੂੰ ਸੌਖਾ ਕਰਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਜਿਹੇ ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਆਰ-ਪਾਰ ਕਰਨ ਲਈ ਝਿੱਲੀ ਵਿਚਲਾ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਸਥਾਨ ਉਪਲਬਧ ਕਰਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਉਹ ਸੰਘਣਤਾ ਅੰਤਰ ਪੈਦਾ ਨਹੀਂ ਕਰ ਪਾਂਦੇ, ਜਦਕਿ ਸੰਘਣਤਾ ਅੰਤਰ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਤੌਰ ਤੇ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਭਾਵੇਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਤੋਂ ਮਦਦ ਮਿਲ ਰਹੀ ਹੋਵੇ, ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਨੂੰ ਸੌਖਾ ਪ੍ਰਸਰਣ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਸੌਖੇ ਵਿਸਰਣ (Facilitated Diffusion) ਵਿੱਚ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਕਰਨ ਲਈ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਮਦਦ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ ਏ.ਟੀ.ਪੀ. (A.T.P.) ਊਰਜਾ ਵੀ ਖਰਚ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਸੌਖਾ ਪ੍ਰਸਰਣ ਘੱਟ ਸੰਘਣਤਾ (Lower Concentration) ਤੋਂ ਉੱਚ ਸੰਘਣਤਾ (Higher Concentration) ਵੱਲ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਨੂੰ ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਰਿਵਹਿਨ ਦੀ ਗਤੀ-ਦਰ ਉਸ ਸਮੇਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਦੇ ਸਾਰੇ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਪੂਰਣ-ਰੂਪ ਨਾਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸੌਖਾ ਪ੍ਰਸਰਣ ਬਹੁਤ

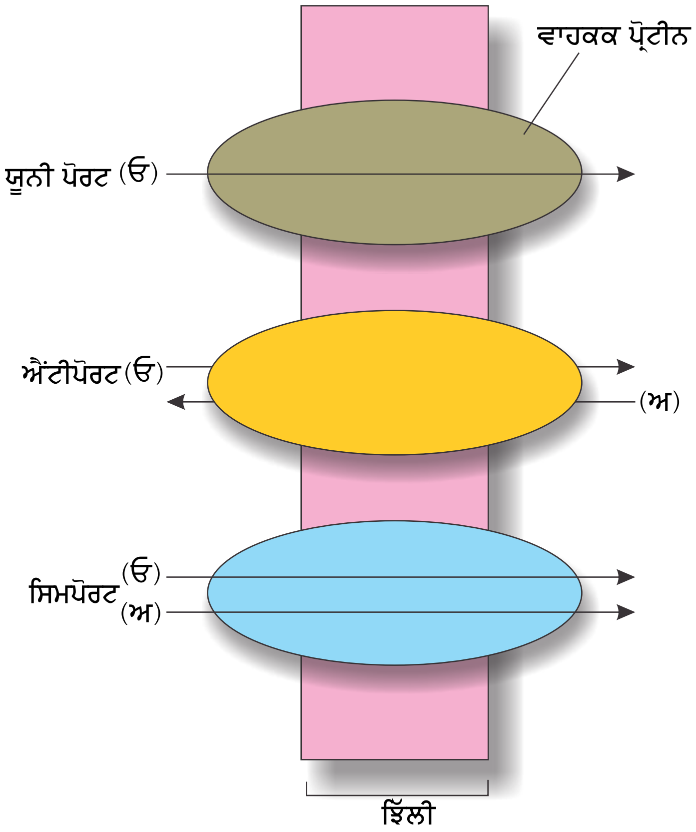
ਹੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸੈੱਲਾਂ ਨੂੰ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਅੰਦਰ ਆਣ ਲਈ ਚੋਣ ਕਰਨ ਦੀ, ਛੋਟ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਰੁਕਾਵਟਾਂ ਪ੍ਰਤੀ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਹੁੰਦੇ ਹੈ ਜਿਹੜੇ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਦੀ ਪਾਸਵੀਂ ਲੜੀ ਤੇ ਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਜਾਣ ਲਈ ਝਿੱਲੀ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਰਾਹ ਬਣਾਉਦੇ ਹਨ। ਕੁੱਝ ਰਸਤੇ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਖੁੱਲ੍ਹੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਕੁੱਝ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਕੁੱਝ ਵੱਡੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਭਿੰਨ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ



ਚਿੱਤਰ 11.1 ਸੌਖਾ ਪ੍ਰਸਰਣ (Facilitated Diffusion)

ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਪਾਰ-ਜਾਣ ਦੀ ਛੋਟ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਪੋਰਿਨ (Porins) ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਹੈ ਜੋ ਪਲਾਸਟਿਡ, ਮਾਈਟੋਕੌਂਡਰੀਆ ਅਤੇ ਬੈਕਟੀਰੀਆ ਦੀ ਬਾਹਰੀ ਝਿੱਲੀ ਵਿੱਚ ਵੱਡੇ ਆਕਾਰ ਦੇ ਛੇਕਾਂ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਝਿੱਲੀ ਵਿੱਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਛੋਟੇ ਆਕਾਰ/ਮਾਪ ਦੇ ਅਣੂ ਉਸ ਵਿੱਚੋਂ ਲੰਘ ਸਕਣ।

ਚਿੱਤਰ 11.1 ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਬਾਹਰੀ ਸੈੱਲ ਅਣੂ ਪਰਿਵਹਿਨ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਤੇ ਬੰਨ੍ਹੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਪਰਿਵਹਿਨ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਬਾਦ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮ ਕੇ ਸੈੱਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਅਣੂ ਨੂੰ ਆਜ਼ਾਦ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਜਲ ਮਾਰਗ (Water Channels) ਜੋ ਅੱਠ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਭਿੰਨ ਐਕਵਾ ਪੋਰਿਨਜ (Aquaporins) ਤੋਂ ਮਿਲਕੇ ਬਣਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 11.2 ਸੌਖਾ ਪ੍ਰਸਰਣ

11.1.2.1. ਕਿਰਿਆਹੀਨ ਸਿਮਪੋਰਟ ਤੇ ਐਂਟੀਪੋਰਟ (Passive Symports and Antiports)

ਕੁੱਝ ਵਾਹਕ ਜਾਂ ਪਰਿਵਹਿਨ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਪ੍ਰਸਰਣ ਦੀ ਇਜਾਜ਼ਤ ਤਾਂ ਹੀ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਜਦ ਦੋ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਅਣੂ ਇੱਕਠੇ ਚਲਦੇ ਹਨ। ਸਿਮਪੋਰਟ ਵਿੱਚ ਦੋਵੇਂ ਅਣੂ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਝਿੱਲੀ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਜਦਕਿ ਐਂਟੀਪੋਰਟ ਵਿੱਚ ਉਹ ਉਲਟੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਚਲਦੇ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 11.2)। ਜਦ ਇੱਕ-ਅਣੂ ਦੂਜੇ ਅਣੂ ਤੋਂ ਸੁੰਤਤਰ ਹੋ ਕੇ ਝਿੱਲੀ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਵਿਧੀ ਨੂੰ ਯੂਨੀਪੋਰਟ (Uniport) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

11.1.3. ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਪਰਿਵਹਿਨ/ਐਕਟਿਵ ਪਰਿਵਹਿਨ (Active Transport)

ਐਕਟਿਵ ਪਰਿਵਹਿਨ ਸੰਘਣਤਾ ਅੰਤਰ ਦੇ ਵਿਰੁੱਧ ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਪੰਪ ਕਰਨ ਲਈ ਊਰਜਾ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਐਕਟਿਵ ਪਰਿਵਹਿਨ ਝਿੱਲੀ-ਪ੍ਰੋਟੀਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪੂਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਪ੍ਰੋਟੀਨ (ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਤੇ ਕਿਰਿਆਹੀਣ ਦੋਵੇਂ) ਪਰਿਵਹਿਨ ਵਿੱਚ ਮੁੱਖ ਯੋਗਦਾਨ ਪਾਂਦੇ ਹਨ। ਪੰਪ ਇੱਕ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਹੈ ਜਿਹੜਾ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਪਾਰ ਕਰਨ ਲਈ ਊਰਜਾ ਦੀ ਵਰਤੋ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪੰਪ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਘੱਟ ਸੰਘਣਤਾ ਤੋਂ ਵੱਧ ਸੰਘਣਤਾ ਵੱਲ ਪਰਿਵਹਿਨ ਕਰਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਪਰਿਵਹਿਨ ਦੀ ਗਤੀ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਉੱਦੋ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦ ਪਰਿਵਹਿਨ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰੋਟੀਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਹੋਵੇ। ਐਨਜਾਇਮਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਾਹਕ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਝਿੱਲੀ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਪ੍ਰਤੀ ਬਹੁਤ ਸਾਵਧਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਰੁਕਾਵਟਾਂ ਪ੍ਰਤੀ ਵੀ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਦੀ ਪਾਸਵੀਂ ਲੜੀ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ।

11.1.4. ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪਰਿਵਹਿਨ ਢੰਗਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ। (Comparison of Different Transport Processes)

ਸਾਰਣੀ 11.1 ਵਿੱਚ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪਰਿਵਹਿਨ ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸਪਸ਼ਟ ਹੋ ਚੁੱਕਾ ਹੈ ਕਿ ਝਿੱਲੀ ਦਾ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਸੌਖੇ ਪ੍ਰਸਰਣ ਅਤੇ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਪਰਿਵਹਿਨ ਲਈ ਜ਼ੁੰਮੇਵਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇੱਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਉੱਚ ਚੋਣਵੇ ਪ੍ਰਸਰਣ ਹੋਣ ਦੇ ਆਮ ਲੱਛਣ ਜਿਵੇਂ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ (ਸਾਂਧਰ) ਹੋਣ, ਰੁਕਾਵਟਾਂ ਪ੍ਰਤੀ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਅਤੇ ਹਾਰਮੋਨਾਂ ਦੇ ਕੰਟਰੋਲ ਹੇਠ ਹੋਣਾ ਆਦਿ ਦਰਸਾਂਦੇ ਹਨ। ਪਰ ਪ੍ਰਸਰਣ ਭਾਵੇਂ ਸੌਖਾ ਹੋਵੇ ਜਾਂ ਨਾ, ਇਹ ਸੰਘਣਤਾ ਦਰਜੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ।

ਸਾਰਣੀ 11.1 ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪਰਿਵਹਿਨ ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ

ਗੁਣ	ਸਾਧਾਰਣ ਪ੍ਰਸਰਣ	ਸੌਖਾ ਪਰਿਵਹਿਨ	ਐਕਟਿਵ ਪਰਿਵਹਿਨ
ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਝਿੱਲੀ ਪ੍ਰੋਟੀਨਾਂ ਦੀ ਲੋੜ	ਨਹੀਂ	ਹਾਂ	ਹਾਂ
ਉੱਚ ਚੋਣਵਾਂਪਨ	ਨਹੀਂ	ਹਾਂ	ਹਾਂ
ਪਰਿਵਹਿਨ ਸਾਂਧਰ	ਨਹੀਂ	ਹਾਂ	ਹਾਂ
ਸਿਖ਼ਰ ਵੱਲ ਪਰਿਵਹਿਨ (Uphill)	ਨਹੀਂ	ਨਹੀਂ	ਹਾਂ
ਏ.ਟੀ.ਪੀ. ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ	ਨਹੀਂ	ਨਹੀਂ	ਹਾਂ

11.2 ਪੌਦਾ-ਜਲ ਸੰਬੰਧ (Plant Water Relations)

ਪੌਦਿਆਂ ਦੀਆਂ ਸਰੀਰਿਕ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਲਈ ਪਾਣੀ ਬਹੁਤ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਸਾਰੇ ਜੀਵਿਤ ਪ੍ਰਾਣੀਆਂ ਲਈ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਮੱਹਤਵਪੂਰਣ ਯੋਗਦਾਨ ਪਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਉਹ ਮਾਧਿਅਮ ਉਪਲਬਧ ਕਰਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਸਾਰੇ ਪਦਾਰਥ ਘੁਲਣਸ਼ੀਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜੀਵ-ਦ੍ਰਵ ਵਿੱਚ ਹਜ਼ਾਰਾਂ ਕਿਸਮਾਂ ਦੇ ਅਣੂ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਘੁਲ਼ੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਲਟਕਦੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇੱਕ ਤਰਬੂਜ਼ ਅੰਦਰ 92 ਪ੍ਰਤੀਸ਼ਤ ਤੋਂ ਵੀ ਵੱਧ ਪਾਣੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜ਼ਿਆਦਤਰ ਬੂਟੀਆਂ (Herbs) ਵਿੱਚ ਖੁਸ਼ਕ ਪਦਾਰਥ ਕੇਵਲ 10-15 ਪ੍ਰਤੀਸ਼ਤ ਹੀ ਹੁੰਦਾ

ਹੈ ਬਾਕੀ ਪਾਣੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹਲਾਂਕਿ ਇਹ ਗੱਲ ਬਿਲਕੁਲ ਸੱਚ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਪੌਦੇ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਦੀ ਵੰਡ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਲਕੜ ਵਾਲੇ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਥੋੜ੍ਹਾ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਨਰਮ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ। ਇੱਕ ਬੀਜ ਸੁੱਕਿਆ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਫਿਰ ਵੀ ਉਸ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਉਹ ਜੀਵਿਤ ਨਹੀਂ ਰਹਿ ਸਕੇਗਾ ਅਤੇ ਸਾਹ ਵੀ ਨਹੀਂ ਲੈ ਸਕੇਗਾ।

ਸਥਲੀ ਪੌਦੇ (Terestrial Plants) ਹਰ ਰੋਜ਼ ਭਾਰੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਗ੍ਰਹਣ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਪਰ ਪਤਿੱਆਂ ਰਾਹੀਂ ਇਸ ਦਾ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਹਿੱਸਾ ਵਾਸ਼ਪ ਉਤਸਰਜਨ (Transpiration) ਰਾਹੀ ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਉੱਡ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਮੱਕੀ ਦਾ ਇੱਕ ਪਕਿੱਆਂ ਹੋਇਆ ਪੌਦਾ ਇੱਕ ਦਿਨ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਤਿੰਨ ਲਿਟੱਰ ਪਾਣੀ ਸੋਖ਼ਦਾ ਹੈ ਜਦ ਕਿ ਸਰ੍ਹੋਂ ਦਾ ਇੱਕ ਪੌਦਾ ਪੰਜ ਘੰਟਿਆਂ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਆਪਣੇ ਭਾਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਪਾਣੀ ਸੋਖ਼ ਲੈਂਦਾ ਹੈ। ਪਾਣੀ ਦੀ ਇਸ ਭਾਰੀ ਮਾਤਰਾ ਦੀ ਮੰਗ ਹੋਣ ਕਾਰਣ ਇਹ ਹੈਰਾਨੀ ਨਹੀਂ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਕਿ ਖੇਤੀਬਾੜੀ ਅਤੇ ਕੁਦਰਤੀ ਪਰਿਆਵਰਣ ਵਿੱਚ ਪੌਦੇ ਦੇ ਵਾਧੇ ਅਤੇ ਉਤਪਾਦਨ ਨੂੰ ਸੀਮਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਸੀਮਾਕਾਰੀ (Limiting Factor) ਕਾਰਕ ਅਕਸਰ ਪਾਣੀ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

11.2.1 ਜਲ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸ਼ਕਤੀ (Water Potential)

ਪੌਦੇ-ਜਲ ਸੰਬੰਧਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਨ ਲਈ ਕੁੱਝ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸ਼ਬਦਾਂ ਦੀ ਸਮਝ ਅਧਿਐਨ ਨੂੰ ਆਸਾਨ ਬਣਾ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਜਲ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸ਼ਕਤੀ ਪਾਣੀ ਦੀ ਗਤੀ ਜਾਂ ਪਰਿਵਹਿਨ ਸਮਝਣ ਲਈ ਮੂਲ ਧਾਰਣਾ ਹੈ। ਘੁਲਕ ਸ਼ਕਤੀ (Solute Potential) ਜਾਂ ਘੁਲਕ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸ਼ਕਤੀ ਅਤੇ ਦਬਾਓ ਸ਼ਕਤੀ (Pressure Potential) ਜਾਂ ਦਬਾਓ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸ਼ਕਤੀ, ਜਲ ਸ਼ਕਤੀ (Water Potentral) ਨੂੰ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਦੋ ਮੁੱਖ ਕਾਰਕ ਹਨ।

ਪਾਣੀ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ (Kinetic Energy) ਪਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਦ੍ਰਵ ਅਤੇ ਗੈਸ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਉਹ ਅਨਿਯਮਿਤ (Random-motion) ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਪਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਇਹ ਗਤੀ ਤੇਜ਼ ਜਾਂ ਮੱਧਮ ਦੋਵੇਂ ਕਿਸਮਾਂ ਦੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਵੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਵਿੱਚ ਜੇ ਵੱਧ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਉਸ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਜਲ ਸ਼ਕਤੀ (Water Potential) ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਯਕੀਨੀ ਹੈ ਕਿ ਸ਼ੁੱਧ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਜਲ-ਸ਼ਕਤੀ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਲਈ ਪਾਣੀ ਉੱਚ ਜਲ-ਸ਼ਕਤੀ ਵਾਲੀ ਜਲ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਤੋਂ ਘੱਟ ਜਲ-ਸ਼ਕਤੀ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਵੱਲ ਗਤੀ ਕਰੇਗਾ। ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਦਾ ਇਹ ਵਰਤਾਰਾ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰ ਕਾਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਪ੍ਰਸਰਣ (Diffusion) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਲ-ਸ਼ਕਤੀ ਨੂੰ ਗਰੀਕ ਚਿੰਨ ਸਾਈ ਜਾ Ψ ਨਾਲ ਸੰਕੇਤਿਕ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਪਾਸਕਲ ਵਰਗੀ ਦਬਾਉ-ਇਕਾਈ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਪਰਾ ਅਨੁਸਾਰ ਸ਼ੁੱਧ ਜਲ ਦੀ ਜਲ ਸ਼ਕਤੀ ਨੂੰ ਇਕ ਮਾਨਕ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ (ਜੋ ਕਿਸੇ ਦਬਾਓ ਵਿੱਚ ਨਾ ਹੋਵੇ) ਸਿਫਰ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਜੇ ਕੁੱਝ ਘੁਲਕ (Solute) ਸ਼ੁੱਧ ਜਲ ਵਿੱਚ ਘੋਲੇ ਜਾਣ ਤਾਂ ਘੋਲ਼ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਪਾਣੀ ਘਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਕਰਕੇ ਸਾਰੇ ਘੋਲ਼ਾਂ ਵਿੱਚ ਸ਼ੁੱਧ ਜਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਜਲ-ਸ਼ਕਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਘਾਟ ਦਾ ਪ੍ਰਮਾਣ ਇੱਕ ਘੁਲਕ ਦੇ ਦ੍ਰਵੀਕਰਣ ਕਾਰਣ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਘੁਲਕ-ਸ਼ਕਤੀ (Solute-Potential) ਜਾਂ Ψ_S ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। Ψ_S ਹਮੇਸ਼ਾ ਨਕਾਰਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਦ ਘੁਲਕ ਦੇ ਅਣੂ ਵੱਧ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ Ψ_S ਵੱਧ ਨਕਾਰਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਵਾਯੂਮੰਡਲੀ ਦਬਾਓ ਤੇ ਘੁਲਕ (Solute) ਜਾਂ ਘੋਲ਼ (Solution) ਦੀ ਜਲ ਸ਼ਕਤੀ Ψ_w, ਘੁਲਕਸ਼ਕਤੀ Ψ_S ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਜੇ ਘੋਲ਼ (Solution) ਜਾਂ ਸ਼ੁੱਧ ਜਲ ਤੇ ਵਾਯੂਮੰਡਲੀ ਦਬਾਓ ਤੋਂ ਵੱਧ ਦਬਾਓ ਲਾਇਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਉਸ ਦੀ ਜਲ ਸ਼ਕਤੀ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਇਹ ਇੱਕ ਥਾਂ ਤੋਂ ਦੂਜੀ ਥਾਂ ਤੇ ਪਾਣੀ ਪੰਪ ਕਰਨ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਸੋਚ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਸਾਡੇ ਸਰੀਰ ਦੀ ਕਿਸ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਵਿੱਚ ਦਬਾਓ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਜਦ ਪ੍ਰਸਰਣ (Diffusions) ਰਾਹੀਂ ਪਾਣੀ ਪੌਦਾ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਹ ਸੈੱਲ ਕੰਧ (Cell Wall) ਉੱਤੇ ਬਲ ਵਧਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸੈੱਲ ਨੂੰ ਫੁਲਾ (Turgid) ਦਿੰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 11.2)। ਇਹ ਦਬਾਓ ਸ਼ਕਤੀ (Pressure Potential) ਨੂੰ ਵੀ ਵਧਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਦਬਾਓ ਸ਼ਕਤੀ ਅਕਸਰ ਸਕਾਰਾਤਮਕ (Positive) ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਭਾਵੇਂ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਨਕਾਰਾਤਮਕ ਸ਼ਕਤੀ (Negative Potential) ਜਾਂ ਜ਼ਾਈਲਮ ਦੇ ਜਲ-ਖੰਡ (Water Column) ਵਿੱਚ ਤਨਾਓ ਇੱਕ ਤਨੇ ਦੇ ਪਾਣੀ ਪਰਿਵਹਿਨ ਵਿੱਚ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਯੋਗਦਾਨ ਪਾਂਦਾ ਹੈ। ਦਬਾਓ ਸ਼ਕਤੀ ਨੂੰ Ψ_p ਸੰਕੇਤ ਨਾਲ ਪ੍ਰਗਟਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸੈੱਲ ਦੀ ਜਲ-ਸ਼ਕਤੀ ਘੁਲਕ

ਅਤੇ ਦਬਾਓ-ਸ਼ਕਤੀ ਦੋਵਾਂ ਤੋਂ ਹੀ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਵਾਂ ਵਿੱਚ ਸੰਬੰਧ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$\Psi w = \Psi + \Psi p$$

11.2.2. ਪਰਾਸਰਣ (Osmosis)

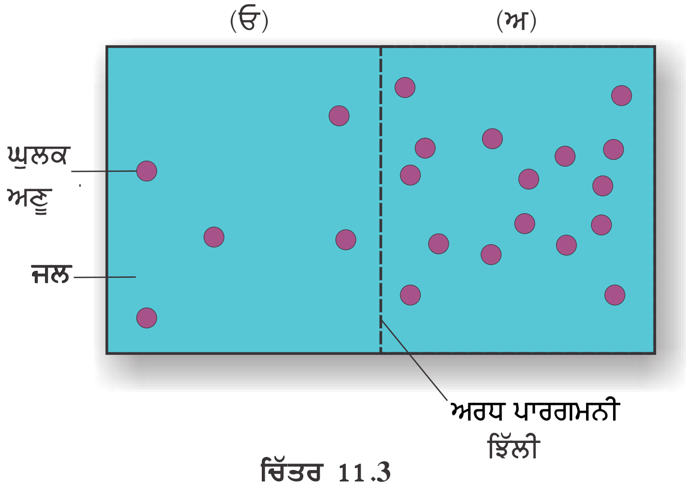
ਪੌਦੇ ਦੇ ਸੈੱਲ, ਸੈੱਲ-ਝਿੱਲੀ ਤੇ ਸੈੱਲ ਕੰਧ ਨਾਲ ਘਿਰੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਸੈਲ ਕੰਧ ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਘੋਲ਼ਾਂ ਪ੍ਰਤੀ ਸੁਤੰਤਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਾਰਗਮਣ (Permeable) ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਪਰਿਵਹਿਨ ਜਾਂ ਗਤੀ ਲਈ ਵਾਧਕ/ਰੋਕਣ ਵਾਲੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਇੱਕ ਪੌਦੇ ਦੇ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਇੱਕ ਸੈੱਲ ਝਿੱਲੀ ਅਤੇ ਕੇਂਦਰੀ ਰਸਧਾਨੀ (Central Vacuole) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਰਸਧਾਨੀ ਯੁਕਤ ਰਸ ਵੀ ਸੈਲ ਦੀ ਘੁਲਕ ਸ਼ਕਤੀ (Solute - Potential) ਵਿੱਚ ਹਿੱਸੇਦਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪੌਦਾ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਸੈਲ-ਝਿੱਲੀ ਅਤੇ ਰਸਧਾਨੀ ਦੀ ਝਿੱਲੀ, ਟੋਨੋਪਲਾਸਟ, ਦੋਵੇਂ ਇੱਕਠੇ ਸੈੱਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਅਤੇ ਬਾਹਰ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਗਤੀ ਨੂੰ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਪਰਾਸਰਣ (Osmosis) ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਭਿੰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ (Differently) ਜਾਂ ਅਰਧ ਚੋਣਵੀਂ ਪਾਰਗਮਨ ਝਿੱਲੀ (Semipermeable Membrane) ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਪਰਾਸਰਣ ਲਈ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਰਾਸਰਣ (Osmosis) ਆਪਣੇ ਆਪ ਹੀ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਬਲ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਨਾਲ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰਾਸਰਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਅਤੇ ਗਤੀ ਦਬਾਓ ਅੰਤਰ (Pressure Gradient) ਅਤੇ ਸੰਘਣਤਾ ਅੰਤਰ (Concentration Gradient) ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਪਾਣੀ ਆਪਣੇ ਉੱਚ ਰਸਾਇਣ-ਸ਼ਕਤੀ ਜਾਂ ਸੰਘਣਤਾ (Concentration) ਤੋਂ ਨਿਮਨ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸ਼ਕਤੀ ਵੱਲ ਤਦ ਤੱਕ ਵਹਿੰਦਾ ਹੈ ਜਦ ਤੱਕ ਕਿ ਬਰਾਬਰੀ (Equilibrium) ਤੇ ਨਾ ਪੁੱਜ ਜਾਵੇ। ਬਰਾਬਰੀ ਤੇ ਦੋਵਾਂ ਖਾਨਿਆਂ ਦੀ ਜਲ-ਸ਼ਕਤੀ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ।

ਤੁਸੀਂ ਸਕੂਲ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲੇ ਪੜਾਆਂ ਵਿੱਚ ਆਲੂ ਦਾ ਉਸਮੋਮੀਟਰ (Osmometer) ਬਣਾਇਆ ਹੋਵੇਗਾ। ਜੇ ਇਸ ਟਯੂਬਰ (Tuber) ਨੂੰ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਰਖਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਆਲੂ ਦੇ ਖੋੜ (Cavity) ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਖੰਡ ਦਾ ਗਾੜ੍ਹਾ ਘੋਲ (Concentrated Solution) ਪਰਾਸਰਣ ਰਾਹੀਂ ਪਾਣੀ ਇੱਕਠਾਂ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 11.3 ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰੋ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਦੋ ਖਾਨਿਆਂ (ੳ) ਅਤੇ (ਅ) ਵਿੱਚ ਘੋਲ ਰੱਖੇ ਗਏ।

ਸੈੱਲਾਂ ਨੂੰ ਭਰ ਕੇ ਅਰਧ ਪਾਰਗਮਨੀ ਝਿੱਲੀ (Semipermeable Membrane) ਰਾਹੀਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

(ੳ) ਕਿਸੇ ਖਾਨੇ ਦੇ ਘੋਲ਼ ਵਿੱਚ ਨਿਮਨ ਜਲਸ਼ਕਤੀ (Water Potential) ਹੈ ?



ਚਿੱਤਰ 11.3

(ਅ) ਕਿਸ ਖਾਨੇ ਦੇ ਘੋਲ਼ ਵਿੱਚ ਨਿਮਨਤਰ/ਘੱਟ ਘੁਲਕ-ਸ਼ਕਤੀ (Solute potential) ਹੈ ?

(ੲ) ਪਰਾਸਰਣ (Osmosis) ਕਿਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਭਵ ਹੋਵੇਗਾ ?

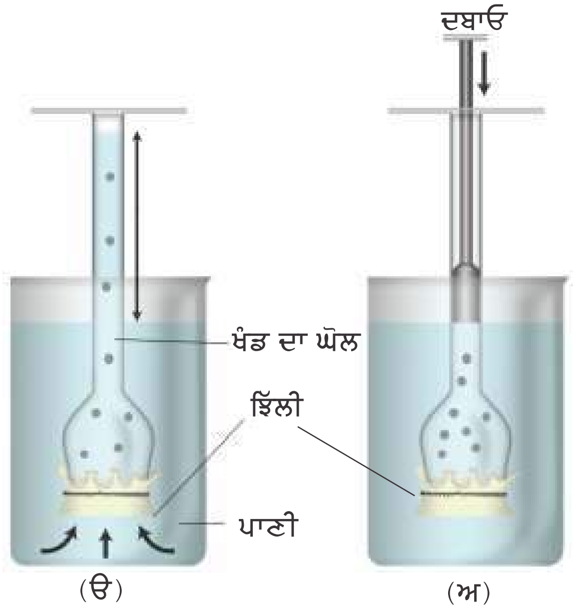
(ਸ) ਕਿਸ ਘੋਲ਼ ਦੀ ਉੱਚ ਘੁਲਕ ਸ਼ਕਤੀ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗੀ ?

(ਹ) ਬਰਾਬਰਤਾ (Equilibrium) ਸਮੇਂ ਕਿਸ ਖਾਨੇ ਵਿੱਚ ਜਲਸ਼ਕਤੀ ਨਿਮਨ/ਘੱਟ ਹੋਵੇਗੀ ?

(ਕ) ਜੇ ਕਿਸੇ ਖਾਨੇ ਵਿੱਚ **Ψ** ਦਾ ਮਾਨ–2000 *kPa* ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਜੇ ਵਿੱਚ 1000 k Pa ਹੈ **Ψ** ਤਾਂ ਕਿਸ ਖਾਨੇ ਵਿੱਚ ਉੱਚਤਰ **Ψ** ਹੋਵੇਗਾ।

ਆਉ ਇੱਕ ਹੋਰ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੀ ਚਰਚਾ ਕਰੀਏ ਜਿੱਥੇ ਸ਼ੱਕਰ ਦੇ ਘੋਲ ਨੂੰ ਇੱਕ ਕੀਫ ਵਿੱਚ ਲਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜੋ ਬੀਕਰ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਗਏ ਪਾਣੀ ਤੋਂ ਅਰਧ ਧਾਰਗਮਨ ਝਿੱਲੀ ਰਾਹੀਂ ਵੱਖ ਹੈ ਚਿੱਤਰ (11.4)। (ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀ ਝਿੱਲੀ ਇੱਕ ਅੰਡੇ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਧਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ, ਤੁਸੀਂ ਇੱਕ ਅੰਡੇ ਦੇ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਛੋਟਾ ਜਿਹਾ ਛੇਦ ਕਰਕੇ ਸਾਰਾ ਪੀਲਾ ਅਤੇ ਸਫੇਦ ਪਦਾਰਥ /ਯੋਕ ਅਤੇ ਐਲਬਿਯੂਮਿਨ, ਬਾਹਰ ਕਢੱ ਲਓ ਫਿਰ ਅੰਡੇ ਦੇ ਖੋਲ ਨੂੰ ਕੁੱਝ ਦੇਰ ਲੂਣ ਦੇ ਅਮਲ (HCl) ਘੋਲ਼ ਵਿੱਚ ਪਾ ਦਿਉ। ਅੰਡੇ ਦਾ ਕਵਚ ਫੁੱਲ ਜਾਵੇਗਾ ਅਤੇ ਉਸ ਦੀ ਝਿੱਲੀ ਸਾਬਤ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ।) ਪਾਣੀ ਕੀਪ ਵੱਲ ਗਤੀ ਕਰੇਗਾ ਅਤੇ ਕੀਪ ਵਿੱਚ ਘੋਲ ਦਾ ਪੱਧਰ ਵੱਧ ਜਾਵੇਗਾ। ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਤਦ ਤੱਕ ਜਾਰੀ ਰਹੇਗੀ ਜਦ ਤੱਕ ਕਿ ਸਮਾਨਤਾ (Equilibrium) ਦੀ ਅਵਸਥਾ ਨਹੀਂ ਆ ਜਾਂਦੀ। ਜੇ ਕਿਸੇ ਕਾਰਣ ਕਰਕੇ ਸ਼ੱਕਰ ਝਿੱਲੀ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲ ਆਵੇ ਤਾਂ ਕੀ ਸਮਾਨਤਾ ਦੀ ਅਵਸਥਾ ਆਵੇਗੀ ?

ਕੀਪ ਦੇ ਉਪਰਲੇ ਭਾਗ ਤੇ ਬਾਹਰੀ ਦਬਾਓ ਪਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਝਿੱਲੀ ਰਾਹੀ ਕੀਪ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਦਾ ਪਰਾਸਰਣ ਨਾ ਹੋਵੇ। ਇਹ ਦਬਾਓ ਪਾਣੀ ਦਾ ਪਰਾਸਰਣ ਹੋਣ ਤੋਂ ਰੋਕਦਾ ਹੈ। ਘੁਲਕ ਸੰਘਣਤਾ ਵੱਧ ਹੋਣ ਤੇ ਪਾਣੀ ਦਾ ਪਰਾਸਰਣ ਹੋਣ ਤੋਂ ਰੋਕਣ ਲਈ ਵੱਧ ਦਬਾਓ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸੰਖਿਇਕੀ ਆਧਾਰ 'ਤੇ (Numerically) ਪਰਾਸਰਣ ਦਬਾਓ (Osmotic Pressure) ਪਰਾਸਾਰਣ ਸ਼ਕਤੀ (Osmotic Potential) ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਇਸ ਦਾ ਸੰਕੇਤ ਉਲਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰਾਸਰਣ ਦਬਾਓ ਵਿੱਚ ਵਰਤਿਆ ਦਬਾਓ ਸਕਾਰਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦਕਿ ਪਰਾਸਰਣ ਸ਼ਕਤੀ ਨਕਾਰਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 11.4 ਪਰਾਸਰਣ (Osmosis) ਦਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਨ। ਇੱਕ ਕੀਪ ਵਿੱਚ ਸ਼ੱਕਰਾ ਦਾ ਘੋਲ਼ ਭਰ ਕੇ ਬੀਕਰ ਵਿੱਚ ਉਲਟਾ ਰਖਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਮੂੰਹ ਅਰਧ-ਪਾਰਗਮਨੀ ਝਿੱਲੀ ਨਾਲ ਬੱਧਾ ਹੈ। (ੳ) ਪਾਣੀ ਝਿੱਲੀ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਪਰਾਸਰਣ ਨਾਲ ਕੀਫ ਵਿੱਚ ਜਲ ਸਤਰ ਵਧਾਦਾਂ ਹੈ। (ਜਿਵੇਂ ਤੀਰ ਦੇ ਨਿਸ਼ਾਨ ਰਾਹੀਂ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ) (ਅ) ਕੀਫ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਦੇ ਵਹਾਅ ਨੂੰ ਰੋਕਣ ਲਈ ਦਬਾਓ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

11.2.3. ਜੀਵ ਦ੍ਰਵ ਸੁੰਗੜਨ/ਪਲਾਜ਼ਮੋਲੇਸਿਸ (Plasmolysis)

ਪੌਦਾ ਸੈੱਲਾਂ ਜਾਂ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਦੀ ਗਤੀ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਨਾ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਆਲ਼ੇ-ਦੁਆਲ਼ੇ ਦੇ ਘੋਲ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਬਾਹਰੀ ਘੋਲ਼ ਸੈੱਲ ਦ੍ਰਵ (Protoplasm) ਦੇ ਪਰਾਸਰਣ ਦਬਾਓ (Osmotic Pressure) ਨੂੰ ਸੰਤੁਲਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਨੂੰ ਸਮਪਰਾਸਰੀ (Isotonic) ਘੋਲ਼ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜੇ ਬਾਹਰੀ ਘੋਲ ਸੈੱਲ-ਦ੍ਰਵ ਤੋਂ ਵੱਧ ਪਤਲਾ (Dilute) ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਉਸ ਘੋਲ਼ ਨੂੰ ਅਲਪਪਰਾਸਰੀ ਜਾਂ ਹਾਈਪੋਟੌਨਿਕ (Hypotonic) ਘੋਲ਼ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਜੇ ਬਾਹਰੀ ਘੋਲ਼ ਸੈੱਲ-ਦ੍ਰਵ ਤੋਂ ਗਾੜਾ (Concentrated) ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਅਜਿਹੇ ਘੋਲ਼ ਨੂੰ ਅਤਿਪਰਾਸਰੀ ਜਾਂ ਹਾਈਪਰਟੌਨਿਕ (Hypertonic) ਘੋਲ਼ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸੈੱਲ ਹਾਈਪੋਟੌਨਿਕ ਘੋਲ਼ ਵਿੱਚ ਫੁਲਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਹਾਈਪਰ ਟੌਨਿਕ ਘੋਲ਼ ਵਿੱਚ ਸੁੰਗੜਦੇ ਹਨ।

ਜੀਵ-ਦ੍ਰਵ ਸੁੰਗੜਨ ਜਾਂ ਪਲਾਜ਼ਮੋਲਾਇਸਿਸ ਤਦ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦ ਸੈੱਲ ਤੋਂ ਪਾਣੀ ਬਾਹਰ ਗਤੀ ਕਰ ਜਾਵੇ ਅਤੇ ਪੌਦਾ ਸੈੱਲ ਦੀ ਸੈੱਲ ਝਿੱਲੀ (Cell Membrane) ਸੁੰਗੜ ਕੇ ਸੈੱਲ-ਕੰਧ (Cell Wall) ਤੋਂ ਵੱਖ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਅਜਿਹਾ ਤਦ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦ ਸੈੱਲ ਜਾਂ ਟਿਸ਼ੂ ਨੂੰ ਹਾਈਪਰ ਟੌਨਿਕ ਘੋਲ਼ ਵਿੱਚ ਰਖਿਆ ਜਾਵੇ। ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਸੈੱਲ-ਦ੍ਰਵ ਤੋਂ ਪਾਣੀ ਬਾਹਰ ਆਂਦਾ ਹੈ, ਫਿਰ ਰਸਧਾਨੀ (Vacuole) ਵਿੱਚੋਂ ਜਦ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚੋਂ ਪ੍ਰਸਰਣ (Diffusion) ਰਾਹੀਂ ਪਾਣੀ ਨਿਕਲ ਕੇ ਬਾਹਰੀ ਦ੍ਰਵ ਵਿੱਚ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਤਦ ਸੈੱਲ, ਸੈੱਲ -ਭਿੱਤੀ ਤੋਂ ਵੱਖ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਸੈੱਲਾਂ ਦਾ ਜੀਵ-ਦ੍ਰਵ ਸੁੰਗੜਨ ਜਾ ਪਲਾਜਮੋਲਾਇਸਿਸ (Plasmolysis) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਪਾਣੀ ਦਾ ਪਰਿਵਹਿਨ ਉੱਚੇ ਜਲ-ਸ਼ਕਤੀ (Water Potential) ਖੇਤਰ (ਭਾਵ-ਸੈੱਲ) ਤੋਂ ਨੀਵੇਂ ਜਲਸ਼ਕਤੀ ਖੇਤਰ (Lower water Potential) ਵਿੱਚ ਸੈੱਲ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 11.5)।

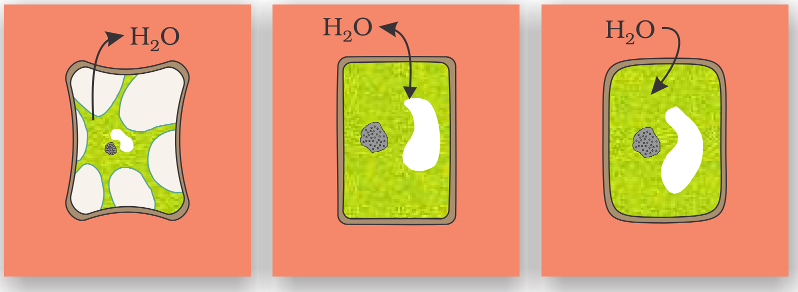
ਜੀਵ-ਦ੍ਰਵ ਸੁੰਗੜ/ਪਲਾਜਮੋਲਾਇਜਡ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਸੈਲ-ਭਿੱਤੀ ਅਤੇ ਸੁੰਗੜੇ ਸੈੱਲ ਦ੍ਰਵ ਵਿੱਚਕਾਰ ਥਾਂ ਨੂੰ ਕੌਣ ਭਰਦਾ ਹੈ ?

ਜਦ ਸੈੱਲਾਂ ਜਾਂ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਨੂੰ ਸਮ ਪਰਾਸਰੀ/ਆਈਸੋਟੋਨਿਕ (Isotonic) ਘੋਲ਼ ਵਿੱਚ ਰਖਿੱਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪਾਣੀ ਦਾ ਕੁੱਲ ਵਹਾਅ ਅੰਦਰ ਜਾਂ ਬਾਹਰ ਵੱਲ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਬਾਹਰੀ ਘੋਲ਼ ਪ੍ਰੋਟੋਪਲਾਜ਼ਮ ਦੇ ਪਰਾਸਰੀ ਦਬਾਓ (Osmotic Pressure) ਨੂੰ ਸੰਤੁਲਿਤ ਰੱਖਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਨੂੰ ਸਮਪਰਾਸਰੀ ਜਾਂ ਆਈਸੋਟੋਨਿਕ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸੈਲਾਂ ਵਿੱਚ ਜਦ ਪਾਣੀ ਅੰਦਰ ਅਤੇ ਬਾਹਰ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸੈੱਲ ਸੰਤੁਲਨ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਕਹੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਸੈੱਲਾਂ ਨੂੰ ਢਿੱਲਾ ਜਾ ਸੁੰਗੜਿਆ (Flaccid) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਜੀਵ-ਦ੍ਰਵ ਸੁੰਗੜਨ (Plasmolysis) ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਵਰਤੀ (Reversible) ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਦ ਸੈੱਲਾਂ ਨੂੰ ਅਲਪ ਪਰਾਸਰੀ ਜਾਂ ਹਾਈਪੋਟੈਨਿਕ ਘੋਲ਼ (ਉੱਚੇ ਜਲ-ਸ਼ਕਤੀ ਜਾਂ ਜੀਵ-ਦ੍ਰਵ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਪਤਲਾ (Dilute) ਵਿੱਚ ਰਖਿੱਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸੈੱਲ ਦਾ ਪਾਣੀ ਪ੍ਰਸਰਿਤ (Diffuse) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਪਾਣੀ ਜੀਵ ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਅੰਦਰ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤੇ ਜੀਵ ਦ੍ਰਵ ਪ੍ਰੋਟੋਪਲਾਜ਼ਮ ਕੰਧ ਤੇ ਦਬਾਓ ਬਣਾਉਣ ਦਾ ਕਾਰਣ ਬਨਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਟਰਗਰ ਦਬਾਓ (Trugor Pressure) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਪਾਣੀ ਅੰਦਰ ਘੁਸਣ ਕਾਰਣ ਜੀਵ-ਦ੍ਰਵ ਦੁਆਰਾਂ ਪ੍ਰਗਟ ਕੀਤੇ ਸੈੱਲ-ਕੰਧ ਦਬਾਓ ਦੇ ਉਲਟ ਦਬਾਉ ਨੂੰ ਦਬਾਓ ਸ਼ਕਤੀ Ψ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸੈੱਲ-ਭਿੱਤੀ (Cell Wall) ਦੀ ਕਠੋਰਤਾ ਕਾਰਣ ਸੈੱਲ ਫੱਟਦਾ ਨਹੀਂ। ਇਹ ਟਰਗਰ ਦਬਾਓ (Turgor Pressure) ਅੰਤ ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਵਾਧੇ ਅਤੇ ਫੈਲਾਓ ਲਈ ਜ਼ੰਮੇਵਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇੱਕ ਢਿੱਲੇ ਸੈੱਲ ਦਾ Ψ_P ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ?

ਪੌਦਿਆਂ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਕਿਸ ਜੀਵ ਵਿੱਚ ਸੈੱਲ ਭਿੱਤੀ (Cell Wall) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ?



ਚਿੱਤਰ 11.5 ਪੌਦਾ ਸੈੱਲਾਂ ਦਾ ਜੀਵ-ਦ੍ਰਵ ਸੁੰਗੜਨ (Pressure Potential)

11.2.4. ਅੰਦਰੂਨੀ ਸੋਖਣ (Imbibition)

ਅੰਦਰੂਨੀ ਸੋਖਣ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਕਿਸਮ ਦਾ ਪ੍ਰਸਰਣ (Diffusion) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦ ਠੋਸਾਂ ਅਤੇ ਕੋਲਾਇਡਲਾਂ (Colloidals) ਦੁਆਰਾ ਪਾਣੀ ਸੋਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਕਾਰਣ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅੰਦਰੂਨੀ ਸੋਖਣ ਦੀਆਂ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਉਦਾਹਰਣਾਂ ਹਨ- ਬੀਜਾਂ ਅਤੇ ਸੁਕੀਆਂ ਲਕੜਾਂ ਰਾਹੀਂ ਪਾਣੀ ਦਾ ਸੋਖਣ, ਫੁੱਲੀ ਹੋਈ ਲਕੜੀ ਜਾਂ ਲਕੜੀ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਕੀਤੇ ਦਬਾਓ ਦੀ ਵਰਤੋਂ, ਆਦਿ-ਮਾਨਵ ਰਾਹੀ ਵੱਡੀਆਂ ਚਟੱਾਨਾਂ ਅਤੇ ਪਥੱਰਾ ਨੂੰ ਤੋੜਨ ਲਈ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਰਹੀ ਹੈ। ਜੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸੋਖਣ ਰਾਹੀ ਦਬਾਓ ਨਾ ਹੁੰਦਾ ਤਾਂ ਬੀਜ ਦੀਆਂ ਪੁੰਗਾਰਾਂ ਖੁੱਲੀ ਜਮੀਨ ਵਿੱਚ ਉਭੱਰ ਕੇ ਬਾਹਰ ਨਹੀਂ ਆ ਸਕਦੀਆਂ ਸਨ ਅਤੇ ਨਾ ਹੀ ਬਾਹਰ ਆ ਕੇ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਸਕਦੀਆਂ ਸਨ।

ਅੰਦਰੂਨੀ ਸੋਖਣ (Imbibition) ਵੀ ਇੱਕ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਸਰਣ (Diffusion) ਕਿਰਿਆ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਪਾਣੀ ਦੀ ਗਤੀ ਸੰਘਣਤਾ ਅੰਤਰ (Concentration Gradient) ਅਨੁਸਾਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਬੀਜ ਜਾਂ ਅਜਿਹੇ ਹੋਰ

ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਨਾਂ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਉਹ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਪਾਣੀ ਦਾ ਸੋਖ਼ਣ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਸੋਖੇ ਗਏ ਜਾਂ ਅੰਦਰ ਸੋਖ ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਜਲ-ਸ਼ਕਤੀ (Water Potential) ਅੰਤਰ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾਂ ਕੋਈ ਵੀ ਪਦਾਰਥ ਜੋ ਕਿਸੇ ਵੀ ਦ੍ਰਵ ਦਾ ਅੰਦਰੂਨੀ-ਸੋਖਣ (Imbibition) ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸੋਖੇ ਪਦਾਰਥ ਅਤੇ ਦ੍ਰਵ ਵਿਚਕਾਰ ਬੰਧਤਾ (Affinity) ਹੋਣਾ ਪਹਿਲੀ ਸ਼ਰਤ ਹੈ।

11.3. ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਪਾਣੀ ਦਾ ਪਰਿਵਹਿਨ (Long Distance Transport of Water)

ਮੁੱਢਲੀ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਇੱਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੌਰਾਨ ਤੁਸੀਂ ਰੰਗੀਨ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਚਿੱਟੇ ਫੁੱਲਾਂ ਵਾਲੀ ਟਹਿਣੀ ਪਾਈ ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਰੰਗ ਦੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨੂੰ ਵੀ ਵੇਖਿਆ ਹੋਵੇਗਾ। ਟਹਿਣੀ ਦੇ ਕੱਟੇ ਸਿਰੇ ਨੂੰ ਕੁੱਝ ਦੇਰ ਰੰਗੀਨ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਰੱਖਣ ਤੋਂ ਬਾਦ ਤੁਸੀਂ ਜ਼ਰੂਰ ਉਸ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਨਾਲ ਵੇਖਿਆ ਹੋਵੇਗਾ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਰੰਗੀਨ ਪਾਣੀ ਦਾ ਪਰਿਵਹਿਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਯੋਗ ਅਸਾਨੀ ਨਾਲ ਇਹ ਦਰਸਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪਰਿਵਹਿਨ ਦਾ ਰਸਤਾ ਸੰਵਹਿਣੀ ਬੰਡਲ ਰਾਹੀਂ ਮੁੱਖ ਤੌਰ ਤੇ ਜ਼ਾਈਲਮ ਰਾਹੀਂ ਹੈ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਹੋਰ ਅੱਗੇ ਵਧਣਾ ਹੈ। ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਹੋਰ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਪਰਿਵਹਿਨ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਸਮਝਣਾ ਹੈ।

ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਪਰਿਵਹਿਨ ਕੇਵਲ ਪਰਾਸਰਣ (Diffusion) ਰਾਹੀਂ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦਾ। ਪਰਾਸਰਣ ਇੱਕ ਧੀਮੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਪਹੁੰਚਾਣ ਦੇ ਯੋਗ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ ਇੱਕ ਆਮ ਪੌਦਾ ਸੈਲ (ਲਗਭਗ 50 um) ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਅਣੂ ਨੂੰ ਗਤੀ ਕਰਨ ਲਈ ਲਗਭਗ 2.5 ਸੈਕੰਡ ਸਮਾਂ ਲਗਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦਰ ਤੋਂ ਤੁਸੀਂ ਗਣਨਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਪੌਦੇ ਅੰਦਰ ਇੱਕ ਮੀਟਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੈ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਪਰਾਸਰਣ ਰਾਹੀਂ ਕਿੱਨਾਂ ਸਮਾਂ ਲਗੇਗਾ ?

ਵੱਡੇ ਅਤੇ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਜੀਵਾਂ ਵਿੱਚ ਜਿਆਦਾਤਰ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਪਰਿਵਹਿਨ ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਦੇ-ਕਦੇ ਉਤਪਾਦਨ ਜਾਂ ਸੋਖਣ ਜਾਂ ਸੰਗ੍ਰਹਿਣ ਦੇ ਸਥਾਨ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ ਕਾਫ਼ੀ ਦੂਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਪਰਾਸਰਣ ਅਤੇ ਐਕਟਿਵ ਪਰਿਵਹਿਨ ਕਾਫ਼ੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਖਾਸ ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਦਾ ਪਰਿਵਹਨ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਜ਼ਰੂਰੀ ਪਦਾਰਥ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰੂਪ ਨਾਲ ਤੇਜ਼ ਗਤੀ ਨਾਲ ਪੁੱਜ ਸਕਣ ਪਾਣੀ, ਖਣਿਜ ਅਤੇ ਭੋਜਨ (Mass or Bulk Flow) ਸਮੂਹਿਕ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਰਾਹੀਂ ਪਰਿਵਹਿਨ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸਮੂਹਿਕ ਰੂਪ ਜਾਂ ਥੋਕ (Bulk-Flow) ਵਿੱਚ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਸਥਾਨ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਸਥਾਨ ਤੱਕ ਪਰਿਵਹਿਨ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ ਵਿੱਚਕਾਰ ਦਬਾਓ ਦੀ ਭਿੰਨਤਾ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਮੂਹਿਕ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੀ ਇਹ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਹੈ ਕਿ ਪਦਾਰਥ ਚਾਹੇ ਘੋਲ਼ (Solution) ਹੋਵੇ ਜਾਂ ਲਟਕਣ (Suspenslon) ਨਦੀ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਵਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪ੍ਰਸਰਣ ਤੋਂ ਭਿੰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿੱਥੇ ਭਿੰਨ ਪਦਾਰਥ ਆਪਣੀ ਸੰਘਣਤਾ ਅਨੁਸਾਰ ਸੁੰਤਤਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਹੀ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਥੋਕ ਪ੍ਰਵਾਹ ਨੂੰ ਤਾਂ ਧਨਾਤਮਕ ਜਲੀ ਦਬਾਓ ਅੰਤਰ (ਬਗੀਚੇ ਦੀ ਪਾਈਪ) ਜਾਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਜਲੀ ਦਬਾਓ ਅੰਤਰ (ਜਿਵੇਂ ਸਟਰਾਅ/ਪੁਆਲ ਰਾਹੀਂ ਚੂਸਣਾ) ਰਾਹੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਸੰਵਹਿਣੀ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਰਾਹੀ ਸਮੂਹਿਕ ਜਾਂ ਥੋਕ ਗਤੀ ਨੂੰ ਸਥਾਨੰਤਰਣ (Translocation) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਕੀ ਤੁਹਾਨੂੰ ਯਾਦ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਲੰਬੇ ਪੌਦਿਆਂ ਦੀਆਂ ਜੜ੍ਹਾਂ, ਤਨਿਆ ਅਤੇ ਪੱਤਿਆ ਦੇ ਕਾਟ ਖੇਤਰਾਂ (Transversel Sections) ਨੂੰ ਦੇਖਿਆ ਸੀ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸੰਵਹਿਣੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ (Vascular System) ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਸੀ ? ਉੱਚ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਹੀ ਉੱਚ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਦਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸੰਵਿਹਣੀ ਟਿਸ਼ੂ (Specialised Vascular Tissues) ਜ਼ਾਈਲਮ (XY-LEM) ਅਤੇ ਫਲੋਇਮ (PHLOEM) ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜ਼ਾਈਲਮ ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ, ਖਣਿਜ ਲੂਣਾਂ, ਕੁੱਝ ਕਾਰਬਨਿਕ, ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਅਤੇ ਹਾਰਮੋਨ ਨੂੰ ਜੜ੍ਹਾਂ ਤੋਂ ਹਵਾਈ (Aerial) ਭਾਗ ਤੱਕ ਸਥਾਨੰਤਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਫਲੋਇਮ ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਕਾਰਬਨਿਕ ਅਤੇ ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਘੋਲ਼ਾਂ ਨੂੰ ਪੱਤਿਆਂ ਤੋਂ ਪੌਦੇ ਦੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਭਾਗਾਂ ਤੱਕ ਸਥਾਨੰਤਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

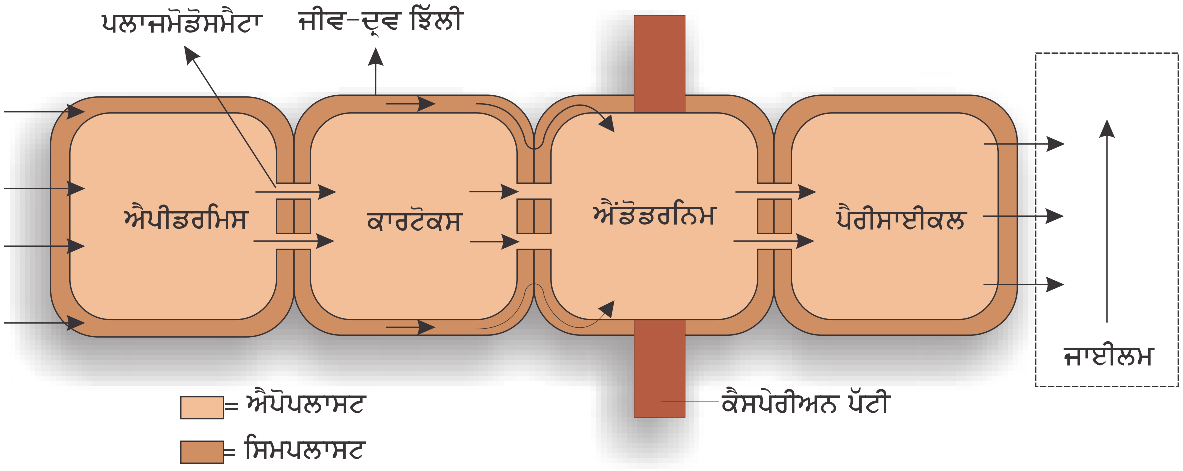
11.3.1. ਪੌਂਦੇ ਪਾਣੀ ਨੂੰ ਕਿਵੇਂ ਸੋਖਦੇ ਹਨ ? (How Do Plants Absorb Water ?)

ਅਸੀਂ ਸਾਰੇ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜੜ੍ਹਾਂ ਹੀ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਪਾਣੀ ਨੂੰ ਸੋਖ਼ਦੀਆਂ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਪਾਣੀ ਨੂੰ ਮਿੱਟੀ ਵਿੱਚ ਪਾਂਦੇ ਹਾਂ ਨਾ ਕਿ ਪੱਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਖਣਿਜ ਤੱਤਾਂ ਨੂੰ ਸੋਖਣ ਦੀ ਜਿੰਮੇਂਵਾਰੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜੜ੍ਹ-ਰੋਮਾਂ/ਰੂਟ ਹੇਅਰ (Root Hairs) ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋਕਿ ਜੜ੍ਹਾਂ ਦੇ ਅਗਲ਼ੇ ਭਾਗ ਤੇ ਲੱਖਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿੱਚ ਪਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਜੜ੍ਹ-ਰੋਮ ਪਤਲੀ ਕੰਧ ਵਾਲੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਸੋਖਣ ਲਈ ਵੱਡਾ ਖੇਤਰ ਉਪਲਬਧ ਕਰਾਂਦੇ ਹਨ। ਪਾਣੀ, ਖਣਿਜ ਘੁਲਕਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਜੜ੍ਹ ਰੋਮ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਸ਼ੁਧ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਰਣ (Diffusion) ਰਾਹੀਂ ਸੋਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਵਾਰ ਜਦੋਂ ਜੜ੍ਹ-ਰੋਮ ਰਾਹੀਂ ਪਾਣੀ ਸੋਖ ਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਜੜ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਅੰਦਰਲੀਆਂ ਪਰਤਾਂ ਵਿੱਚ ਦੋ ਭਿੰਨ ਪੱਥਾਂ ਰਾਹੀਂ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪੱਥ ਹਨ :

* ਐਪੋਪਲਾਸਟ ਪੱਥ (Apoplast Pathway)
* ਸਿਮਪਲਾਸਟ ਪੱਥ (Symplast Pathway)

ਐਪੋਪਲਾਸਟ ਨੇੜੇ ਦੇ ਸੈੱਲ ਦੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਹੈ ਜੋ ਜੜ੍ਹਾਂ ਦੀ ਐਂਡੋਡਰਮਿਸ ਵਿੱਚ (Endodermis) ਮੌਜੂਦ ਕੈਸਪੇਰੀਅਨ ਪੱਟੀ (Casparian strips) ਨੂੰ ਛੱਡ ਕੇ ਪੂਰੇ ਪੌਦੇ ਵਿੱਚ ਫੈਲਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 11.6)। ਪਾਣੀ ਦਾ ਐਪੋਪਲਾਸਟਿਕ ਪਰਿਵਹਿਨ ਕੇਵਲ ਅੰਤਰਸੈੱਲੀ ਥਾਵਾਂ (Inter Cellular Space) ਅਤੇ ਸੈੱਲ ਕੰਧਾਂ (Cell walls) ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਐਪੋਪਲਾਸਟ ਰਾਹੀਂ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਪਰਿਵਹਿਨ ਸੈੱਲ ਝਿੱਲੀ ਨੂੰ ਪਾਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਗਤੀ-ਅੰਤਰ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਐਪੋਪਲਾਸਟ ਪਾਣੀ ਦੇ ਪਰਿਵਹਿਨ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵੀ ਰੁਕਾਵਟ ਨਹੀਂ ਪਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜਲ ਪਰਿਵਹਿਨ ਸਮੂਹਿਕ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਰਾਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਪਾਣੀ ਅੰਤਰਸੈਲੀ ਥਾਵਾਂ (Inter Cellular Spaces) ਜਾਂ ਵਾਤਾਵਰਣ ਵਿੱਚ ਵਾਸ਼ਪਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਐਪੋਪਲਾਮਟ ਦੇ ਸਾਰੇ ਜਲ-ਪ੍ਰਵਾਹ ਵਿੱਚ ਤਨਾਅ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪਾਣੀ ਦੇ ਚਿਪਕਣ (Adhesive) ਅਤੇ ਨਾ ਚਿੰਬੜਨ (Cohessive) ਦੇ ਗੁਣ ਕਾਰਣ ਪਾਣੀ ਦਾ ਸਮੂਹਿਕ ਪ੍ਰਵਾਹ ਹੁੰਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

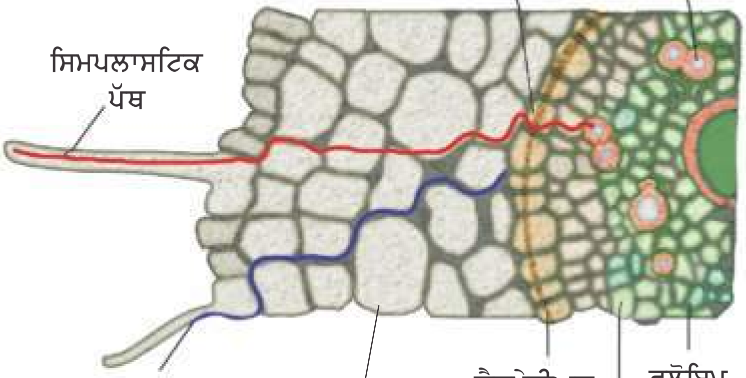
ਸਿਮਪਲਾਸਟਿਕ ਪ੍ਰਣਾਲੀ (Symplastic System) ਆਪਸੀ ਜੁੜੇ ਪ੍ਰੋਟੋਪਲਾਸਟ ਦੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਗੁਆਂਢੀ ਸੈੱਲ, ਸੈੱਲ-ਲੜੀਆਂ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਕਿ ਸਾਈਟੋਪਲਾਜ਼ਮਿਕ ਤੰਦਾਂ ਤੱਕ ਵਿਸਥਾਰ ਪੂਰਵਕ ਫੈਲੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 11.6 ਜੜ੍ਹ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਦੀ ਗਤੀ ਦਾ ਪੱਥ।

ਸਿਮਪਲਾਸਟਿਕ ਪਰਿਵਹਿਨ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰੋਟੋਪਲਾਜ਼ਮ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਰਾਹੀਂ ਅਤੇ ਅੰਤਰ ਸੈੱਲੀ ਪਰਿਵਹਿਨ ਵਿੱਚ ਇਹ ਜੀਵ-ਦ੍ਰਵ ਤੰਦ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਰਾਹੀਂ ਅੱਗੇ ਵਧਦਾ ਹੈ। ਪਾਣੀ, ਸੈੱਲਾਂ ਅੰਦਰ ਸੈੱਲ-ਝਿੱਲੀ ਰਾਹੀਂ ਦਾਖਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਪਰਿਵਹਿਨ ਆਮ-ਤੌਰ ਤੇ ਧੀਮਾਂ ਹੁੰਦਾ

ਹੈ। ਸਿਮਪਲਾਸਟ ਪਰਿਵਹਿਨ ਵਿੱਚ ਸੈਲ ਦ੍ਰੱਵ-ਪ੍ਰਵਾਹਨ (Cytoplasmic Streaming)) ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਸੈਲ ਦ੍ਰਵੀ-ਪ੍ਰਵਾਹਨ ਨੂੰ ਹਾਈਡਰਿਲਾ ਦੇ ਪਤਿੱਆਂ ਦੇ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਵੇਖਿਆ ਹੋਵੇਗਾ, ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਦਾ ਪਰਿਵਹਿਨ-ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੇ ਕਾਰਣ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਜੜ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਜਲ-ਪ੍ਰਵਾਹ ਐਪੋਪਲਾਸਟ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਰਾਹੀਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਕਾਰਟੀਕਲ ਸੈੱਲ (Cortical Cells) ਢਿੱਲੇ ਗਠਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਪਾਣੀ ਦੀ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਉੱਤਪਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਹਾਲਾਂਕਿ ਕਾਰਟੀਕਲ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸੀਮਾ, ਐਂਡੋਡਰਮਿਸ (Endodermis) ਪਾਣੀ ਲਈ ਅਪ੍ਰਵੇਸ਼ੀ (Impervious) ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਜਿਹਾ ਸੁਬਰਾਈਜ਼ਡ ਮੈਟਰਿਕਸ ਕਾਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਕੈਸਪੇਰੀਅਨ ਪੱਟੀ (Casparian Strip) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਾਣੀ ਦਾ ਅਣੂ ਪਰਤ ਵਿੱਚੋਂ ਲੰਘਣ ਦੇ ਅਸਮਰਥ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਅਸੁਬੀਰਾਈਡ ਸੈੱਲ ਭਿੱਤੀ ਖੇਤਰ ਵੱਲ ਮੁੜ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਰਾਹੀਂ ਸੈਲ ਅੰਦਰ ਭੇਜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਬਾਦ ਪਾਣੀ ਸਿਮਪਲਾਸਟ ਰਾਹੀਂ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਮੁੜ ਝਿੱਲੀ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਕਿ ਜ਼ਾਈਲਮ ਸੈੱਲਾਂ ਤੱਕ ਪੁੱਜ ਸਕੇ। ਪਾਣੀ ਦੀ ਗਤੀ ਮੂਲ-ਪਰਤ ਤੋਂ ਅੰਤਲੇ ਸੈੱਲਾਂ ਤੱਕ ਸਿਮਪਲਾਸਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਹੀ ਇੱਕ ਰਸਤਾ ਹੈ ਜਿਸ ਰਾਹੀਂ ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਹੋਰ ਘੁਲਕ ਵੈਸਕੁਲਰ ਬੰਡਲ ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 11.7 ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਖਣਿਜ ਆਇਨਾਂ ਦਾ ਸਿਮਪਲਾਸਟ ਐਪੋਸਲਾਸਟਿਕ ਪੱਥ ਅਤੇ ਜੜਾਂ ਅੰਦਰ ਪ੍ਰਵਾਹ।

ਇੱਕ ਵਾਰ ਜ਼ਾਈਲਮ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪੁੱਜਣ ਤੇ ਪਾਣੀ ਮੁੜ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਜਾਣ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਨਵੀਆਂ ਜੜ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਸਿੱਧਾ ਜ਼ਾਈਲਮ ਵਹਿਣੀਆਂ (Xylem Vesicles) ਅਤੇ ਟਰੈਕੀਡਜ (Tracheids) ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਜੀਵਨ-ਰਹਿਤ ਨਾਲੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਐਪੋਪਲਾਸਟ ਦਾ ਇੱਕ ਹਿੱਸਾ ਵੀ ਹੈ। ਮੂਲ ਸੰਵਿਹਣ ਪ੍ਰਣਾਲੀ (Vascular System) ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਖਣਿਜ ਆਇਨਾਂ ਦਾ ਰਾਹ ਹੇਠਾ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 11.7)।

ਕੁੱਝ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਾਧੂ ਰਚਨਾਵਾਂ ਜੁੜੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜੋ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਖਣਿਜਾਂ ਦੇ ਸੋਖਣ ਵਿੱਚ ਮਦਦ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਮਾਈਕੋਰਹਾਈਜਾ (Mycorrhiza) ਜੜ੍ਹ ਦੇ ਨਾਲ ਉੱਲੀ ਦਾ ਸਹਿਜੀਵੀ ਸੰਗਠਨ ਹੈ। ਉੱਲੀ ਤੰਦ ਨਵੀਆਂ ਜੜ੍ਹਾਂ ਦੇ ਆਲ਼ੇ-ਦੁਆਲ਼ੇ ਨੈਟੱਵਰਕ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ ਜਾਂ ਉਹ ਜਲ-ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਉੱਲੀ ਤੰਦ ਦਾ ਇੱਕ ਵੱਡਾ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਤਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਹੜਾ ਭੂਮੀ ਤੋਂ ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਖਣਿਜ ਆਇਨਾਂ ਨੂੰ ਜੜ੍ਹ ਰਾਹੀਂ ਵੱਧ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਸੋਖ਼ ਲੈਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਉੱਲੀ ਜੜ੍ਹ ਨੂੰ ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਖਣਿਜ ਉਪਲਬਧ ਕਰਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਬਦਲੇ ਵਿੱਚ ਜੜ੍ਹਾਂ ਦੀ ਮਾਈਕੋਰਹਾਇਜਾ ਸ਼ੱਕਰ ਅਤੇ ਨਾਈਟਰੋਜਨਯੁਕਤ ਯੌਗਿਕ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਕੁੱਝ ਪੌਦਿਆਂ ਦਾ ਮਾਈਕੋਰਹਾਈਜਾ ਨਾਲ ਅਵਿਕਲਪੀ (Obligatory) ਸੰਬੰਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਮਾਈਕੋਰਹਾਈਜਾ ਦੀ ਹਾਜਰੀ ਤੋਂ ਬਿਨਾਂ ਚੀੜ (Pinus) ਦਾ ਬੀਜ ਨਾ ਤਾਂ ਪੁੰਗਰ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਨਾਂ ਹੀ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।

11.3.2 ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਦਾ ਉੱਪਰ ਵੱਲ ਗਮਨ (Water Movement Up A Plant)

ਅਸੀਂ ਹੁਣੇ ਵੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਪੌਦੇ ਮਿੱਟੀ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਵੇਂ ਪਾਣੀ ਸੋਖਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਸੰਵਹਿਣ ਸੈਲਾਂ ਵਿੱਚ ਇਸ ਨੂੰ ਕਿਵੇਂ ਪਹੁੰਚਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇਹ ਜਾਨਣ ਅਤੇ ਸਮਝਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰਾਂਗੇ ਕਿ

ਪਾਣੀ ਪੌਦੇ ਦੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਭਾਗਾਂ ਤੱਕ ਕਿਵੇਂ ਪਹੁੰਚਦਾ ਹੈ। ਕੀ ਇਸ ਪਾਣੀ ਦੀ ਗਤੀ ਚੁਸਤ (Active) ਹੈ ਜਾਂ ਸੁਸਤ? ਕਿਉਂਕਿ ਪਾਣੀ ਰੁੱਖਾਂ ਦੇ ਤਨੇ ਵਿੱਚ ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਣ ਦੇ ਵਿਰੁੱਧ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਊਰਜਾ ਕਿੱਥੋਂ ਆਂਦੀ ਹੈ ?

11.3.2.1. ਜੜ੍ਹ-ਦਬਾਓ (Root Pressure)

ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਮਿੱਟੀ ਵਿੱਚੋਂ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਕਣ ਜਾਂ ਆਇਨ ਚੁਸਤੀ ਨਾਲ ਸੰਵਹਿਣੀ ਟਿਸ਼ੂਆਂ (Vascular Tissue) ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਹਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਪਾਣੀ ਵੀ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦਾ ਅਨੁਕਰਣ (ਆਪਣੀ ਊਰਜਾ-ਪੱਧਰ ਅੰਤਰ-ਕਾਰਣ) ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜ਼ਾਈਲਮ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਅੰਦਰ ਦਬਾਓ ਵਧਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਧਨਾਤਮਕ ਦਬਾਓ ਜੜ-ਦਬਾਓ (Root Pressure) ਕਹਿਲਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਤਨੇ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਨੂੰ ਉੱਪਰ ਭੇਜਣ ਲਈ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਕਿਵੇਂ ਵੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜੜ੍ਹ-ਦਬਾਓ ਮੌਜੂਦ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਜਿਹਾ ਨਰਮ ਤਨੇ ਵਾਲਾ ਪੌਦਾ ਲਓ। ਜਿਸ ਦਿਨ ਵਾਤਾਵਰਣ ਕਾਫੀ ਨਮੀਂ-ਭਰਪੂਰ ਹੋਵੇ ਉਸ ਦਿਨੇ ਸਵੇਰੇ ਤੜਕੇ ਤਨੇ ਦੇ ਹੇਠਾਂ ਖਿਤਿਜ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਉਸ ਨੂੰ ਬਲੇਡ ਨਾਲ ਕੱਟ ਦਿਓ। ਤੁਸੀਂ ਜਲਦੀ ਹੀ ਦੇਖੋਗੇ ਕਿ ਉਸ ਕਟੇ ਹੋਏ ਤਨੇ ਉਤੇ ਤਰਲ ਦੀ ਕੁੱਝ ਮਾਤਰਾ ਉੱਪਰ ਵੱਲ ਆ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਕਾਰਾਤਮਕ ਜੜ੍ਹ-ਦਬਾਓ ਕਾਰਣ ਆਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਉਸ ਤਨੇ ਤੇ ਇੱਕ ਰਬੜ ਦੀ ਪਤਲੀ ਕਲੀ ਚੜਾ ਦਿਓ ਤਾਂ ਤੁਸੀਂ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਰਿਸਾਵ (Exudation) ਦੀ ਦਰ ਮਾਪ ਸਕਦੇ ਹੋ ਅਤੇ ਰਿਸੇ ਹੋਏ ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਬਣਤਰ ਜਾਣ ਸਕਦੇ ਹੋ। ਜੜ੍ਹ-ਦਬਾਓ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਰਾਤ ਨੂੰ ਅਤੇ ਸਵੇਰੇ-ਵੇਲੇ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਦ ਵਾਸ਼ਪੀਕਰਣ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਵਾਧੂ ਪਾਣੀ ਘਾਹ ਦੇ ਤਿਨਕਿਆਂ ਦੀਆਂ ਨੋਕਾਂ ਤੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਛਿਦਰਾਂ ਰਿਸ ਕੇ ਬੂੰਦਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਟਕਣ ਲਗਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਾਣੀ ਦਾ ਰਿਸਾਵ ਬਿੰਦੂਰਿਸਾਬ ਜਾਂ ਗੁੱਟੇਸ਼ਨ (Guttation) ਕਹਿਲਾਂਦਾ ਹੈ।

ਜਲ ਪਰਿਵਹਿਨ ਦੀ ਕੁੱਲ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਜੜ੍ਹ-ਦਬਾਓ ਕੇਵਲ ਇੱਕ ਸਾਧਾਰਣ ਦਬਾਓ ਹੀ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਉੱਚ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਦੇ ਵਹਾਅ ਵਿੱਚ ਇਸ ਦੀ ਕੋਈ ਵੱਡੀ ਭੂਮਿਕਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਜੜ੍ਹ-ਦਬਾਓ ਦਾ ਵਿਆਪਕ ਯੋਗਦਾਨ ਜ਼ਾਈਲਮ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਨਿਰੰਤਰ ਕੜੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਥਾਪਿਤ ਰੱਖਣ ਵਿੱਚ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਅਕਸਰ ਵਾਸ਼ਪ ਉਤਸਰਜਨ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਕੀਤੇ ਗਏ ਉੱਚ ਤਨਾਅ ਕਾਰਣ ਟੁੱਟਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਪਾਣੀ ਨੂੰ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਜੜ੍ਹ-ਦਬਾਓ ਦਾ ਕੋਈ ਅਰਥ ਨਹੀਂ। ਜਿਆਦਾਤਰ ਪੌਦਿਆਂ ਦੀ ਲੋੜ ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਖਿੱਚ (Transpiration Pull) ਨਾਲ ਪੂਰੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

11.3.2.2. ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਖਿੱਚ (Transpiration Pull)

ਜੰਤੂਆਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਦਿੱਲ ਅਤੇ ਲਹੂ ਵਾਲ਼ੀ ਗੇੜ-ਪ੍ਰਣਾਲੀ (Circulatory System) ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ, ਇਸ ਦੇ ਬਾਵਜੂਦ ਜ਼ਾਈਲਮ ਸੈੱਲਾਂ ਰਾਹੀਂ ਪਾਣੀ ਦਾ ਉੱਪਰ ਵੱਲ ਵਹਾਅ ਕਾਫੀ ਉੱਚ ਦਰ ਨਾਲ ਲਗਭਗ 15 ਮੀਟਰ ਪ੍ਰਤੀ ਘੰਟੇ ਦੀ ਦਰ ਨਾਲ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਗਤੀ ਕਿਵੇਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ? ਇਹ ਇੱਕ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਹੈ ਜੋ ਅਜੇ ਤੱਕ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਹੀ ਬਣਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਪੌਦੇ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਉੱਪਰ ਧਕੇਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਉੱਪਰ ਵੱਲ ਖਿੱਚਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਖੋਜੀ ਸਹਿਮਤ ਹਨ ਕਿ ਪੌਦਿਆਂ ਦੁਆਰਾ ਮੁੱਖ ਤੌਰ ਤੇ ਖਿੱਚਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ (ਸੰਚਾਲਨ ਖਿੱਚ) ਸ਼ਕਤੀ ਪੱਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦਾ ਨਤੀਜਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਜਲ ਪਰਿਵਹਿਨ ਸੰਯੋਜਨ ਤਨਾਅ ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਖਿਚਾਅ ਮਾਡਲ (COHESION-Tension-Transpiration Pull Model) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਇਸ ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਖਿੱਚ ਨੂੰ ਕੌਣ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ?

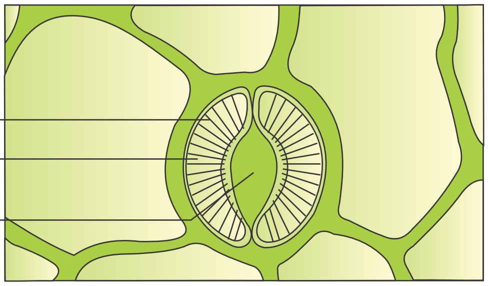
ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਅਸਥਾਈ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਅਤੇ ਵਾਧੇ ਲਈ ਪਤਿੱਆਂ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜਣ ਵਾਲੇ ਪਾਣੀ ਦਾ ਇੱਕ ਪ੍ਰਤੀਸ਼ਤ ਤੋਂ ਵੀ ਘੱਟ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਾਣੀ ਦੀ ਜ਼ਿਆਦਾ-ਮਾਤਰਾ ਪਤਿੱਆਂ ਦੇ ਛੇਕਾਂ ਰਾਹੀਂ ਉੜਾ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਪਾਣੀ ਦੀ ਇਹ ਹਾਨੀ ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ (Transpiration) ਕਹਿਲਾਂਦੀ ਹੈ।

ਤੁਸੀਂ ਪਿਛਲੀਆਂ ਕਲਾਸਾਂ ਵਿੱਚ ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਇੱਕ ਤੰਦਰੁਸਤ ਪੌਦੇ ਨੂੰ ਪੌਲੀਥੀਨ ਦੇ ਅੰਦਰ ਰੱਖ ਕੇ ਅਤੇ ਉਸ ਦੀ ਅੰਦਰਲੀ ਸਤਹ ਤੇ ਪਾਣੀ ਦੀਆਂ ਸੂਖਮ ਬੂਦਾਂ ਦਾ ਅਵਲੋਕਨ ਕਰਕੇ ਕੀਤਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਤੁਸੀਂ ਪਤਿੱਆਂ ਤੋਂ ਪਾਣੀ ਦੀ ਕਮੀ ਦੀ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਂ ਨੂੰ ਕੋਬਾਲਟ ਕਲੋਰਾਈਡ ਪੇਪਰ ਰਾਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ ਜਿਸਦਾ ਰੰਗ ਪਾਣੀ ਸੋਖਣ ਨਾਲ ਬਦਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

11.4. ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ (Transpiration)

ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਪੌਦਿਆਂ ਰਾਹੀਂ ਪਾਣੀ ਦਾ ਵਾਸ਼ਪਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਡਣਾ ਅਤੇ ਇਸ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਹੋਈ ਹਾਨੀ ਹੈ। ਇਹ ਮੁੱਖ ਤੌਰ ਤੇ ਪਤਿੱਆਂ ਵਿੱਚ ਪਾਏ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਛੇਕਾਂ (Stomata) ਰਾਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਰਾਹੀਂ ਪਾਣੀ ਦੇ ਵਾਸ਼ਪ ਬਣਕੇ ਉਡਣ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਆਕਸੀਜਨ ਅਤੇ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈ ਆਕਸਾਈਡ ਦੀ ਅਦਲ-ਬਦਲ ਵੀ ਪਤਿੱਆਂ ਵਿੱਚ ਇਨ੍ਹੇ ਛੋਟੇ-ਛੋਟੇ ਛਿੱਦਰਾਂ ਰਾਹੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਇਹ ਛਿੱਦਰ ਦਿਨ ਵੇਲੇ ਖੁਲ੍ਹੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਰਾਤ ਨੂੰ ਬੰਦ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਛਿੱਦਰਾਂ ਦਾ ਖੁੱਲਣਾ ਅਤੇ ਬੰਦ ਹੋਣਾ ਰੱਖਿਅਕ ਸੈੱਲਾਂ (Guard Cells) ਦੇ ਟਰਗਰ (Turgor) ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਅ ਕਾਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹਰ ਗਾਰਡ ਸੈੱਲ ਦੀ ਅੰਦਰਲੀ ਭਿੱਤੀ ਛੇਕਾਂ (Stomata) ਵੱਲ ਕਾਫ਼ੀ ਮੋਟੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਤਨਾਅਪੂਰਣ (Elastic) ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਟੋਮਾਟਾ ਨੂੰ ਘੇਰੇ ਰੱਖਿਅਕ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਜਦ ਟਰਗੋਰ ਦਬਾਓ ਵਧਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਬਾਹਰੀ ਪਤਲੀ ਝਿੱਲੀ ਬਾਹਰ ਵੱਲ ਉਭਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਝਿੱਲੀ ਨੂੰ ਅਰਧ ਚੰਦਰ ਆਕਾਰ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਆਣ ਲਈ ਮਜਬੂਰ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਸਟੋਮੈਟਾ ਦੇ ਖੁਲ੍ਹਣ ਵਿੱਚ ਰਖਿਅਕ ਸੈਲਾਂ (Guard Cells) ਦੀਆਂ ਸੈੱਲ ਭਿੱਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਮਾਈਕੋਫਾਈਬਰਿਲ ਵੀ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸੈਲੂਲੋਜ ਮਾਈਕੋਫਾਈਬਰਿਲ ਦੀ ਤਰਤੀਬ ਰੇਡੀਅਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਨਾ ਕਿ ਲੰਬੇਦਾਅ (Longitudinal) ਜਿਹੜੀ ਸਟੋਮੈਟਾ ਨੂੰ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਖੋਲ੍ਹਦੀ ਹੈ ਪਾਣੀ ਦੀ ਘਾਟ ਹੋਣ ਤੇ (ਜਦ ਰੱਖਿਅਕ ਸੈੱਲਾਂ ਦਾ ਤਨਾਅ ਖਤਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ) ਤਣੀ ਹੋਈ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸੈੱਲ ਭਿੱਤੀ ਮੁੜ ਪਹਿਲੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਆ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਰੱਖਿਅਕ ਸੈੱਲ ਢਿੱਲੇ ਪੈ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਸਟੋਮੈਟਾ ਛੇਦ ਬੰਦ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਦੋ ਬੀਜ ਪਤੱਰੀ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਪਤਿੱਆਂ ਦੇ ਹੇਠਲੇ ਪਾਸੇ ਵੱਧ ਸਟੋਮਾਟਾ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਦ ਕਿ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਦੋ ਤੱਲੀ (Isobilateral) ਪਤਿੱਆਂ (ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਇੱਕ ਬੀਜ ਪੱਤਰੀ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਪਤਿੱਆਂ) ਦੇ ਦੋਵੇਂ ਪਾਸੇ ਬਰਾਬਰ ਸਟੋਮੈਟਾ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 11.8 ਰੱਖਿਅਕ ਸੈੱਲਾਂ ਨਾਲ ਸਟੋਮਾਟਾ

ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਕਈ ਬਾਹਰੀ ਕਾਰਕਾਂ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਤਾਪਮਾਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਨਮੀਂ ਅਤੇ ਹਵਾ ਦੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਹੋਰ ਪੌਦਾ ਕਾਰਕ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸਟੋਮਾਟਾ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਅਤੇ ਤਰਤੀਬ, ਖੁੱਲੇ ਸਟੋਮਾਟਾ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਸ਼ਤ, ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਅਤੇ ਚੰਦੋਆ ਰਚਨਾ (Canopy Structure) ਆਦਿ ਹਨ।

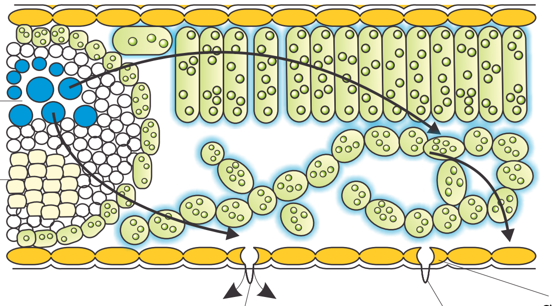
ਜ਼ਾਈਲਮ ਰਸ (Xylem Sap) ਦਾ ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਰੂਪ ਨਾਲ ਉੱਪਰ ਚੜ੍ਹਨਾ ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਤੇ ਪਾਣੀ ਦੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਗੁਣਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

* ਨਾਂ ਚੰਬੜਨਾ (Cohesion) ਪਾਣੀ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਵਿੱਚਕਾਰ ਆਪਸੀ ਖਿੱਚ।
* ਚੰਬੜਨਾ/ਚਿਪਕਣਾ (Adhesion) ਪਾਣੀ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਧਰੁਵੀ ਸਤਹ ਵੱਲ ਖਿੱਚ।
* ਤਲੀ/ਸਤਹੀ ਤਨਾਓ (Surface Tension) : ਪਾਣੀ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਦ੍ਰਵ (ਤਰਲ) ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਗੈਸੀ ਅਵਸਥਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਖਿੱਚ ਹੋਣਾ।

ਪਾਣੀ ਦੀਆਂ ਇਹ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾਵਾਂ ਉਸਨੂੰ ਤਨਾਅ ਸ਼ਕਤੀ (Tensile Strength) ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੀਆਂ

ਹਨ। ਜਿਵੇਂ ਖਿਚਾਅ-ਸ਼ਕਤੀ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਅਤੇ ਉੱਚ ਕੇਸ਼ੀਕਾ (Capillarity) ਭਾਵ ਕਿਸੇ ਪਤਲੀ ਨਲੀ ਵਿੱਚ ਉੱਪਰ ਚੜਨ ਦੀ ਯੋਗਤਾ। ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਟਰੈਕੀਡ ਅਤੇ ਵਹਿਕ ਤੱਤਾਂ (Vessel Elements) ਨਾਲ ਪਾਣੀ ਨੂੰ ਉੱਪਰ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਮਿਲਦੀ ਹੈ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਿਰਿਆ ਲਈ ਪਾਣੀ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜ਼ਾਈਲਮ ਵੈਸਲ ਪਾਣੀ ਦੀ ਲੋੜ ਅਨੁਸਾਰ ਜੜ੍ਹ ਤੋਂ ਪਾਣੀ ਪੱਤਿਆਂ ਦੀਆਂ ਸਿਰਾਵਾਂ (Leaf-Veins) ਤੱਕ ਪੁਚਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਪਰ ਉਹ ਕਿਹੜੀ ਸ਼ਕਤੀ ਹੈ ਜੋ ਪਾਣੀ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਪੱਤਿਆ ਦੇ ਪੈਰੇਨਕਾਈਮਾ ਸੈੱਲਾਂ ਤੱਕ ਲੋੜ ਅਨੁਸਾਰ ਖਿੱਚ ਲਿਆਂ ਦੀ ਹੈ ? ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਪਾਣੀ ਦੀ ਪਤਲੀ ਪਰਤ ਸੈੱਲਾਂ ਉੱਤੇ ਲਗਾਤਾਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪੱਤੇ ਅੰਦਰ ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਜਾਈਲਮ ਤੋਂ ਪੱਤੇ ਤੱਕ ਪਾਣੀ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਖਿੱਚਣ ਵਿੱਚ ਸਫਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਬਸਟੋਮਾਟਲ ਸਪੇਸ ਅਤੇ ਅੰਤਰ-ਸੈਲੀ ਸਪੇਸ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵਾਤਾਵਰਣ ਵਿੱਚ ਜਲਵਾਸ਼ਪਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ (Concentration) ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪਾਣੀ ਆਲ਼ੇ-ਦੁਆਲ਼ੇ ਦੀ ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਸਰਿਤ (Diffuse) ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਖਿਚਾਅ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 11.9)। ਮਾਪਣ ਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਬਲ ਪਾਣੀ ਨੂੰ ਜ਼ਾਈਲਮ ਦੇ ਆਕਾਰ ਤੇ ਸਤੰਭ ਵਿੱਚ 130 ਮੀਟਰ ਦੀ ਉਚਾਈ ਤੱਕ ਖਿਚੱਣ ਵਿੱਚ ਸਹਾਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 11.9 ਪੱਤੇ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਗਤੀ ਪੱਤੇ ਤੇ ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਕਾਰਣ ਦਬਾਅ ਅੰਤਰ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਦਬਾਅ ਅੰਤਰ ਸਬਸਟੋਮਾਟਲ ਸਪੇਸ ਅਤੇ ਅੰਤਰ ਸੈਲੀ ਸਪੇਸ ਰਾਹੀਂ ਫੋਟੋਸਿੱਥੈਟਿਕ ਸੈੱਲ ਤੱਕ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਫਿਰ ਪੱਤੇ ਦੀ ਸ਼ਿਰਾ ਰਾਹੀਂ ਪਾਣੀ ਨਾਲ ਭਰੀਆਂ ਜ਼ਾਈਲਮ ਨਾਲੀਆਂ ਤੱਕ।

11.4.1. ਵਾਸ਼ਪਉਤਰਸਰਜਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਇੱਕ ਸਮਝੋਤਾ (Transpiration and Photosynthesis : A Compromise)

ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਉਦੇਸ਼ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਕਿ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹਨ।

* ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸੋਖਣ ਅਤੇ ਪਰਿਵਹਿਨ ਲਈ ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਖਿੱਚ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ।
* ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਿਰਿਆ ਲਈ ਪਾਣੀ ਉਪਲਬਧ ਕਰਾਉਣਾ।
* ਮਿੱਟੀ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸਾਰੇ ਖਣਿਜਾਂ ਦਾ ਪੌਦੇ ਦੇ ਸਾਰੇ ਅੰਗਾਂ ਤੱਕ ਪੁਜਾਣਾ
* ਪੱਤਿਆਂ ਦੀ ਸਤਹ ਨੂੰ ਵਾਸ਼ਪੀਕਰਣ ਰਾਹੀਂ 10° ਤੋਂ 15° ਸੈਲਸਿਅਸ ਤੱਕ ਠੰਡਾ ਰੱਖਣਾ।
* ਸੈੱਲਾਂ ਨੂੰ ਫੁੱਲੇ ਹੋਏ (Turgid) ਰਖਦੇ ਹੋਏ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਆਕਾਰ ਅਤੇ ਬਣਤਰ ਨੂੰ ਬਣਾਈ ਰੱਖਣਾ।

ਚੁਸਤੀ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਪੌਦੇ ਨੂੰ ਪਾਣੀ ਦੀ ਬਹੁਤ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੌਰਾਨ ਉਪਲਬਧ ਪਾਣੀ ਸੀਮਾਕਰੀ (Limiting) ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਨੂੰ ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਹੋਰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਮੀਂਹ ਵਾਲੇ ਜੰਗਲਾਂ (Rain Forests) ਵਿੱਚ ਇਸੇ ਜਲਚੱਕਰ ਕਾਰਣ ਵਾਤਾਵਰਣ ਅਤੇ ਫਿਰ ਮਿੱਟੀ ਵਿੱਚ ਨਮੀਂ ਪਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

C_4 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦਾ ਕ੍ਰਮ-ਵਿਕਾਸ ਸੁਭਾਵਕ ਹੀ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ (CO_2) ਦੀ ਉਪਲਬਧਤਾ ਨੂੰ ਵਧਾਉਣ ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਦੀ ਹਾਨੀ ਨੂੰ ਘਟਾਉਣ ਦੀ ਨੀਤੀ ਤਹਿਤ ਹੋਇਆ ਹੈ। C_4 ਪੌਦੇ, C_3 ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਾਰਬਨ (ਸ਼ੱਕਰ ਬਣਾਉਣ ਲਈ) ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਦੁੱਗਣੇ ਯੋਗ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। C_4 ਪੌਦੇ C_3 ਪੌਦਿਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਰਾਬਰ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ ਦੇ ਯੋਗਿਕੀਕਰਣ ਲਈ ਅੱਧੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਨੂੰ ਗੁਆਦੇ (ਘੱਟ ਕਰਦੇ ਹਨ)।

11.5 ਖਣਿਜ ਪੋਸ਼ਕਾਂ ਦਾ ਉੱਪਰ ਖਿੱਚਣਾ ਅਤੇ ਪਰਿਵਹਿਨ (Uptake and Transport of Mineral Nutrients)

ਪੌਦੇ ਆਪਣੀ ਕਾਰਬਨ ਅਤੇ ਜਿਆਦਾਤਰ ਆਕਸੀਜਨ ਦੀ ਲੋੜੀਂਦੀ ਮਾਤਰਾ ਵਾਤਾਵਰਣ ਵਿੱਚ ਉਪਲਬੱਧ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ (CO_2) ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਹਾਲਾਂਕਿ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਬਾਕੀ ਪੋਸ਼ਣ ਦੀ ਲੋੜ ਮਿੱਟੀ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਖਣਿਜਾਂ ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਤੋਂ ਪੂਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

11.5.1. ਖਣਿਜ ਆਇਨਾਂ ਦਾ ਉੱਪਰ-ਖਿੱਚਣਾ (Uptake of Mineralions)

ਪਾਣੀ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਾਰੇ ਪੋਸ਼ਕ ਤੱਤ ਵੀ ਜੜ੍ਹਾਂ ਰਾਹੀ ਸੁਸਤ ਵਿਧੀ ਨਹੀਂ ਨਾਲ ਜਾ ਸਕਦੇ। ਇਸ ਲਈ ਦੋ ਕਾਰਕ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ (i) ਮਿੱਟੀ ਅੰਦਰ ਖਣਿਜਾਂ ਦਾ ਚਾਰਜਿਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਰਹਿਣਾ ਜੋਕਿ ਸੈਲ-ਕੰਧ (Cell Wall) ਨੂੰ ਪਾਰ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦੇ ਅਤੇ (ii) ਮਿੱਟੀ ਵਿੱਚ ਖਣਿਜਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਜੜ੍ਹਾਂ ਦੇ ਅੰਦਰ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਨਾਲੋਂ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਜਿਆਦਾਤਰ ਖਣਿਜ ਜੜ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਐਪੀਡਰਮਿਸ ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਸੈੱਲ ਦ੍ਰਵ ਵਿੱਚ ਚੁਸਤ ਸੋਖਣ (Active absorption) ਰਾਹੀਂ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਨੂੰ ਏ.ਟੀ.ਪੀ. ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਆਇਨਾਂ ਦਾ ਚੁਸਤੀ ਨਾਲ ਉੱਪਰ ਖਿੱਚਣਾ ਜੜ ਵਿੱਚ ਜਲ-ਸ਼ਕਤੀ ਅੰਤਰ ਲਈ ਅੰਸ਼ਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪਰਾਸਰਣ (Osmosis) ਦੁਆਰਾ ਪਾਣੀ ਦੇ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਲਈ ਵੀ ਕੁੱਝ ਆਇਨ ਐਪੀਡਰਮਲ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਸੁਸਤੀ ਨਾਲ ਵਿਚਰਦੇ ਹਨ। ਜੜ੍ਹ-ਰੋਮਾਂ (Root Hairs) ਦੀ ਝਿੱਲੀ ਵਿੱਚ ਪਾਏ ਜਾਣ ਵਾਲ਼ੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰੋਟੀਨ, ਆਇਨਾਂ ਨੂੰ ਮਿੱਟੀ ਵਿੱਚੋਂ ਚੁਸਤੀ ਨਾਲ (Active Pump) ਐਪੀਡਰਮਿਸ ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਸੈੱਲ ਦ੍ਰਵ ਵਿੱਚ ਭੇਜਦੀ ਹੈ। ਸਾਰੇ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਐਂਡੋਡਰਮਿਸ (Endodermis) ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਸੈੱਲ-ਝਿੱਲੀ ਵਿੱਚ ਵੀ ਕਈ ਪਰਿਵਹਿਨ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਪਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਉਹ ਕੁੱਝ ਘੁਲਕਾਂ ਨੂੰ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਆਣ-ਜਾਣ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਪਰ ਬਾਕੀਆਂ ਨੂੰ ਨਹੀਂ। ਐਂਡੋਡਰਮਿਸ ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਪਰਿਵਹਿਨ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਨਿਯੰਤਰਣ ਬਿੰਦੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜਿਥੇ ਪੌਦੇ ਘੁਲਕਾਂ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਅਤੇ ਕਿਸਮ ਨੂੰ ਜ਼ਾਈਲਮ ਵਿੱਚ ਪੁਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇੱਥੇ ਇਹ ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਜੜ੍ਹ ਵਿੱਚ ਐਂਡੋਡਰਮਿਸ ਵਿੱਚ ਸੁਬੇਰਿਨ ਦੀ ਪੱਟੀ ਹੋਣ ਕਾਰਣ ਇੱਕੋ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਹਿਨ ਕਰਨ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

11.5.2. ਖਣਿਜ ਆਇਨਾਂ ਦਾ ਸਥਾਨੰਤਰਣ (Translocation of Mineral Ions)

ਜਦੋਂ ਆਇਨ ਚੁਸਤ ਜਾਂ ਸੁਸਤ ਜਾਂ ਫਿਰ ਦੋਵਾਂ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਰਾਹੀਂ ਆਇਨ, ਜ਼ਾਈਲਮ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਤਦ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਪਰਿਵਹਿਨ ਪੌਦੇ ਦੇ ਤਨੇ ਅਤੇ ਸਾਰੇ ਭਾਗਾਂ ਤੱਕ ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਖਣਿਜ ਤੱਤਾਂ ਲਈ ਮੁੱਖ ਕੁੰਡ (Chief Sink) ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਵਾਧੇ ਦਾ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਤਨਾਂ ਸ਼ਿਖ਼ਰ ਅਤੇ ਜੜ੍ਹ ਸ਼ਿਖਰ, ਲੇਟਰਲ ਮੈਰੀਸਟੈਮ ਅਤੇ ਜਵਾਨ ਪਤਿੱਆਂ, ਵਿਕਾਸ ਕਰ ਰਹੇ ਫੁੱਲ, ਫਲ਼ ਅਤੇ ਬੀਜ ਅਤੇ ਭੰਡਾਰਣ ਅੰਗ। ਖਣਿਜ ਆਇਨ ਦਾ ਵਿਸਰਜਨ ਬਰੀਕ ਸ਼ਿਰਾਵਾਂ (Veins) ਦੇ ਆਖਰੀ

ਸਿਰੇ ਤੇ ਮੌਜੂਦ ਸੈਲਾਂ ਰਾਹੀਂ ਵਿਸਰਣ (Diffusion) ਅਤੇ ਚੁਸਤ ਉੱਪਰ ਖਿੱਚਣ (Active Uptake) ਨਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਖਣਿਜ ਆਇਨਾਂ ਨੂੰ ਖਾਸ ਕਰਕੇ ਪੁਰਾਣੇ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਮੁੜ ਸੰਗਠਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪੁਰਾਣੇ ਅਤੇ ਮਰੇ ਹੋਏ ਪੱਤੇ ਆਪਣੇ ਅੰਦਰ ਦੇ ਖਣਿਜਾਂ ਨੂੰ ਨਵੇਂ ਪਤਿੱਆਂ ਵਿੱਚ ਭੇਜ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਠੀਕ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਪੱਤਝੜੀ ਪੌਦੇ (Decidous plant) ਵਿੱਚ ਪੱਤੇ ਝੜਨ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਆਪਣੇ ਖਣਿਜ ਤੱਤ ਪੌਦੇ ਦੇ ਹੋਰ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਭੇਜ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਿਹੜੇ ਪਦਾਰਥ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਛੇਤੀ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਜਮ੍ਹਾਂ ਜਾਂ ਸੰਗਠਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਉਹ ਹਨ ਫਾਸਫੋਰਸ, ਗੰਧਕ, ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਅਤੇ ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ। ਕੁੱਝ ਤੱਤ ਜੋ ਕਿ ਰਚਨਾਤਮਕ ਕਾਰਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਕੈਲਸ਼ੀਅਮ, ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਮੁੜ ਸੰਗਠਿਤ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਜ਼ਾਈਲਮ ਰਿਸਾਵ ਦਾ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਇਹ ਦਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕੁੱਝ ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਜ਼ਿਆਦਾ ਭਾਗ ਕਾਰਬਨਿਕ ਅਮੀਨੋ ਅਮਲਾਂ ਅਤੇ ਸੰਬੰਧਤ ਕਾਰਕਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਢੋਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਫਾਸਫੋਰਸ ਅਤੇ ਗੰਧਕ (ਸਲਫਰ) ਵੀ ਕਾਰਬਨਿਕ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪੁਜਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਜ਼ਾਈਲਮ ਅਤੇ ਫਲੋਇਮ ਵਿੱਚ ਵੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਅਦਲਾ-ਬਦਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਫਰਕ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦੇ ਕਿ ਜ਼ਾਈਲਮ ਕੇਵਲ ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਪੋਸ਼ਕਾਂ ਦਾ ਪਰਿਵਹਿਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਫਲੋਇਮ ਕਾਰਬਨਿਕ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਵਿਸ਼ਵਾਸ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਰਿਹਾ ਹੈ।

11.6 ਫਲੋਇਮ ਪਰਿਵਹਿਨ : ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਕੁੰਡ ਵੱਲ (Phloem Transport Flow From Source To Sink)

ਭੋਜਨ ਮੁੱਖ ਤੌਰ ਤੇ ਸ਼ੱਕਰ ਪਰਿਵਹਿਨ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਦੇ ਫਲੋਇਮ ਰਾਹੀਂ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਕੁੰਡ (Source to sink) ਵਲ ਪਰਿਵਹਿਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਸਰੋਤ ਪੌਦੇ ਦਾ ਉਹ ਹਿੱਸਾ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿੱਥੇ ਭੋਜਨ ਦਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪੱਤੇ ਅਤੇ ਕੁੰਡ (Sink) ਇਹ ਉਹ ਭਾਗ ਹੈ ਜਿੱਥੇ ਭੋਜਨ ਇੱਕਠਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਇਹ ਸਰੋਤ ਅਤੇ ਕੁੰਡ ਆਪਣੀਆਂ ਭੂਮਿਕਾਵਾਂ ਮੌਸਮ ਅਤੇ ਲੋੜ ਅਨੁਸਾਰ ਬਦਲ ਵੀ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਜੜ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕਠੀ ਕੀਤੀ ਸ਼ੱਕਰ ਬਸੰਤ ਦੇ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਭੋਜਨ ਦਾ ਸਰੋਤ ਬਣ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਸਮੇਂ ਪੌਦਿਆਂ ਤੇ ਆਈਆਂ ਨਵੀਆਂ ਕਲੀਆਂ ਕੁੰਡ ਦਾ ਕੰਮ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਸਾਧਨਾ ਦੇ ਵਾਧੇ ਅਤੇ ਵਿਕਾਸ ਲਈ ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਸਰੋਤ ਅਤੇ ਕੁੰਡ ਦਾ ਸੰਬੰਧ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਗਤੀ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਉੱਪਰ ਤੋਂ ਹੇਠਾਂ ਵੱਲ ਭਾਵ ਦੋ ਤਰਫਾ (Bidirectional) ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਜ਼ਾਈਲਮ ਨਾਲ ਇਹ ਉਲਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿੱਥੇ ਗਤੀ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਇੱਕ ਤਰਫਾ (Unidirectional) ਹੇਠਾ ਤੋਂ ਉੱਪਰ ਵਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਭਾਵੇਂ ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਦਾ ਪਾਣੀ ਇੱਕ ਤਰਫਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਫਲੋਇਮ ਦੇ ਰਸ ਵਿੱਚ ਭੋਜਨ ਦਾ ਪਰਿਵਹਿਨ ਸਾਰੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਦ ਤੱਕ ਸ਼ੱਕਰ ਦਾ ਸਰੋਤ ਅਤੇ ਕੁੰਡ ਸ਼ੱਕਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ, ਸੰਗ੍ਰਹਿ ਅਤੇ ਹਟਾਉਣ (Remove) ਵਿੱਚ ਸਮਰਥ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਫਲੋਇਮ ਰਸ ਵਿੱਚ ਮੁੱਖ ਤੌਰ ਤੇ ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਸ਼ੱਕਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਬਾਕੀ ਖੰਡ, ਹਾਰਮੋਨ ਅਤੇ ਅਮੀਨੋ ਅਮਲ ਆਦਿ ਵੀ ਫਲੋਇਮ ਦੇ ਰਸ ਰਾਹੀਂ ਸਥਾਨੰਤਰਿਤ (Translocated) ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

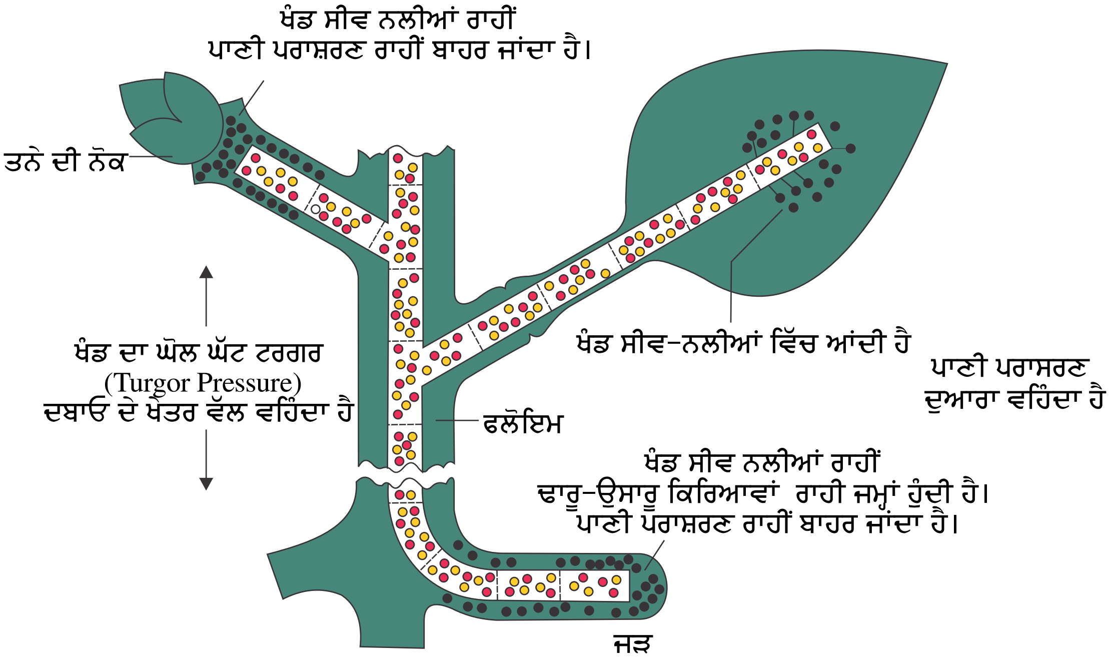
11.6.1. ਦਬਾਓ ਪ੍ਰਵਾਹ ਜਾਂ ਸਮੂਹਕ ਪ੍ਰਵਾਹ ਪਰਿਕਲਪਨਾ (The Pressure flow or Mass Flow Hypothesis)

ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਕੁੰਡ ਵੱਲ ਖੰਡ ਦੇ ਸਥਾਨੰਤਰਣ ਲਈ ਪ੍ਰਵਾਨਤ ਕਾਰਜ ਵਿਧੀ ਨੂੰ ਦਬਾਓ ਪ੍ਰਵਾਹ ਪਰਿਕਲਪਨਾ (Pressure flow Hypothesis) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 11.10)।

ਟਿੱਚ ਰਾਹੀਂ ਚੁਸਤ ਪਰਿਵਹਿਨ ਰਾਹੀਂ ਪਹੁੰਚ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਗਲੂਕੋਜ਼ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਰਾਹੀਂ) ਸੰਸ਼ਲਿਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਖੰਡ (ਇੱਕ ਡਾਈਸੈਕਰਾਈਡ) ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਬਾਦ ਇਹ ਖੰਡ ਸਹਾਇਕ ਸੈੱਲਾਂ (Companion Cells) ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਬਾਦ ਵਿੱਚ ਚੁਸਤ ਪਰਿਵਹਨ (Active Transport) ਰਾਹੀਂ ਜੀਵਿਤ ਫਲੋਇਮ ਸੀਵ ਨਾਲੀਆਂ ਦੇ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਸਰੋਤ ਤੇ ਲਦਾਨ

(Loading) ਦੀ ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਫ਼ਲੋਇਮ ਵਿੱਚ ਇਕ ਅਤਿਪਰਾਸਰੀ ਅਵਸਥਾ (Hypertonic Condition) ਪੈਦਾ ਕਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ।

ਨੇੜੇ ਦਾ ਜ਼ਾਈਲਮ ਪਾਣੀ ਪਰਾਸਰਣ (Osmosis) ਰਾਹੀਂ ਫਲੋਇਮ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਚਲਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦ ਫਲੋਇਮ ਵਿੱਚ ਪਰਾਸਰਣੀ ਦਬਾਓ (Osmotic Pressure) ਵਧਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਫਲੋਇਮ ਰਸ ਘੱਟ ਦਬਾਓ ਖੇਤਰਾਂ ਵੱਲ ਚਲਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੁੰਡ ਉਤੇ ਪਰਾਸਰਣੀ ਦਬਾਓ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਘਟਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਵਾਰ ਮੁੜ ਫਲੋਇਮ ਰਸ ਤੋਂ ਖੰਡ ਨੂੰ ਬਾਹਰ ਲਿਜਾਣ ਲਈ ਅਤੇ ਉਸ ਸੈੱਲ ਤੱਕ ਜਿੱਥੇ ਖੰਡ, ਊਰਜਾ, ਸਟਾਰਚ ਜਾਂ ਸੈਲੂਲੋਜ ਵਿੱਚ ਬਦਲਦੀ ਹੈ, ਤੱਕ ਲਿਜਾਣ ਲਈ ਚੁਸਤ ਪਰਿਵਹਿਨ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਖੰਡਾਂ ਘਟਦੀਆਂ ਹਨ, ਪਰਾਸਰਣੀ ਦਬਾਓ (Osmotic Pressure) ਘਟਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਫ਼ਲੋਇਮ ਸੈੱਲਾਂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਚਲਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 11.10. ਸਥਾਨੰਤਰਣ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦਾ ਰੇਖਾ ਚਿਤਰਣ।

ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਫ਼ਲੋਇਮ ਖੰਡਾਂ ਦਾ ਪਰਿਵਹਿਨ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿੱਥੇ ਖੰਡਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਛਾਨਣੀ ਨਾਲੀ ਜਾਂ ਸੀਵ ਟਿਯੂਬ ਵਿੱਚ (ਚੁਸਤ ਪਰਿਵਹਿਨ ਰਾਹੀ) ਲੱਦਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਫਲੋਇਮ ਦੀ ਇਹ ਲਦਾਨ ਇੱਕ ਜਲ ਸ਼ਕਤੀ ਅੰਤਰ (Water Potential Gradient) ਦੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਫਲੋਇਮ ਵਿੱਚ ਸਮੂਹਿਕ ਪ੍ਰਵਾਹ ਨੂੰ ਅਸਾਨ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਫਲੋਇਮ ਟਿਸ਼ੂ ਛਾਨਣੀ ਨਾਲੀਆਂ (Sieve Tube Cells) ਸੈੱਲਾਂ ਦਾ ਬਣਿਆਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਲੰਬੇ ਖੰਭਿਆਂ ਦੀ ਰਚਨਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੀ ਅੰਤਿਮ ਭਿੱਤੀ ਵਿੱਚ ਛੇਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਛਾਨਣੀ ਪੱਟੀ (Sieve Plate) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸੈੱਲ-ਦ੍ਰਵੀ ਤੰਦ ਛਾਨਣੀ ਪੱਟੀ ਦੇ ਛੇਦ ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਲੰਬੇ ਰੇਸ਼ੇ ਬਣਾਂਦੇ ਹਨ। ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਦ੍ਰਵ ਸਥਿਤਿਕ ਦਬਾਓ ਫਲੋਇਮ ਦੇ ਛਾਨਣੀ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਵੱਧਦਾ ਹੈ ਦਬਾਓ ਪ੍ਰਵਾਹ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦ੍ਰਵ ਫ਼ਲੋਇਮ ਤੋਂ ਚਲ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੌਰਾਨ ਕੁੰਡ ਤੇ ਆਣ ਵਾਲੀ ਖੰਡ ਨੂੰ ਫ਼ਲੋਇਮ ਤੋਂ ਚੁਸਤੀ ਨਾਲ ਖੰਡ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੀ ਬਾਹਰ ਭੇਜਿਆਂ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਫਲੋਇਮ ਵਿੱਚ

ਘੁਲਕ ਦੀ ਘਾਟ ਨਾਲ ਇੱਕ ਉੱਚ ਜਲ-ਸ਼ਕਤੀ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਜ਼ਾਈਲਮ ਕੋਲ ਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇੱਕ ਸਾਧਾਰਣ ਪ੍ਰਯੋਗ ਜਿਸਨੂੰ ਗਿਰਡਲਿੰਗ (Girdling) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਭੋਜਨ ਦੇ ਪਰਿਵਹਨ ਵਿੱਚ ਲੋੜੀਂਦੇ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਨੂੰ ਪਛਾਨਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਰੁੱਖ ਦੇ ਛਿਲਕੇ ਤੇ ਇੱਕ ਵਲ਼ (Ring) ਫਲੋਇਮ ਤੱਕ ਸਾਵਧਾਨੀ ਨਾਲ ਹਟਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਹੇਠਾਂ ਵੱਲ ਹੁਣ ਭੋਜਨ ਦੀ ਗਤੀ ਨਾ ਹੋਣ ਕਾਰਣ ਵਲ਼ ਦੇ ਉੱਪਰ ਦੀ ਛਿੱਲ ਕੁੱਝ ਹਫਤਿਆਂ ਬਾਦ ਫੁੱਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਸਾਧਾਰਣ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਫਲੋਇਮ ਟਿਸ਼ੂ ਭੋਜਨ ਦੇ ਸਥਾਨੰਤਰਣ ਲਈ ਜਿਮੇਵਾਰ ਹੈ ਅਤੇ ਪਰਿਵਹਿਨ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾਂ ਇੱਕ ਦਿਸ਼ਾਵੀਂ (Unidirectional) ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਭਾਵ ਜੜ੍ਹ ਵੱਲ। ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਅਸਾਨੀ ਨਾਲ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਸਾਰ (Summary)

ਪੌਦੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਤੱਤਾਂ (ਆਇਨਾਂ) ਅਤੇ ਖਣਿਜਾਂ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਆਲ਼ੇ-ਦੁਆਲ਼ੇ ਦੇ ਵਾਤਾਵਰਣ ਖਾਸ ਕਰਕੇ ਹਵਾ, ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਮਿੱਟੀ ਵਿੱਚੋਂ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਪੋਸ਼ਕਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਵਾਤਾਵਰਨ ਵਿੱਚੋਂ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਸੈੱਲਾਂ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਸੈੱਲਾਂ ਤੱਕ ਜਰੂਰੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਪਰਿਵਹਿਨ ਰਾਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸੈੱਲ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਪਰਿਵਹਿਨ, ਵਿਸਰਣ, ਸੌਖੇ ਪਰਿਵਹਿਨ ਜਾਂ ਚੁਸਤ ਪਰਿਵਹਿਨ ਰਾਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੜ੍ਹ ਰਾਹੀਂ ਸੋਖੇ ਗਏ ਖਣਿਜ ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਨੂੰ ਜ਼ਾਈਲਮ ਰਾਹੀਂ ਪਰਿਵਹਿਨ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪੱਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸੰਸ਼ਲਿਸ਼ਟ ਕਾਰਬਨਿਕ ਪਦਾਰਥ ਪੌਦੇ ਦੇ ਭਿੰਨ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਫਲੋਇਮ ਰਾਹੀਂ ਪਰਿਵਹਿਨ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਸੁਸਤ ਪਰਿਵਹਿਨ (Passive Transport) ਅਤੇ ਚੁਸਤ ਪਰਿਵਹਿਨ ਜੀਵਾਂ ਵਿੱਚ ਪੋਸ਼ਕਾਂ ਨੂੰ ਝਿੱਲੀਆਂ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਬਿਨਾਂ ਊਰਜਾ ਖਰਚ ਕੀਤੇ ਪੋਸ਼ਕਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਸੰਘਣਤ ਅੰਤਰ (Concentration Gradient) ਅਨੁਸਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਵਿਸਰਣ (Diffusion) ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਜਾਂ ਕਾਰਬਨਿਕ ਘੋਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਘੁਲਣਸ਼ੀਲਤਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਰਾਸਰਣ (Osmosis) ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦਾ ਵਿਸਰਣ (Diffusion) ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਚੋਣਵੀਂ ਪਾਰਗਮਨੀ ਝਿੱਲੀ (Semipermeable Membrane) ਦੇ ਪਾਰ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦਬਾਓ ਅਤੇ ਸੰਘਣਤਾ ਅੰਤਰ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਚੁਸਤ ਪਰਿਵਹਿਨ ਵਿੱਚ ਏ.ਟੀ.ਪੀ. (ATP) ਦੀ ਊਰਜਾ ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਸੰਘਣਤਾ ਅੰਤਰ ਦੇ ਵਿਰੁਧ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਪਾਰ ਪੰਪ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਜਲ ਊਰਜਾ ਪਾਣੀ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਹੈ ਜੋ ਪਾਣੀ ਦੀ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਘੁਲਕ-ਸ਼ਕਤੀ (Solute potential) ਅਤੇ ਦਬਾਓ ਸ਼ਕਤੀ (Pressure Potential) ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਸੈੱਲਾਂ ਦਾ ਇਹ ਵਰਤਾਰਾ ਆਲ਼ੇ-ਦੁਆਲ਼ੇ ਦੇ ਘੋਲ਼ ਅਤਿਸੰਘਣਾ (Super-saturated) ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਜੀਵ-ਦ੍ਰਵ ਸੁੰਗੜ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਬੀਜਾਂ ਅਤੇ ਸੁਕੀਆਂ ਲੱਕੜਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪਾਣੀ ਦਾ ਸੋਖਣਾ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਵਿਸਰਣ (Diffusion) ਰਾਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਅੰਦਰ ਸੋਖਣ (Imbibition) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਉੱਚ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਹਿਨ ਪ੍ਰਣਾਲੀ, ਜ਼ਾਈਲਮ ਅਤੇ ਫਲੋਇਮ ਸਥਾਨੰਤਰਣ ਜੁੰਮੇਵਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਲ-ਖਣਿਜ ਅਤੇ ਪੋਸ਼ਕ ਪੌਦਾ-ਸਰੀਰ ਅੰਦਰ ਕੇਵਲ ਵਿਸਰਣ (Diffusion) ਦੁਆਰਾ ਹੀ ਨਹੀਂ ਸੋਖੇ ਜਾਂਦੇ। ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਸਮੂਹਕ ਪ੍ਰਵਾਹ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੁਆਰਾ ਸੋਖੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਤੱਤਾਂ ਦਾ ਸਮੂਹਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਥਾਂ ਤੋਂ ਦੂਜੀ ਥਾਂ ਪਰਿਵਹਿਨ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ ਵਿੱਚਕਾਰ ਆਏ ਦਬਾਓ ਅੰਤਰ (Pressure Difference) ਕਾਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਜੜ੍ਹ ਰੋਮਾਂ (Root-Hair) ਦੁਆਰਾ ਸੋਖਿਆ ਪਾਣੀ ਜੜ੍ਹਾਂ ਦੀ ਡੂੰਘਾਈ ਤੱਕ ਦੋ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪੱਥਾਂ ਰਾਹੀਂ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵੱਜੋਂ ਐਪੋਪਲਾਸਟ ਅਤੇ ਸਿਮਪਲਾਸਟ ਮਿੱਟੀ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਆਇਨ ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਤਨੇ ਦੀ ਘੱਟ ਉਚਾਈ ਤੱਕ ਜੜ੍ਹ ਦਬਾਓ (Root Pressure) ਰਾਹੀ ਪਰਿਵਾਹਿਤ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਖਿੱਚ ਮੰਡਲ ਪਾਣੀ ਦੇ ਪਰਿਵਹਿਨ ਦਾ ਸਭ ਤੋਂ ਮੰਨਿਆਂ ਰੂਪ ਹੈ। ਵਾਸ਼ਪ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪੌਦੇ ਦੇ ਭਿੰਨ ਭਾਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪਾਣੀ ਦਾ ਘਾਟਾ ਸਟੋਮਾਟਾ ਰਾਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਗਰਮੀ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਨਮੀਂ, ਹਵਾ ਦੀ ਗਤੀ ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਦੀ ਦਰ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਪਾਣੀ ਦੀ ਵੱਧ ਮਾਤਰਾ ਪੌਦੇ ਦੇ ਪੱਤਿਆਂ ਦੇ ਸਿਖਰ ਤੋਂ ਬਿੰਦੁਰਿਸਾਵ (Guttation) ਰਾਹੀ ਨਿਕਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਭੋਜਨ ਮੁੱਖ ਤੌਰ ਤੇ ਸ਼ੱਕਰ ਦਾ ਪਰਿਵਹਿਨ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਕੁੰਡ ਤੱਕ ਲਈ ਫਲੋਇਮ ਜੁੰਮੇਵਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਫਲੋਇਮ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਤਰਣ (Translocation) ਦੋ ਦਿਸ਼ਾਵੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਰੋਤ ਅਤੇ ਕੁੰਡ ਸੰਬੰਧ ਵਿਧੀ ਪੂਰਵਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਫ਼ਲੋਇਮ ਵਿਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਣ ਦਬਾਓ ਪ੍ਰਵਾਹ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਰਾਹੀਂ ਵਰਣਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ

1. ਵਿਸਰਣ (Diffusion) ਦੀ ਦਰ ਨੂੰ ਕਿਹੜੇ ਕਾਰਕ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ?
2. ਪੋਰਿਨਸ (Porins) ਕੀ ਹੈ ? ਵਿਸਰਣ ਵਿੱਚ ਇਹ ਕਿਹੜੀ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾਂਦੇ ਹਨ ?
3. ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਚੁਸਤ ਪਰਿਵਹਨ ਦੌਰਾਨ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਪੰਪ ਦੁਆਰਾ ਕੀ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ? ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ।
4. ਸ਼ੁਧ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਜਲ-ਸਕਤੀ ਕਿਉਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ? ਵਰਨਨ ਕਰੋ.
5. ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ—
   (ੳ) ਵਿਸਰਣ (Diffusion) ਅਤੇ ਪਰਾਸਰਣ (Osmosis)
   (ਅ) ਵਾਸ਼ਪ ਉਤਸਰਜਨ ਅਤੇ ਵਾਸ਼ਪੀਕਰਣ।
   (ੲ) ਪਰਾਸਰੀ ਦਬਾਓ ਅਤੇ ਪਰਾਸਰੀ ਸ਼ਕਤੀ।
   (ਸ) ਵਿਸਰਣ ਅਤੇ ਅੰਦਰ ਸੋਖਣ (Imbibition)
   (ਹ) ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਦੇ ਸੋਖਣ ਦਾ ਐਪੋਪਲਾਸਟ ਅਤੇ ਸਿਮਪਲਾਸਟ ਪੱਥ।
   (ਕ) ਬਿੰਦੂ ਰਿਸਾਵ (Guttation) ਅਤੇ ਵਾਪਸਉਤਸਰਜਨ (Transpiration)।
6. ਜਲ-ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਸੰਖੇਪ ਵਰਣਨ ਕਰੋ। ਕਿਹੜੇ ਕਾਰਕ ਇਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ? ਜਲ-ਸ਼ਕਤੀ ਘੁਲਕ-ਸ਼ਕਤੀ ਅਤੇ ਦਬਾਓ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਆਪਸੀ ਸੰਬੰਧਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ।
7. ਤਦ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦ ਸ਼ੁੱਧ ਪਾਣੀ ਜਾਂ ਘੋਲ਼ ਤੇ ਵਾਤਾਵਰਣ ਦੇ ਦਬਾਓ ਦੀ ਤੁਲਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਦਬਾਓ ਲਾਗੂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ?
8. (ੳ) ਰੇਖਾ ਚਿੱਤਰ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਜੀਵ-ਦ੍ਰਵ ਸੁੰਗੜਨ ਦੀ ਵਿਧੀ ਦਾ ਵਰਣਨ ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਕੇ ਕਰੋ।
   (ਅ) ਜੇ ਪੌਦਾ-ਸੈਲਾਂ ਨੂੰ ਉੱਚ ਜਲ-ਸ਼ਕਤੀ ਵਾਲ਼ੇ ਘੋਲ਼ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ।
9. ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਖਣਿਜਾਂ ਦੇ ਸੋਖ਼ਣ ਵਿੱਚ ਮਾਈਕਰੋ ਰਹਾਈਜਲੀ (ਉੱਲੀ-ਜੜ ਸਹਿਜੀਵਨ) ਸੰਬੰਧ ਕਿੰਨੇ ਸਹਾਇਕ ਹਨ ?
10. ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਜਲ ਪਰਿਵਹਿਨ ਤਹਿਤ ਜੜ-ਦਬਾਓ ਕੀ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾਂਦਾ ਹੈ ?
11. ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਜਲ-ਪਰਿਵਹਿਨ ਤਹਿੱਤ ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਖਿੱਚ ਮੰਡਲ (Transporation Pull) ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ। ਇਸ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਕਿਹੜਾ ਕਾਰਕ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪੌਦਿਆਂ ਲਈ ਕਿਵੇਂ ਲਾਭਦਾਇਕ ਹੈ ?
13. ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਖਣਿਜਾਂ ਦੇ ਸੋਖਣ ਦੌਰਾਨ ਐਂਡੋਡਰਮਿਸ ਦੀ ਕੀ ਭੂਮਿਕਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ?
14. ਜ਼ਾਈਲਮ ਪਰਿਵਹਿਨ ਇੱਕ ਦਿਸ਼ਾਵੀਂ ਅਤੇ ਫਲੋਇਮ ਪਰਿਵਹਿਨ ਦੋ ਦਿਸ਼ਾਵੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।
15. ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸੱਕਰ ਦੇ ਸਥਾਨੰਤਰਣ ਦੇ ਦਬਾਓ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ।
16. ਵਾਸ਼ਪਉਤਸਰਜਨ ਦੌਰਾਨ ਗਾਰਡ ਸੈਲ ਖੁਲਣ ਤੇ ਬੰਦ ਹੋਣ ਦੇ ਕੀ ਕਾਰਣ ਹਨ ?

12.1 ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਖਣਿਜ ਲੋੜਾਂ ਦੀ ਅਧਿਐਨ ਵਿਧੀ
Methods to study the mineral requirements of plants
12.2 ਜ਼ਰੂਰੀ ਖਣਿਜ ਤੱਤ
Essential mineral elements
12.3 ਤੱਤਾਂ ਦੇ ਸੋਖਣ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿਧੀ
Mechanism of Absorption of Elements
12.4 ਘੁਲਕਾਂ ਦਾ ਸਥਾਨਾਂਤਰਣ
Translocation of Solutes
12.5 ਮਿੱਟੀ ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੱਤਾਂ ਦੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ
Soil as Reservoir of essential elements
12.6 ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਦੀ ਢਾਹੂ ਉਸਾਰੂ ਕਿਰਿਆ
Metabolism of nitrogen

ਅਧਿਆਇ—12

ਖਣਿਜ ਪੋਸ਼ਣ (Mineral Nutrition)

ਸਾਰੇ ਜੀਵਾਂ ਦੀਆਂ ਮੁੱਢਲੀਆਂ ਲੋੜਾਂ ਜ਼ਰੂਰੀ ਰੂਪ ਨਾਲ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਵਾਧੇ ਅਤੇ ਵਿਕਾਸ ਲਈ ਵੱਡੇ ਅਣੂ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਕਾਰਬੋਹਾਈਡਰੇਟਸ, ਪ੍ਰੋਟੀਨ, ਚਰਬੀ, ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਖਣਿਜਾਂ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਇਹ ਅਧਿਆਇ ਮੁੱਖ ਤੌਰ ਤੇ ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਪੌਦਾ ਪੋਸ਼ਣ ਵੱਲ ਕੇਂਦਰਤ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਵਾਧੇ ਅਤੇ ਵਿਕਾਸ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੱਤਾਂ ਨੂੰ ਪਛਾਨਣ ਦੇ ਢੰਗ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰੋਗੇ। ਤੁਸੀਂ ਜਰੂਰੀ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ, ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਕਮੀ ਨਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਲੱਛਣ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਸੋਖਣ ਕਾਰਜ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦਾ ਵੀ ਅਧਿਐਨ ਕਰੋਗੇ। ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਤੁਹਾਨੂੰ ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਜੈਵਿਕ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਦੇ ਮਹੱਤਵ ਅਤੇ ਕਾਰਜ ਵਿਧੀ ਤੋਂ ਵੀ ਜਾਣੂ ਕਰਵਾਇਆ ਜਾਵੇਗਾ।

12.1 ਪੌਦਿਆਂ ਦੀਆਂ ਖਣਿਜ ਲੋੜਾਂ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਦੀ ਵਿਧੀ (Methods to Study the mineral requirements of Plants)

1860 ਵਿੱਚ ਜੂਲੀਅਸ ਵਾਨ ਸੈਕਸ, ਇੱਕ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਜਰਮਨ ਪੌਦਾ ਵਿਗਿਆਨੀ, ਨੇ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਇਹ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਕਿ ਪੌਦਿਆਂ ਨੂੰ ਮਿੱਟੀ ਦੀ ਅਣਹੋਂਦ ਵਿੱਚ ਪੋਸ਼ਕ ਘੋਲਾਂ ਵਿੱਚ ਪਰਿਪੱਕ ਅਵਸਥਾ ਤੱਕ ਉਗਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪੌਦਿਆਂ ਨੂੰ ਪੋਸ਼ਕ ਘੋਲਾਂ ਵਿੱਚ ਉਗਾਉਣ ਦੀ ਇਸ ਤਕਨੀਕ ਨੂੰ ਜਲਸੰਵਰਧਨ (hydroponics) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਉਸਤੋਂ ਬਾਅਦ ਕਈ ਉੱਨਤ ਢੰਗ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਂਦੇ ਗਏ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਤੋਂ ਪੌਦਿਆਂ ਲਈ ਖਣਿਜ ਪੋਸ਼ਕਾਂ ਦੀ ਲੋੜ ਤੈਅ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕੇ। ਉਪਰੋਕਤ ਸਾਰੇ ਢੰਗਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਾ ਸਿੱਟਾ ਪੌਦਿਆਂ ਨੂੰ ਮਿੱਟੀ ਰਹਿਤ ਪੋਸ਼ਕਾਂ ਦੇ ਘੋਲਾਂ ਵਿੱਚ ਉਗਾਉਣਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਢੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਸ਼ੁੱਧ ਕੀਤਾ ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਪੋਸ਼ਕ ਖਣਿਜਾਂ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਸਮਝਾ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਇਹ ਇੰਨ੍ਹਾਂ ਜਰੂਰੀ ਕਿਵੇਂ ਹੈ ?

ਲੜੀ ਬੱਧ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਤੋਂ ਬਾਅਦ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਤਹਿਤ ਪੌਦਿਆਂ ਦੀਆਂ ਜੜ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਪੋਸ਼ਕ ਘੋਲਾਂ ਵਿੱਚ ਡੁਬਾਇਆ ਗਿਆ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਇੱਕ ਤੱਤ ਨੂੰ ਪਾਇਆ ਅਤੇ ਹਟਾਇਆ ਗਿਆ ਅਤੇ ਭਿੰਨ ਸੰਘਣਤਾਵਾਂ ਦਿੱਤੀਆਂ ਗਈਆਂ ਤਾਂ ਇੱਕ ਖਣਿਜ ਘੋਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਇਆ ਜਿਹੜਾ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਵਾਧੇ ਲਈ ਢੁੱਕਵਾਂ ਸੀ। ਇਸ ਵਿਧੀ ਰਾਹੀਂ ਜਰੂਰੀ ਤੱਤਾਂ ਨੂੰ ਪਛਾਣਿਆਂ ਗਿਆ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਘਾਟ ਨਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਲੱਛਣਾਂ ਦੀ ਖੋਜ ਕੀਤੀ ਗਈ। ਜਲ ਸੰਵਰਧਨ (hydroponics) ਦੀ ਤਕਨੀਕ ਨੂੰ ਸਬਜ਼ੀਆਂ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਟਮਾਟਰ, ਬੀਜ-ਰਹਿਤ ਖੀਰੇ ਅਤੇ ਸਲਾਦ (Lettuce) ਦੇ ਵਪਾਰਕ ਉਤਪਾਦਨ ਤਹਿਤ ਸਫਲਤਾ ਪੂਰਵਕ ਲਾਗੂ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਇਹ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਹੈ ਕਿ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਉਚਿਤ ਵਾਧੇ ਲਈ ਪੋਸ਼ਕ ਘੋਲਾਂ ਨੂੰ ਢੁਕਵੀਂ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਹਵਾਯੁਕਤ ਰੱਖਿਆ ਜਾਵੇ। ਜੇ ਘੋਲ ਘੱਟ

ਹਵਾਯੁਕਤ ਹੋਵੇਗਾ ਤਾਂ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ? ਜਲ ਸੰਵਰਧਨ ਦੀ ਤਕਨੀਕ ਨੂੰ ਰੇਖਾ ਚਿੱਤਰ 12.1 ਅਤੇ 12.2 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

12.2 ਜ਼ਰੂਰੀ ਖਣਿਜ ਤੱਤ (Essential Mineral Elements)

ਮਿੱਟੀ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਖਣਿਜ ਤੱਤ ਜੜ੍ਹਾਂ ਰਾਹੀਂ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਤੱਥਾਂ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੁਣ ਤੱਕ ਖੋਜੇ ਗਏ 105 ਤੱਤਾਂ ਵਿੱਚੋਂ 60 ਤੋਂ ਵੱਧ ਤੱਤ ਵਿਭਿੰਨ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਾਏ ਗਏ ਹਨ। ਕੁਝ ਪੌਦਿਆਂ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਜਾਤੀਆਂ ਸਿਲੇਨੀਅਮ ਦਾ ਸੰਗ੍ਰਹਿਣ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ, ਕੁਝ ਸੋਨੇ ਦਾ ਅਤੇ ਕੁਝ ਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰੀਖਣ ਸਥਲਾਂ ਨੇੜੇ ਉਗਣ ਵਾਲੇ ਪੌਦੇ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਸਟਰਾਨਸ਼ੀਅਮ (Strontium) ਜਮ੍ਹਾਂ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਖਣਿਜਾਂ ਦੀ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਸੰਘਣਤਾ (10^{-8} g/mL) ਨੂੰ ਵੀ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੀ ਤਕਨੀਕ ਅੱਜ ਉਪਲਬੱਧ ਹੈ। ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਇਹ ਉਠਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕੀ ਸਾਰੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਖਣਿਜ ਤੱਤ ਜਿਹੜੇ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਸੋਨਾ ਅਤੇ ਸਿਲੇਨੀਅਮ ਕੀ ਪੌਦਿਆਂ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹਨ ? ਅਸੀਂ ਇਹ ਕਿਵੇਂ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਇਹ ਪੌਦਿਆਂ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹਨ ਜਾਂ ਨਹੀਂ ?

12.2.1 ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਿਰਧਾਰਣ ਦੇ ਮਾਪਦੰਡ (Criteria for Essentiality)

ਕਿਸੇ ਤੱਤ ਦੇ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੋਣ ਦੇ ਮਾਪਦੰਡ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹਨ—

(ੳ) ਤੱਤ ਨੂੰ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਆਮ ਵਾਧੇ ਅਤੇ ਪ੍ਰਜਣਨ ਲਈ ਅਤਿ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਉਸ ਤੱਤ ਦੀ ਗੈਰ ਹਾਜ਼ਰੀ ਵਿੱਚ ਪੌਦੇ ਆਪਣਾ ਜੀਵਨ ਚੱਕਰ ਨਾ ਪੂਰਾ ਕਰ ਸਕਣ ਅਤੇ ਬੀਜ ਵੀ ਨਾ ਪੈਦਾ ਕਰ ਸਕਣ।

(ਅ) ਤੱਤ ਦੀ ਲੋੜ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਤੱਤ ਨਾਲ ਬਦਲ (Replaceable) ਕਰਨਾ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਦੂਜੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਤੱਤ ਦੀ ਘਾਟ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਤੱਤ ਰਾਹੀਂ ਪੂਰਾ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ।

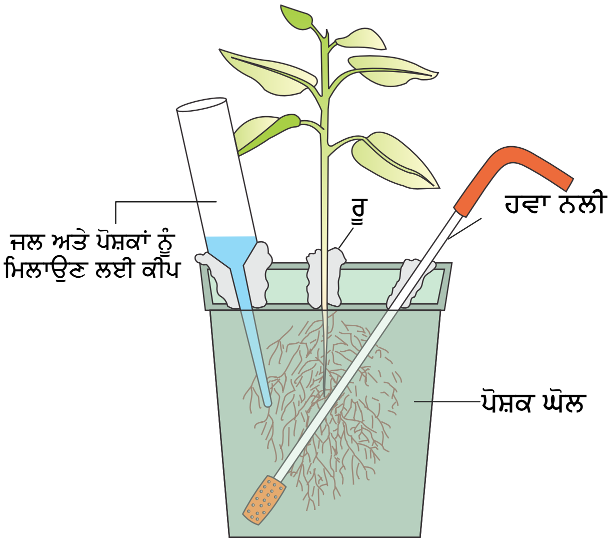
(ੲ) ਤੱਤ ਪੌਦੇ ਦੀਆਂ ਢਾਹੂ ਉਸਾਰੂ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੋਵੇ।

ਉਪਰੋਕਤ ਮਾਪਦੰਡਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਕੇਵਲ ਕੁਝ ਹੀ ਤੱਤ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਵਾਧੇ ਅਤੇ ਢਾਹੂ-ਉਸਾਰੂ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਲਈ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜ਼ਰੂਰੀ ਮੰਨੇ ਗਏ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਜ਼ਰੂਰੀ ਮਾਤਰਾ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਦੋ ਵਿਆਪਕ ਸ੍ਰੇਣੀਆਂ ਵਿਚ ਵੰਡਿਆਂ ਗਿਆ ਹੈ।

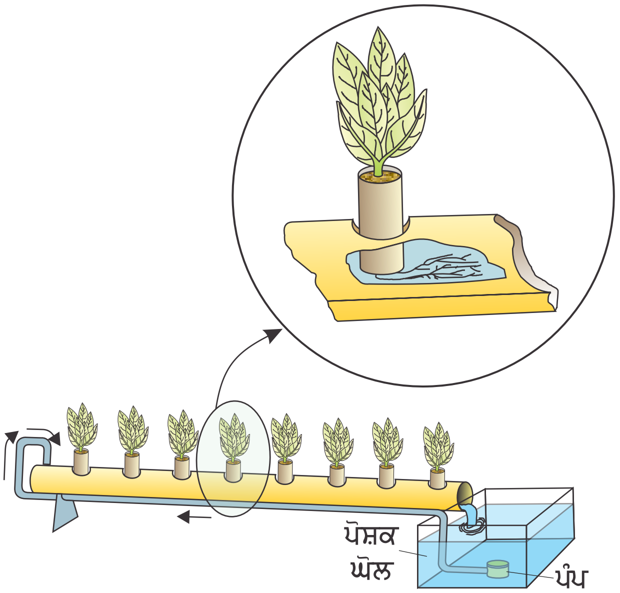
(i) ਬਹੁ ਮਾਤਰੀ ਪੋਸ਼ਕ (Macronutrients)

(ii) ਅਲਪ ਮਾਤਰੀ ਪੋਸ਼ਕ (Micronutrients)

ਬਹੁਮਾਤਰੀ ਪੋਸ਼ਕ (Macronutrients)—ਬਹੁਮਾਤਰੀ ਪੋਸ਼ਕਾਂ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਵਿਚ ਵੱਧ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਪਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਪੌਦੇ ਦੇ ਖੁਸ਼ਕ ਪਦਾਰਥ ਦਾ 1-10 mg/L



ਚਿੱਤਰ 12.1 ਪੋਸ਼ਕ ਘੋਲ ਸੰਵਰਧਨ ਲਈ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਰੇਖਾ ਚਿੱਤਰ



ਚਿੱਤਰ 12.2. ਜਲ ਸੰਵਰਧਨ ਰਾਹੀਂ ਪੌਦਿਆਂ ਦਾ ਉਤਪਾਦਨ। ਪੌਦੇ ਇੱਕ ਢਾਲਵੀ ਨਲੀ ਜਾਂ ਟੱਬ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇੱਕ ਪੰਪ ਪੋਸ਼ਕ ਘੋਲਾਂ ਨੂੰ ਟੱਬ ਤੋਂ ਉਭਰੇ ਭਾਗ ਤੱਕ ਨਲੀ ਵਿੱਚ ਪਹੁੰਚਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਘੋਲ ਨਲੀ ਦੇ ਹੇਠਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਟੱਬ ਤੱਕ ਗੁਰੂਤਾ ਕਾਰਨ ਪੁਜਦਾ ਹੈ। ਦਿਤੀ ਗਈ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਉਹ ਪੌਦੇ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਜੜ੍ਹਾ ਲਗਾਤਾਰ ਹਵਾ ਯੁਕਤ ਪੋਸ਼ਕ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਡੁਬੀਆਂ ਹਨ। ਤੀਰ ਦੇ ਨਿਸ਼ਾਨ ਵਹਾਅ ਦੀ ਗਤੀ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।

ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸ੍ਰੇਣੀ ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਤੱਤ ਹਨ— ਕਾਰਬਨ, ਹਾਈਡਰੋਜਨ, ਆਕਸੀਜਨ, ਫਾਸਫੋਰਸ, ਸਲਫਰ, ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ, ਕੈਲਸ਼ੀਅਮ ਅਤੇ ਮੈਗਨੀਸ਼ੀਅਮ। ਇਹਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕਾਰਬਨ, ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਅਤੇ ਆਕਸੀਜਨ ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ (CO_2) ਅਤੇ ਪਾਣੀ (H_2O) ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਦਕਿ ਦੂਜੇ ਮਿੱਟੀ ਵਿਚੋਂ ਖਣਿਜਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੋਖੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਅਲਪਮਾਤਰੀ ਪੋਸ਼ਕ (Micronutrients)—ਅਲਪਮਾਤਰੀ ਪੋਸ਼ਕਾਂ ਜਾਂ ਨਾ ਮਾਤਰ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਲੋੜ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ (0.1 mg/L ਖੁਸ਼ਕ ਭਾਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਜਾਂ ਉਸ ਤੋਂ ਵੀ ਘੱਟ)। ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਲੋਹਾ, ਮੈਂਗਨੀਜ਼, ਤਾਂਬਾ, ਮੋਲੀਬਡੇਨਮ, ਜ਼ਿੰਕ, ਬੋਰਾਨ, ਕਲੋਰੀਨ, ਆਇਓਡੀਨ ਅਤੇ ਨਿੱਕਲ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹਨ। ਉਪਰੋਕਤ ਵਰਣਨ ਕੀਤੇ ਗਏ ਜ਼ਰੂਰੀ 17 ਤੱਤਾਂ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾਂ ਕੁਝ ਲਾਭਦਾਇਕ ਤੱਤ ਵੀ ਹਨ; ਜਿਵੇਂ ਸੋਡੀਅਮ, ਸਿਲੀਕਾਨ, ਕੋਬਾਲਟ ਅਤੇ ਸਿਲੇਨੀਅਮ। ਇਹ ਉੱਚ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਦੇ ਪੌਦਿਆਂ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੱਤਾਂ ਨੂੰ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਕੰਮਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਚਾਰ ਸ਼੍ਰੇਣੀਆਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸ਼੍ਰੇਣੀਆਂ ਹਨ—

(i) ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੱਤ ਜੈਵ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਘਟਕ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਸੈੱਲ ਦੇ ਰਚਨਾਤਮਕ ਤੱਤ ਹਨ (ਜਿਵੇਂ ਕਾਰਬਨ, ਹਾਈਡਰੋਜਨ, ਆਕਸੀਜਨ ਅਤੇ ਨਾਈਟਰੋਜਨ)

(ii) ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੱਤ ਜੋ ਪੌਦਿਆਂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਰਸਾਇਣਕ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਘਟਕ ਹਨ, ਜਿਵੇਂ ਕਲੋਰੋਫਿਲ ਵਿੱਚ ਮੈਗਨੀਸ਼ੀਅਮ ਅਤੇ ਏ.ਟੀ.ਪੀ. ਵਿੱਚ ਫਾਸਫੋਰਸ।

(iii) ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੱਤ ਜੋ ਐਨਜ਼ਾਈਮਾਂ ਨੂੰ ਚੁਸਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਾਂ ਸੁਸਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ Mg^{2+}, ਰਾਈਬੁਲੋਜ ਬਾਈਸਫਾਸਫੇਟ, ਕਾਰਬੋਕਸੀਲੇਜ, ਆਕਸੀਜੀਨੇਸ, ਅਤੇ ਫਾਸਫੋਇਨੋਲ ਪਾਈਰੂਵੇਟ ਕਾਬੋਕਸੀਲੇਸ ਦੋਨਾਂ ਨੂੰ ਚੁਸਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਦੋਵੇਂ ਐਨਜਾਈਮ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਾਰਬਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਯੋਗਦਾਨ ਪਾਉਂਦੇ ਹਨ। Zn^{2+} ਅਲਕੋਹਲ ਡੀਹਾਈਡਰੋਜੀਨੇਸ ਨੂੰ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਮੋਲੀਬਿਡਨਮ ਨਾਈਟਰੋਜੀਨੇਸ ਦਾ ਮਾਲੀਬਿਡਨਮ ਢਾਹੂ ਉਸਾਰੂ ਕਿਰਿਆ ਦੌਰਾਨ ਨਾਈਟਰੋਜੀਨੇਸ ਨੂੰ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਇਸ ਸ੍ਰੇਣੀ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਹੋਰ ਨਾਂ ਜੋੜ ਸਕਦੇ ਹੋ ? ਇਸ ਕੰਮ ਲਈ ਤੁਹਾਨੂੰ ਪਹਿਲਾਂ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤੇ ਗਏ ਜੈਵ ਰਸਾਇਣ ਪੱਥਾਂ ਦਾ ਸੰਗ੍ਰਹਿਣ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੋਵੇਗਾ।

(iv) ਕੁਝ ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੱਤ ਸੈੱਲ ਦੀ ਪਰਾਸਰਣੀ ਸ਼ਕਤੀ (Osmotic Pressure) ਨੂੰ ਬਦਲਦੇ ਹਨ। ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਦਾ ਸਟੋਮੈਟਾ ਦੇ ਖੁੱਲਣ ਅਤੇ ਬੰਦ ਹੋਣ ਵਿੱਚ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਯੋਗਦਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਮੁੜ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਜਲ ਸ਼ਕਤੀ ਨਿਰਧਾਰਣ ਕਰਨ ਲਈ ਖਣਿਜਾਂ ਦੀ ਘੁਲਕਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਭੂਮਿਕਾ ਨੂੰ ਯਾਦ ਕਰੋ।

12.2.2. ਬਹੁਮਾਤਰੀ ਅਤੇ ਅਲਪਮਾਤਰੀ ਪੋਸ਼ਕਾ ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ (Role of Macro and Micronutrients)

ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੱਤਾਂ ਨੇ ਕਈ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਕਰਨੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਉਹ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਢਾਹੂ ਉਸਾਰੂ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਭਾਗ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਸੈੱਲ ਝਿੱਲੀ ਦੀ ਮੁਸਾਮਤਾ (Permeability), ਸੈੱਲ ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਪਰਾਸਰਣ ਦਬਾਉ (Osmotic Pressure) ਦਾ ਨਿਯੰਤਰਣ, ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਪਰਿਵਹਿਣ ਪ੍ਣਾਲੀ, ਬਫ਼ਰ ਕਾਰਜ (buffering action), ਐਨਜ਼ਾਈਮਾਂ ਨਾਲ ਸਬੰਧਤ ਕਾਰਜ ਅਤੇ ਬਹੁਮਾਤਰੀ ਅਣੂਆਂ ਅਤੇ ਸਹਿ ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਦੇ ਮੁੱਖ ਸੰਗਠਨ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਜ਼ਰੂਰੀ ਪੋਸ਼ਕ ਤੱਤਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹਨ।

ਨਾਈਟਰੋਜਨ (N)— ਇਸ ਤੱਤ ਦੀ ਲੋੜ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਸੋਖਣ ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਾਈਟਰੇਟ (NO^{-}_3) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਕੁਝ ਮਾਤਰਾ ਨਾਈਟਰਾਈਟ (NO_2^-) ਅਤੇ ਅਮੋਨੀਅਮ (NH_4^+) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੀ ਲਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਲੋੜ ਪੌਦੇ ਦੇ ਸਾਰੇ ਭਾਗਾਂ ਖਾਸ ਕਰਕੇ ਵਿਭਾਜਨਯੋਗ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਅਤੇ ਚੁਸਤ ਢਾਹੂ-ਉਸਾਰੂ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਪ੍ਰੋਟੀਨ, ਨਿਊਕਲਿਕ ਅਮਲਾਂ, ਵਿਟਾਮਿਨਾਂ ਅਤੇ ਹਾਰਮੋਨ ਦਾ ਇੱਕ ਮੁੱਖ ਘਟਕ ਹੈ।

ਫਾਸਫੋਰਸ (P)— ਪੌਦਿਆਂ ਦੁਆਰਾ ਫਾਸਫੋਰਸ ਮਿੱਟੀ ਵਿੱਚ ਫਾਸਫੇਟ ਆਇਨਾ ($H_2PO_4^-$) ਜਾਂ ($H_2PO_4^{2-}$) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੋਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਸੈੱਲ ਝਿੱਲੀ, ਕੁਝ ਪ੍ਰੋਟੀਨ, ਸਾਰੇ ਨਿਊਕਲਿਕ ਅਮਲਾਂ ਅਤੇ ਨਿਊਕਲੀਓਟਾਈਡ ਲਈ ਇੱਕ ਘਟਕ ਹੈ ਅਤੇ ਸਾਰੀਆਂ ਫਾਸਫੋਰੀਲੇਸ਼ਨ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਲਈ ਇਸਦਾ ਮਹੱਤਵ ਹੈ।

ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ (K)— ਪੌਦਿਆਂ ਰਾਹੀਂ ਇਸਦਾ ਸੋਖਣ ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਆਇਨ (K^+) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਵਿਭਾਜਨਯੋਗ ਟਿਸ਼ੂਆਂ, ਕਲੀਆਂ, ਪੱਤਿਆਂ ਅਤੇ ਜੜ੍ਹ ਸਿਖਰਾਂ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਧਨ ਆਇਨ-ਰਿਣ ਆਇਨ ਦਾ ਸੰਤੁਲਨ ਨਿਰਧਾਰਨ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਵੀ ਸਹਾਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਾਲ ਹੀ ਇਹ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ, ਸਟੋਮੈਟਾ ਦੇ ਖੁਲਣ ਅਤੇ ਬੰਦ ਹੋਣ, ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲਤਾ ਅਤੇ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਚੁਸਤ ਅਵਸਥਾ ਬਣਾਈ ਰੱਖਣ ਵਿੱਚ ਵੀ ਲੋੜੀਂਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਕੈਲਸ਼ੀਅਮ (Ca)— ਪੌਦੇ ਕੈਲਸ਼ੀਅਮ ਦਾ ਮਿੱਟੀ ਤੋਂ ਕੈਲਸ਼ੀਅਮ ਆਇਨਾਂ (Ca^{2+}) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੋਖਣ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸਦੀ ਲੋੜ ਵਿਭਾਜਨਯੋਗ ਅਤੇ ਵਿਭਾਜਤ ਹੋਏ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਨੂੰ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸੈੱਲ ਵਿਭਾਜਨ ਦੌਰਾਨ ਸੈੱਲ ਭਿੱਤੀ ਦੇ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਵਿੱਚ ਵੀ ਇਸਦਾ ਵੱਧ ਯੋਗਦਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਖਾਸ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਹ ਮੱਧ ਪੱਟੀ (Middle Lamella) ਵਿੱਚ ਕੈਲਸ਼ੀਅਮ ਪੈਕਟੇਟ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਲੋੜ ਸੂਤਰੀ ਵਿਭਾਜਨ ਦੇ ਸਪਿੰਡਲ ਨਿਰਮਾਣ ਦੇ ਦੌਰਾਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਪੁਰਾਣੇ ਪੱਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸੈੱਲ ਝਿੱਲੀਆਂ ਦੀਆਂ ਆਮ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਕੁਝ ਐਨਜਾਈਮਾਂ ਨੂੰ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵਾਹੂ-ਉਸਾਰੂ ਕੰਮਾਂ ਦੇ ਨਿਯੰਤਰਣ ਵਿੱਚ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਯੋਗਦਾਨ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਮੈਗਨੀਸ਼ੀਅਮ (Mg)— ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਮੈਗਨੀਸ਼ੀਅਮ Mg^{2+} ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੋਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਅਤੇ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਐਨਜਾਈਮਾਂ ਨੂੰ ਚੁਸਤੀ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਡੀ.ਐਨ.ਏ. ਅਤੇ ਆਰ.ਐਨ.ਏ. ਦੇ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਵਿੱਚ ਵੀ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਮੈਗਨੀਸ਼ੀਅਮ ਕਲੋਰੋਫਿਲ ਦੀ ਵਲੇਵੇਂਦਾਰ ਬਣਤਰ (Ring Structure) ਦਾ ਘਟਕ ਹੈ ਅਤੇ ਰਾਈਬੋਸੋਮ ਦੇ ਅਕਾਰ ਨੂੰ ਬਣਾਈ ਰੱਖਣ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸਲਫਰ (S)— ਪੌਦੇ ਗੰਧਕ (ਸਲਫਰ) ਨੂੰ ਸਲਫੇਟ (SO_4^{2-}) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਸਿਸਟੀਨ (Cysteine) ਜਾਂ ਮੈਥੀਉਨੀਨ (Methyonine) ਨਾਂ ਦੇ ਅਮੀਨੋ ਅਮਲਾਂ ਵਿੱਚ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅਨੇਕਾਂ ਵਿਟਾਮਿਨ (ਥਾਇਆਮਾਈਨ, ਬਾਇਓਟੀਨ, ਕੋ ਐਨਜਾਈਮ ਏ) ਅਤੇ ਫੈਰੀਡਾਕਸਿਨ ਦਾ ਮੁੱਖ ਘਟਕ ਹੈ।

ਲੋਹਾਂ (Fe)— ਪੌਦੇ ਲੋਹੇ ਨੂੰ ਫੈਰਿਕ ਆਇਨ (Fe^{3+}) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਪੌਦਿਆਂ ਨੂੰ ਇਸਦੀ ਲੋੜ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਸੂਖਮ ਮਾਤਰੀ ਤੱਤ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਫੈਰੀਡਾਕਸਿਨ ਅਤੇ ਸਾਈਟੋਕਰੋਮ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰੋਟੀਨਾਂ ਦਾ ਭਾਗ ਹੈ ਜਿਹੜੇ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਸਥਾਨਾਂਤਰਣ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਥਾਨਾਂਤਰਣ ਵੇਲੇ Fe^{2+} ਤੋਂ Fe^{3+} ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਵਿਪਰੀਤ ਆਕਸੀਕਰਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਕੈਟੇਲੇਜ ਐਨਜ਼ਾਈਮਾਂ ਨੂੰ ਚੁਸਤ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕਲੋਰੋਫਿਲ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਮੈਂਗਨੀਜ (Mn)— ਇਹ ਮੈਗਨਸ (M_n^{2+}) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸੋਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ, ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਅਤੇ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਢਾਹੂ ਉਸਾਰੂ ਕਿਰਿਆ ਵੇਲੇ ਅਨੇਕਾਂ ਐਨਜਾਈਮਾਂ ਨੂੰ ਚੁਸਤ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਮੈਗਨੀਜ ਦਾ ਮੁੱਖ ਕਾਰਜ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਨ ਦੌਰਾਨ ਪਾਣੀ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਤੋੜ ਕੇ ਆਕਸੀਜਨ ਪੈਦਾ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਜਿੰਕ (Zn)— ਪੌਦੇ ਇਸਨੂੰ (Zn^{2+}) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਐਨਜ਼ਾਈਮਾਂ ਨੂੰ ਖਾਸ ਕਰਕੇ ਕਾਰਬੋਕਸੀਲੇਸ ਨੂੰ ਚੁਸਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਲੋੜ ਆਕਸਿਨ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਵਿੱਚ ਵੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਤਾਂਬਾ (Cu) ਤਾਂਬਾ (Cu)—ਇਹ ਕਿਊਪਰਿਕ ਆਇਨ (Cu^{2+}) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੋਖਿਆ ਜਾਂਦਾ

ਹੈ। ਇਹ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਸੰਪੂਰਨ ਢਾਹੂ ਉਸਾਰੂ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਲੋਹੇ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਵੀ ਰਿਡਾਕਸ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਐਨਜਾਈਮਾਂ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਵੀ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ Cu^{+} ਤੋਂ Cu^{2+} ਵਿਚ ਆਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਬੋਰਾਨ (B)— ਇਹ ਬੋਰੇਟ (BO_3^{3-}) ਅਤੇ ($B_4O_7^{2-}$) ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੋਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਲੋੜ Ca^{2+} ਆਇਨਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਅਤੇ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ, ਝਿੱਲੀ ਦੀ ਕਾਰਜਸ਼ੀਲਤਾ ਅਤੇ ਪਰਾਗ ਅੰਕੁਰਣ (Pollen Germination) ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ, ਸੈੱਲ ਵਿਭੇਦਨ ਅਤੇ ਕਾਰਬੋਹਾਈਡਰੇਟ ਦੇ ਸਥਾਨਾਂਤਰਣ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਮਾਲੀਬਿਡਨਮ (Mo)— ਪੌਦੇ ਇਸਨੂੰ ਮਾਲੀਬਿਡੇਟ ਆਇਨ ($M_OO_2^{2+}$) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਢਾਹੂ ਉਸਾਰੂ ਦੇ ਅਨੇਕਾਂ ਐਨਜਾਈਮਾਂ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਨਾਈਟਰੋ ਜੀਨੇਸ ਅਤੇ ਨਾਈਟਰੇਟ ਰੀਡਕਟੇਸ ਅਤੇ ਹੋਰ ਐਨਜ਼ਾਈਮਾਂ ਦਾ ਘਟਕ ਹੈ।

ਕਲੋਰੀਨ (Cl^-)— ਪੌਦੇ ਇਸਨੂੰ ਕਲੋਰਾਈਡ ਆਇਨ (Cl^-) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੋਖਦੇ ਹਨ। ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ K^+ ਅਤੇ ਸੋਡੀਅਮ (Na^+) ਦੇ ਨਾਲ ਮਿਲਕੇ ਇਹ ਸੈਲਾਂ ਵਿੱਚ ਘੁਲਣ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਅਤੇ ਧਨ ਆਇਨ-ਰਿਣ ਆਇਨ ਸੰਤੁਲਨ (Anion-cation balance) ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਨ ਵਿਚ ਸਹਾਇਤਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੌਰਾਨ ਪਾਣੀ ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਤੋਂ ਆਕਸੀਜਨ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

12.2.3. ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਘਾਟ ਦੇ ਲੱਛਣ (Deficiency Symptoms of Essential Elements)

ਜਰੂਰੀ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਸੀਮਤ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਉਪਲਬਤਾ ਹੋਣ ਤੇ ਪੌਦਿਆਂ ਦਾ ਵਾਧਾ ਰੁਕ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਉਹ ਸੰਘਣਤਾ ਜਿਸਦੇ ਘੱਟ ਹੋਣ ਤੇ ਪੌਦਿਆਂ ਦਾ ਵਾਧਾ ਰੁਕਦਾ ਹੈ ਉਸਨੂੰ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਸੰਘਣਤਾ (Critical Concentration) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਘੱਟ ਹੋਣ ਤੇ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਉਪਲਬਧਤਾ ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਹਰ ਤੱਤ ਦੀ ਪੌਦੇ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਜਾਂ ਵੱਧ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਬਣਤਰ ਅਤੇ ਕਿਰਿਆਤਮਕ ਭੂਮਿਕਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਉਸ ਤੱਤ ਦੀ ਘਾਟ ਨਾਲ ਪੌਦੇ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਸਰੀਰਕ ਬਦਲਾਅ ਆ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਬਦਲਾਅ ਤੱਤ ਦੀ ਘਾਟ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਘਾਟ ਦੇ ਲੱਛਣ (Deficiency Symptoms) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਘਾਟ ਦੇ ਲੱਛਣ, ਤੱਤ ਅਨੁਸਾਰ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤੱਤ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਕਰਾਉਣ ਤੇ ਇਹ ਲੱਛਣ ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਜੇ ਇਹ ਘਾਟ ਕਦੇ ਬਣੀ ਰਹੇ ਤਾਂ ਅੰਤ ਪੌਦੇ ਦੀ ਮੌਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਪੌਦੇ ਦੇ ਭਾਗ ਜਿਹੜੇ ਘਾਟ ਦੇ ਲੱਛਣ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਉਸ ਤੱਤ ਦੀ ਗਤੀਸ਼ੀਲਤਾ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਜਿਥੇ ਤੱਤ ਚੁਸਤੀ ਨਾਲ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਪੁੰਗਰ ਅਤੇ ਵਿਕਸਿਤ ਹੋ ਰਹੇ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਵੱਲ ਭੇਜੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਉਥੇ ਘਾਟ ਦੇ ਲੱਛਣ ਪੁਰਾਣੇ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲਾਂ ਪ੍ਰਗਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਨਾਈਟਰੋਜਨ, ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਅਤੇ ਮੈਗਨੀਸ਼ੀਅਮ ਦੀ ਘਾਟ ਦੇ ਲੱਛਣਾਂ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਪੁਰਾਣੇ ਪੱਤਿਆ ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਪੁਰਾਣੇ ਪੱਤਿਆਂ ਦੇ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਜੈਵ ਅਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਤੱਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਉਹ ਵਿਖੰਡਿਤ ਹੋ ਕੇ ਨਵੇਂ ਪੱਤਿਆਂ ਵੱਲ ਚਲੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਜਦ ਤੱਤ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ ਅਤੇ ਵਿਕਸਿਤ ਅੰਗਾਂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵੀ ਨਹੀਂ ਆਉਂਦੇ ਤਾਂ ਇਹ ਘਾਟ ਦੇ ਲੱਛਣ ਨਵੇਂ ਪੱਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਪ੍ਰਗਟ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਤੱਤ ਕੈਲਸ਼ੀਅਮ ਸੈੱਲ ਦੀ ਬਣਤਰ ਇਕਾਈ ਦਾ ਭਾਗ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਅਸਾਨੀ ਨਾਲ ਰੂਪਾਂਤ੍ਰਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਖਣਿਜ ਪੋਸ਼ਣ ਦਾ ਇਹ ਪੱਖ ਖੇਤੀ ਅਤੇ ਬਾਗਬਾਨੀ ਵਿਗਿਆਨ ਲਈ ਬਹੁਤ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ। ਪੌਦਿਆਂ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਏ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਘਾਟ ਦੇ ਲੱਛਣਾਂ ਤਹਿਤ ਕਲੋਰੋਸਿਸ (Chlorosis), ਨੈਕਰੋਸਿਸ (Necrosis) ਵਾਧਾ-ਹੀਣ ਪੌਦਾ (Stunted plant growth), ਵਿਕਸਿਤ ਹੋਣ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਪੱਤਿਆਂ ਅਤੇ ਕਲੀਆਂ ਦਾ ਝੜਨਾ ਅਤੇ ਸੈਲ ਵਿਭਾਜਨ ਦਾ ਰੁਕਣਾ ਆਦਿ ਆਉਂਦੇ ਹਨ। ਪੱਤਿਆਂ

ਵਿੱਚ ਕਲੋਰੋਫਿਲ ਦੀ ਘਾਟ ਨਾਲ ਪੀਲਾਪਣ ਆਉਣ ਨੂੰ ਕਲੋਰੋਸਿਸ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਲੱਛਣ N, K, Mg, S, Fe, Mn, Zn ਅਤੇ Mo ਦੀ ਘਾਟ ਨਾਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। Ca, Mg, Cu ਅਤੇ K ਦੀ ਕਮੀ ਨਾਲ ਨੈਕਰੋਸਿਸ ਜਾਂ ਸੈੱਲਾਂ ਜਾਂ ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪੱਤਿਆਂ ਦੀ ਮੌਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। N, K, S ਅਤੇ Mo ਦੀ ਗੈਰ ਹਾਜਰੀ ਜਾਂ ਘੱਟ ਪੱਧਰ ਕਾਰਨ ਸੈੱਲਾਂ ਦਾ ਵਿਭਾਜਨ ਰੁਕ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੁਝ ਤੱਤ ਜਿਵੇਂ ਕਿ N, S ਅਤੇ Mo ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਘੱਟ ਹੋਣ ਤੇ ਫੁੱਲ ਆਉਣ ਵਿਚ ਦੇਰੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ (Delay Flowering)।

ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਵਰਣ ਤੋਂ ਤੁਸੀਂ ਵੇਖ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਕਿਸੇ ਤੱਤ ਦੀ ਘਾਟ ਨਾਲ ਕਈ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਲੱਛਣ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਲੱਛਣ ਇੱਕ ਜਾਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤੱਤਾਂ ਦੇ ਘਾਟ ਨਾਲ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਘਾਟ ਵਾਲੇ ਤੱਤ ਨੂੰ ਪਛਾਨਣ ਲਈ ਪੌਦੇ ਦੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਭਾਗਾਂ ਵਿਚ ਪ੍ਰਗਟ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਲੱਛਣਾਂ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਨਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਪਲਬਧ ਅਤੇ ਮਾਣਕ ਸਾਰਣੀ (Standard table) ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨੀ ਪੈਂਦੀ ਹੈ। ਸਾਨੂੰ ਇਸ ਗੱਲ ਤੋਂ ਵੀ ਜਾਣੂ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਬਰਾਬਰ ਤੱਤ ਦੀ ਘਾਟ ਹੋਣ ਤੇ ਵੀ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਪੌਦੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ।

12.2.4. ਸੁਖਮਤੱਤਾਂ ਦਾ ਜਹਿਰੀਲਾਪਣ (Toxicity of Micronutrients)

ਸੂਖਮ ਪੋਸ਼ਕ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਲੋੜ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪਰ ਮਾਮੂਲੀ ਘਾਟ ਨਾਲ ਵੀ ਘਾਟ ਦੇ ਲੱਛਣ ਅਤੇ ਮਾਮੂਲੀ ਵਾਧਾ ਵੀ ਜ਼ਹਿਰੀਲਾਪਣ ਪੈਦਾ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਦੂਜੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਸੰਘਣਤਾ ਜਿਹੜੀ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਦੇ ਖੁਸ਼ਕ ਭਾਰ ਵਿੱਚ 10% ਦੀ ਕਮੀ ਕਰੇ ਤਾਂ ਇਹ ਜ਼ਹਿਰੀਲਾ ਮੰਨਿਆਂ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਸੰਘਣਤਾ (Crtical Conc.) ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਸੂਖਮ ਤੱਤਾਂ ਲਈ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜ਼ਹਿਰੀਲੇਪਣ ਦੇ ਲੱਛਣਾਂ ਦੀ ਪਛਾਣ ਮੁਸ਼ਕਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਤੱਤਾਂ ਦਾ ਜ਼ਹਿਰੀਲਾਪਣ ਪੱਧਰ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਈ ਵਾਰ ਕਿਸੇ ਇਕ ਤੱਤ ਦਾ ਵਾਧਾ ਦੂਜੇ ਤੱਤ ਦਾ ਸੋਖਣ ਰੋਕ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਮੈਗਨੀਜ ਦੇ ਜ਼ਹਿਰੀਲੇਪਣ ਦੇ ਮੁੱਖ ਲੱਛਣ ਹਨ ਭੂਰੇ ਧੱਬਿਆਂ ਦਾ ਦਿਖਾਣੀ ਦੇਣਾ ਜਿਹੜੇ ਕਿ ਕਲੋਰੋਟਿਕ ਸ਼ਿਰਾਵਾਂ ਨਾਲ ਘਿਰੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਜਾਨਣਾ ਜਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਲੋਹੇ ਅਤੇ ਮੈਗਨੀਸ਼ੀਅਮ ਦੇ ਨਾਲ ਮੈਗਨੀਜ ਦਾ ਸੋਖਣਾ ਅਤੇ ਮੈਗਨੀਜ ਦੇ ਨਾਲ ਐਨਜਾਈਮ ਦਾ ਜੁੜਨਾ ਇੱਕ ਮੁਕਾਬਲੇ ਦਾ ਕੰਮ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਮੈਗਨੀਜ਼ ਟਹਿਣੀ ਸਿਖਰ ਵਿੱਚ ਕੈਲਸ਼ੀਅਮ ਸਥਾਨਾਂਤਰਣ ਨੂੰ ਵੀ ਰੋਕਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਲਈ ਮੈਂਗਨੀਜ ਦੇ ਵਾਧੇ ਨਾਲ ਲੋਹੇ, ਮੈਗਨੀਸ਼ੀਅਮ ਅਤੇ ਕੈਲਸ਼ੀਅਮ ਦੀ ਘਾਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਜਿਹੜੇ ਲੱਛਣ ਸਾਨੂੰ ਮੈਂਗਨੀਜ ਦੇ ਜਹਿਰੀਲੇਪਣ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਉਹ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਲੋਹੇ, ਮੈਗਨੀਸ਼ੀਅਮ ਅਤੇ ਕੈਲਸ਼ੀਅਮ ਦੀ ਘਾਟ ਨਾਲ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਕੀ ਇਹ ਗਿਆਨ ਕਿਸਾਨਾਂ, ਬਾਗਬਾਨਾਂ ਜਾਂ ਕਿਚਨ ਗਾਰਡਨਿੰਗ ਵਿੱਚ ਤੁਹਾਡੇ ਲਈ ਕੁਝ ਲਾਭਦਾਇਕ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ।

12.3 ਤੱਤਾਂ ਦੇ ਸੋਖਣ ਦੀ ਕਾਰਜ ਵਿਧੀ (Mechanism of Absorption of Elements)

ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਤੱਤਾਂ ਦੇ ਸੋਖਣ ਦੀ ਕਾਰਜ ਵਿਧੀ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸੈੱਲਾਂ, ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਅਤੇ ਅੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਅਧਿਐਨ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਸੋਖਣ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਦੋ ਮੁੱਖ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਸੀਮਾਂਬੱਧ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਹਿਲੀ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਮੁੱਖ ਜਾਂ ਬਾਹਰੀ ਸਥਾਨ (apoplast) ਵਿੱਚ ਤੇਜ਼ ਗਤੀ ਨਾਲ ਆਇਨਾਂ ਦਾ ਸੋਖਣਾਂ ਸੁਸਤ ਸੋਖਣ ਹੈ (Passive absorption)। ਦੂਜੀ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਥਾਵਾਂ (Symplast) ਵਿੱਚ ਆਇਨ ਧੀਮੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਸੋਖੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਐਪੋਪਲਾਸਟ ਵਿੱਚ ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਸੁਸਤ ਗਤੀ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਆਇਨ ਚੈਨਲਾਂ ਦੁਆਰਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਹੜੇ ਕਿ ਟਰਾਂਸ ਝਿੱਲੀ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਚੁਣਵੇਂ ਛੇਕਾਂ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਸਿਮਪਲਾਸਟ ਵਿੱਚ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਦਾਖਲੇ ਅਤੇ ਨਿਕਾਸ ਵਿੱਚ ਵਾਧੂ-ਉਸਾਰੂ ਉਰਜਾ ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਇੱਕ ਚੁਸਤ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ। ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਨੂੰ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਪ੍ਰਵਾਹ (Flux) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਤੁਸੀਂ ਇਹ 11ਵੇਂ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਪੜ੍ਹਿਆਂ ਹੈ ਕਿ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਖਣਿਜ ਲੂਣਾਂ ਦਾ ਸੋਖਣਾਂ ਅਤੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

12.4 ਘੁਲਕਾਂ ਦਾ ਸਥਾਨਾਂਤਰਣ (Translocation of Solutes)

ਖਣਿਜ ਲੂਣ ਜ਼ਾਇਲਮ ਜਾਂ ਉਪਰ ਚੜਦੇ ਪਾਣੀ ਨਾਲ ਵਾਸ਼ਪ ਉਤਸਰਜਨ ਖਿਚ ਰਾਹੀਂ ਉੱਪਰ ਖਿੱਚੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਜਾਈਲਮ ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲੱਗਾ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚ ਖਣਿਜ ਲੂਣ ਮੌਜੂਦ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪੌਦਿਆਂ ਵਿਚ ਰੇਡੀਓ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ (Radio isotopes) ਤੋਂ ਵੀ ਇਹ ਸਿੱਧ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਖਣਿਜ ਤੱਤ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਰਾਹੀਂ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਤੁਸੀਂ ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਰਾਹੀਂ ਪਾਣੀ ਦੇ ਪਰਿਵਹਿਨ ਦੀ ਚਰਚਾ ਅਧਿਆਇ 11 ਵਿੱਚ ਕਰ ਚੁਕੇ ਹੋ।

12.5 ਮਿੱਟੀ ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੱਤਾਂ ਦੇ ਭੰਡਾਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ (Soil as Reservoir of Essential elements)

ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਖਣਿਜ ਜਿਹੜੇ ਕਿ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਵਾਧੇ ਅਤੇ ਵਿਕਾਸ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਉਹ ਚਟਾਨਾਂ ਦੇ ਟੁੱਟਣ ਅਤੇ ਖੁਰਨ ਤੋਂ ਪੌਦਿਆਂ ਦੀਆਂ ਜੜ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਉਪਲਬਧ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਭੂਮੀ ਨੂੰ ਘੁਲਕ ਆਇਨਾਂ ਅਤੇ ਕਾਰਬਨਿਕ ਲੂਣਾਂ ਨਾਲ ਭਰਪੂਰ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਚਟਾਨਾਂ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਖਣਿਜਾਂ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਪੌਦਾ ਪੋਸ਼ਣ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਨੂੰ ਖਣਿਜ ਪੋਸ਼ਣ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਮਿੱਟੀ ਵਿੱਚ ਕਈ ਤੱਤਾਂ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਪਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਮਿੱਟੀ ਕੇਵਲ ਖਣਿਜ ਹੀ ਉਪਲਬਧ ਨਹੀਂ ਕਰਵਾਉਂਦੀ ਸਗੋਂ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਜੀਵਾਣੂ ਅਤੇ ਹੋਰ ਸੂਖਮਜੀਵਾਂ ਨੂੰ ਵੀ ਆਸਰਾ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਜਲ ਨੂੰ ਜਕੜ ਕੇ ਰੱਖਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਜੜ੍ਹਾ ਨੂੰ ਹਵਾ ਉਪਲਬਧ ਕਰਾਉਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਪੌਦਿਆਂ ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਰੱਖਣ ਲਈ ਆਸਰਾ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਖਣਿਜਾਂ ਦੀ ਕਮੀ ਫਸਲਾਂ ਦੀ ਪੈਦਾਵਾਰ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਬਣਾਉਂਟੀ ਖਾਦਾਂ ਦੀ ਲੋੜ ਆਮ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

12.6 ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਦਾ ਢਾਹੂ-ਉਸਾਰਣ (Metabolism of Nitrogen)

12.6.1. ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਚੱਕਰ (Nitrogen Cycle)

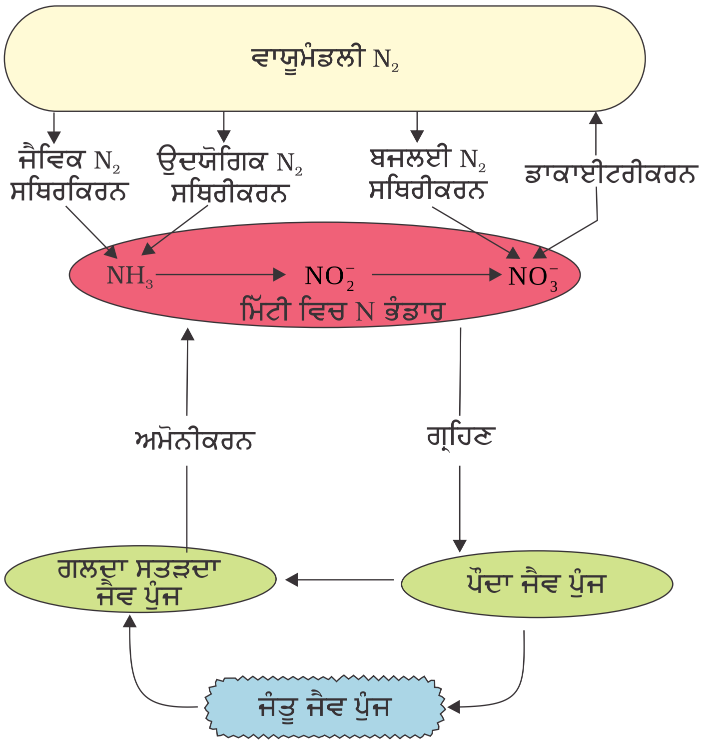
ਸਜੀਵ ਪ੍ਰਾਣੀਆਂ ਵਿੱਚ ਕਾਰਬਨ, ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਅਤੇ ਆਕਸੀਜਨ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਤੱਤ ਹੈ। ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਅਮੀਨੋ ਅਮਲਾਂ, ਪ੍ਰੋਟੀਨ, ਨਿਉਕਲਿਕ ਅਮਲਾਂ, ਵਾਧਾ ਹਾਰਮੋਨਾਂ, ਕਲੋਰੋਫਿਲ ਅਤੇ ਜਿਆਦਾਤਰ ਵਿਟਾਮਿਨਾਂ ਦੀ ਘਟਕ ਹੈ। ਮਿੱਟੀ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਸੀਮਿਤ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਲਈ ਪੌਦੇ ਸੂਖਮ ਜੀਵਾਂ ਨਾਲ ਮੁਕਾਬਲਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਕੁਦਰਤੀ ਅਤੇ ਖੇਤੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਲਈ ਨਿਯੰਤਰਕ ਪੋਸ਼ਕ ਤੱਤ ਹੈ। ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਵਿੱਚ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਦੇ ਦੋ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਤੀਹਰੇ ਬੰਧਨ ($N \equiv N$) ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਦੇ ਅਮੋਨੀਆ ਵਿੱਚ ਬਦਲਣ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਲਿਸ਼ਕਣ ਨਾਲ ਅਤੇ ਪਰਾਵੈਂਗਣੀ ਕਿਰਨਾਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਨੂੰ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਆਕਸਾਈਡ (NO_2, NO, N_2O) ਵਿੱਚ ਬਦਲਣ ਲਈ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਉਦਯੋਗਿਕ ਦਹਿਨ, ਜੰਗਲੀ ਅੱਗ, ਵਾਹਨਾਂ ਦਾ ਧੂੰਆਂ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਉਤਪਾਦਨ ਕੇਂਦਰ ਵਾਤਾਵਰਨੀ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਆਕਸਾਈਡ ਦੇ ਸਰੋਤ ਹਨ। ਮਰੇ ਹੋਏ ਪੌਦਿਆਂ ਅਤੇ ਜੰਤੂਆਂ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਕਾਰਬਨਿਕ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਦਾ ਅਮੋਨੀਆ ਵਿੱਚ ਅਪਘਟਕ ਅਮੋਨੀਕਰਨ (Ammonification) ਕਹਿਲਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਅਮੋਨੀਆ ਵਾਸ਼ਪੀਕ੍ਰਿਤ ਹੋ ਕੇ ਮੁੜ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਚਲੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਮਿੱਟੀ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਸੂਖਮਜੀਵਾਂ ਰਾਹੀਂ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਨਾਈਟਰੇਟ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ—

$$2NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2NO_2^- + 2H^+ + 2H_2O \quad \text{.... (i)}$$

$$2NO_2^- + O_2 \longrightarrow 2NO_3^- \quad \text{....(ii)}$$

ਅਮੋਨੀਆਂ ਪਹਿਲਾਂ ਨਾਈਟਰੋਸੋਮੋਨਾਸ ਅਤੇ/ਜਾਂ ਨਾਈਟਰੋਕੋਕਸ ਜੀਵਾਣੂਆਂ ਰਾਹੀਂ ਨਾਈਟਰੇਟ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਦਿਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਨਾਈਟਰਾਈਟ ਨਾਈਟਰੋਬੈਕਟਰ ਜੀਵਾਣੂਆਂ ਦੀ ਮਦਦ ਨਾਲ ਨਾਈਟਰੇਟ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਦਿਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਨਾਈਟਰੀਕਰਨ ਕਹਿਲਾਂਦੀਆਂ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 12.3)। ਇਹ ਨਾਈਟਰੀਫਾਇੰਗ ਜੀਵਾਣੂ ਰਸਾਇਣ ਪੋਸ਼ੀ (Chemoautotrophs) ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਪੌਦੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਤਿਆਰ ਨਾਈਟਰੇਟ ਦਾ ਸੋਖਣ ਕਰਕੇ ਪੱਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਭੇਜ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਪੱਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਲਘੂਕ੍ਰਿਤ ਹੋ ਕੇ ਅਮੋਨੀਆਂ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ ਜਿਹੜੀ ਕਿ ਅਮੀਨੋ ਅਮਲਾਂ ਦਾ ਅਮੀਨੋ ਸਮੂਹ ਬਣਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਮਿੱਟੀ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਨਾਈਟਰੇਟ ਵੀ ਡੀਨਾਈਟਰੀਕਰਨ ਰਾਹੀਂ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਵਿੱਚ ਲਘੂਕ੍ਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਡੀਨਾਈਟਰੀਕਰਨ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਸੂਡੋਮੋਨਾਸ ਅਤੇ ਥਾਇਉਬੈਸੀਲਸ (Thiobacillus) ਸੰਪਨ ਕਰਦੇ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 12.3 ਮੁੱਖ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਭੰਡਾਰ - ਵਾਯੂਮੰਡਲ, ਮਿੱਟੀ ਅਤੇ ਜੈਵ ਪੁੰਜ ਦੇ ਸਬੰਧ ਦਿਖਾਉਂਦਾ ਹੋਇਆ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਚੱਕਰ

12.6.2. ਜੈਵਿਕ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀ ਕਰਨ (Biological Nitrogen Fixation)

ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਕਾਫੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਉਪਲਬਧ ਹੋਣ ਤੇ ਵੀ ਕੇਵਲ ਕੁਝ ਹੀ ਜੀਵ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰ ਪਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਕੇਵਲ ਕੁਝ ਹੀ ਪ੍ਰੋਕੇਰੀਓਟਿਕ ਜਾਤੀਆਂ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਦਾ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਕਰ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਜੀਵਿਤ ਪ੍ਰਾਣੀਆਂ ਰਾਹੀਂ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਦਾ ਅਮੋਨੀਆਂ ਵਿੱਚ ਲਘੂਕਰਨ ਜੈਵਿਕ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ (Biological Nitrogen Fixation) ਕਹਿਲਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਲਘੂਕਰਨ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਨਾਈਟਰੋਜੀਨੇਸ ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਕੇਵਲ ਪ੍ਰੋਕੇਰੀਓਟਸ ਵਿੱਚ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸੂਖਮ ਜੀਵ N_2 ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਕਹਿਲਾਉਂਦੇ ਹਨ।

$$N \equiv N \xrightarrow{\text{ਨਾਈਟਰੋਜੀਨੇਸ}} NH_3$$

ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਸੂਖਮਜੀਵ ਸੁਤੰਤਰ ਜਾਂ ਸਹਿਜੀਵੀ ਜੀਵਨ ਗੁਜਾਰਨ ਵਾਲੇ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਜੀਵੀ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਆਕਸੀ ਸੂਖਮਜੀਵ ਹਨ–ਐਜੋਟੋਬੈਕਟਰ (Azotobacter) ਅਤੇ ਬਿਜਿਰਿਨੀਕੀਆ (Beijernickia) ਜਦਕਿ ਰੋਡੋਸਪਾਈਰੀਲਮ (Rhodospirilum) ਅਣਆਕਸੀ ਹਨ ਅਤੇ ਬੈਸੀਲਸ ਸੁਤੰਤਰ ਜੀਵੀ ਹਨ। ਇਸ ਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਕਈ ਨੀਲੇ ਹਰੇ ਜੀਵਾਣੂ ਐਨਾਬੀਨਾ (Anabaena) ਅਤੇ ਨੋਸਟੋਕ (Nostoc) ਵੀ ਸੁਤੰਤਰ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਜੀਵ ਹਨ।

ਸਹਿਜੀਵੀ ਜੈਵਿਕ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀ ਕਰਨ Symbiotic Biological Nitrogen Fixation- ਅੱਜ ਸਹਿਜੀਵੀ ਜੈਵਿਕ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਦੇ ਕਈ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਸਮੂਹਾਂ ਦਾ ਪਤਾ ਲੱਗ ਚੁਕਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਸਾਰਿਆਂ ਵਿਚੋਂ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਲੈਗਿਊਮ (Legume) ਜੀਵਾਣੂ ਸਬੰਧ ਹਨ। ਰਾਈਜ਼ੋਬੀਅਮ ਜੀਵਾਣੂ ਲੈਗਿਊਮ ਅਲਫ਼ਾ-ਅਲਫ਼ਾ, ਸਵੀਟ ਕਲੋਵਰ, ਮਿੱਠਾ ਮਟਰ, ਮਸੂਰ, ਬਾਗਬਾਨੀ ਮਟਰ, ਬਾਕਲਾ ਅਤੇ ਕਲੋਵਰ, ਸੇਮ ਆਦਿ ਦੀਆਂ ਜੜ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਬੰਧ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਸਭ ਤੋਂ ਸਾਧਾਰਨ ਸਹਿਜੀਵਨ ਜੜ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਗੰਢਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਗੰਢਾਂ ਜੜ੍ਹਾਂ ਤੇ ਛੋਟੇ ਉਭਾਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਅਫਲੀਦਾਰ ਪੌਦਿਆਂ (Non-Leguminous Plants) ਜਿਵੇਂ ਐਲਨਸ ਦੀਆਂ ਜੜ੍ਹਾਂ ਤੇ

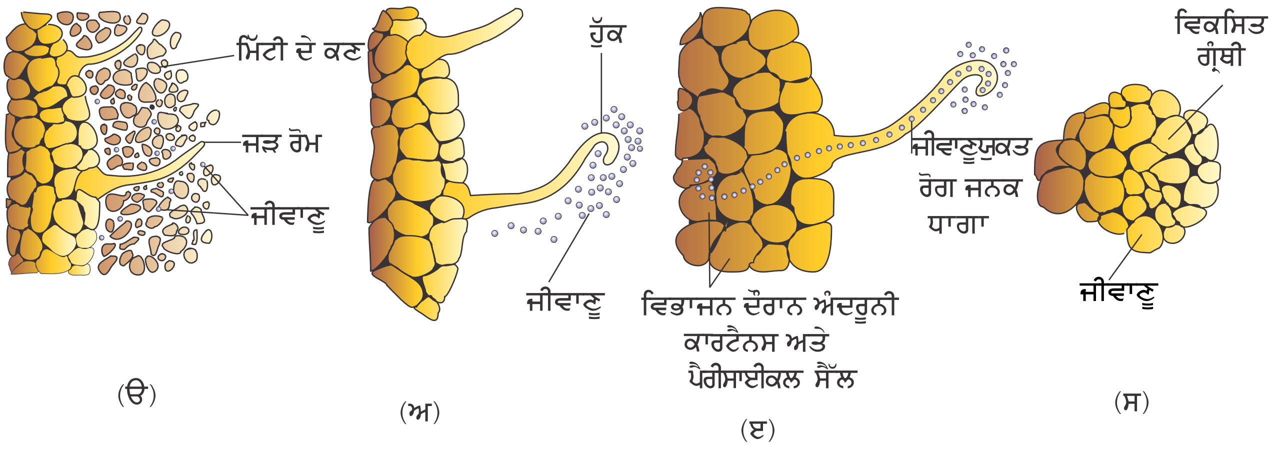
ਵੀ ਸੁਖਮਜੀਵ ਫਰੈਂਕੀਆ (Frankia) N_2 ਸਥਿਰੀਕਾਰਕ ਗੰਢੀਆਂ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਰਾਈਜ਼ੋਬੀਅਮ ਅਤੇ ਫਰੈਂਕੀਆ ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਮਿੱਟੀ ਵਿੱਚ ਸੁਤੰਤਰ ਜੀਵੀ ਹਨ ਪਰ ਸਹਿਜੀਵੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਾਤਾਵਰਨੀ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਦਾ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਫੁੱਲ ਲਗਣ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਕਿਸੇ ਆਮ ਦਾਲ ਦੇ (ਫਲੀਦਾਰ) ਪੌਦੇ ਦੀ ਇੱਕ ਜੜ੍ਹ ਨੂੰ ਪੁੱਟੋ। ਤੁਸੀਂ ਜੜ੍ਹਾਂ ਤੇ ਲਗਭਗ ਗੋਲਾਕਾਰ ਰਚਨਾਵਾਂ ਦੇਖੋਗੇ। ਇਹ ਗੰਢੀਆਂ ਹਨ। ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਕੱਟੋਗੇ ਤਾਂ ਪਾਉਂਗੇ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਇਹ ਲਾਲ ਜਾਂ ਗੁਲਾਬੀ ਰੰਗ ਦੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਗੰਢੀਆਂ ਨੂੰ ਗੁਲਾਬੀ ਕੌਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਰੰਗ ਲੈਗਹੀਮੋਗਲੋਬਿਨ (Leghaemoglobin) ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਗੰਢੀ ਨਿਰਮਾਣ (Nodule Formation)—ਗੰਢੀ ਨਿਰਮਾਣ ਮੇਜ਼ਬਾਨ ਪੌਦੇ ਦੀ ਜੜ੍ਹ ਅਤੇ ਰਾਈਜ਼ੋਬੀਅਮ ਵਿੱਚ ਆਪਸੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਗੰਢੀ ਨਿਰਮਾਣ ਦੇ ਮੁੱਖ ਪੜਾਅ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਨ—

ਰਾਈਜ਼ੋਬੀਅਮ ਬਹੁਗੁਣਿਤ ਹੋ ਕੇ ਜੜ੍ਹਾਂ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਇਕੱਠੇ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਐਪੀਡਰਮਲ ਅਤੇ ਜੜ੍ਹ ਰੋਮਾਂ ਦੇ ਸੈੱਲਾਂ ਨਾਲ ਜੁੜ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਜੜ੍ਹ ਰੋਮ ਮੁੜ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਜੀਵਾਣੂ ਜੜ੍ਹ ਰੋਮ ਤੇ ਹਮਲਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇੱਕ ਰੋਗਕਾਰਕ ਸੂਤਰ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਜੀਵਾਣੂਆਂ ਨੂੰ ਜੜ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕਾਰਟੈਕਸ ਤੱਕ ਲੈ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਥੇ ਉਹ ਗੰਢੀ ਨਿਰਮਾਣ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਤਦ ਜੀਵਾਣੂ ਸੂਤਰ ਤੋਂ ਮੁਕਤ ਹੋ ਕੇ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਚਲੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਜਿਹੜੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਸੈੱਲਾਂ ਨੂੰ ਵਿਭੇਦਨ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗੰਢੀ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਮੇਜ਼ਬਾਨ ਤੋਂ ਪੋਸ਼ਕ ਤੱਤਾਂ ਦੇ ਆਦਾਨ ਪ੍ਰਦਾਨ ਲਈ ਸੰਵਹਿਣੀ ਸਬੰਧ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਘਟਨਾਵਾਂ ਚਿੱਤਰ 12.4 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ।

ਇਹਨਾਂ ਗੰਢੀਆਂ ਵਿੱਚ ਨਾਈਟਰੋਜੀਨੇਸ ਐਨਜਾਈਮ ਅਤੇ ਲੈਗਹੀਮੋਗਲੋਬਿਨ ਵਰਗੇ ਸਾਰੇ ਜੈਵ ਰਸਾਇਣਕ



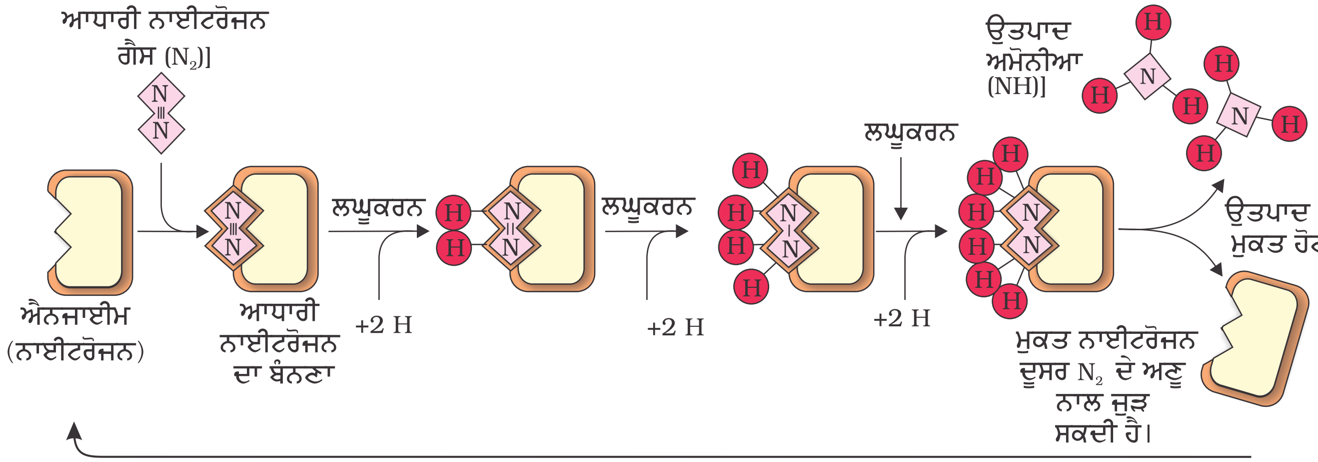
ਚਿੱਤਰ 12.4 ਸੋਇਆਬੀਨ ਵਿੱਚ ਜੜ੍ਹ ਗੰਢੀਆਂ ਦਾ ਵਿਕਾਸ
(ੳ) ਰਾਈਜ਼ੋਬੀਅਮ ਜੀਵਾਣੂ ਗ੍ਰਾਹੀ ਜੜ੍ਹ ਰੋਮ ਸਪਰਸ਼ ਨਾਲ ਉਸਦੇ ਨੇੜੇ ਵਿਭਾਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
(ਅ) ਸੰਕਰਮਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਜੜ੍ਹ ਰੋਮ ਵਿੱਚ ਘੁੰਡੀ ਬਣਨ ਨਾਲ ਹੁੱਕ ਬਣਦੀ ਹੈ।
(ੲ) ਸੰਕਰਮਿਤ ਧਾਗਾ ਜੀਵਾਣੂਆਂ ਨੂੰ ਅੰਦਰਲੇ ਕਾਰਟੈਕਸ ਤੱਕ ਲਿਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੀਵਾਣੂ ਡੰਡਾਕਾਰ ਜਿਹੀ ਰਚਨਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਰੂਪਾਂਤਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕਾਰਟੈਕਸ ਤੇ ਪੈਰੀਸਾਈਕਲ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਹੋਣ ਲੱਗਦੇ ਹਨ। ਕਾਰਟੀਕਲ ਅਤੇ ਪੈਰੀਸਾਈਕਲ ਸੈੱਲਾਂ ਦਾ ਵਿਭਾਜਨ ਅਤੇ ਵਾਧਾ ਗੰਢੀ ਦਿਮਾਗ ਵੱਲ ਲੈ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। (ਸ) ਸੰਵਹਿਣੀ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਨਾਲ ਪੂਰਨ ਇੱਕ ਵਿਕਸਿਤ ਗੰਢੀ ਜੜ੍ਹ ਤੋਂ ਵੱਖ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਸੰਘਟਕ ਮੌਜੂਦ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਨਾਈਟਰੋਜੀਨੇਸ ਐਨਜਾਈਮ ਤੱਕ Mo-Fe ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਹੈ ਜਿਹੜਾ ਵਾਤਾਵਰਨੀ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਦੇ ਅਮੋਨੀਆ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨੂੰ ਉਤਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 12.5)। ਇਹ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਦਾ ਪਹਿਲਾ ਸਥਾਈ ਉਤਪਾਦ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਸਮੀਕਰਨ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ :—

$$N_2 + 8e^- + 8H^+ + 16ATP \longrightarrow 2NH_3 + H_2 + 16ADP + 16P_1$$

ਨਾਈਟਰੋਜੀਨੇਸ ਐਨਜਾਈਮ ਅਣਵਿਕ ਆਕਸੀਜਨ ਪ੍ਰਤੀ ਸੰਵੇਦੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਅਣਆਕਸੀ ਵਾਤਾਵਰਨ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਗ੍ਰੰਥੀਆਂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਅਨੁਕੂਲਤਾ ਮੌਜੂਦ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਨੂੰ ਆਕਸੀਜਨ ਤੋਂ ਬਚਾਇਆ ਜਾ ਸਕੇ। ਇਹਨਾਂ ਐਨਜ਼ਾਈਮਾਂ ਦੀ ਸੁਰੱਖਿਆ ਲਈ ਗ੍ਰੰਥੀਆਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਆਕਸੀਜਨ ਨਿਖੇੜਕ (Oxygen Scavenger) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਸਨੂੰ ਲੈਗਹੀਮੋਗਲੋਬਿਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਇੱਕ ਰੋਚਕ ਤੱਤ ਹੈ ਕਿ ਸੁਤੰਤਰ ਜੀਵੀ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ਸੂਖਮਜੀਵ ਆਕਸੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਜਿਥੇ ਨਾਈਟਰੋਜੀਨੇਸ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਦੌਰਾਨ ਇਹ ਅਣਆਕਸੀ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਨਾਈਟਰੋਜੀਨੇਸ ਐਨਜਾਈਮ ਦੀ ਰੱਖਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਉਪਰ ਦਿਤੇ ਗਏ ਸਮੀਕਰਨ ਤੋਂ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖਿਆ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ ਨਾਈਟਰੋਜੀਨੇਸ ਦੁਆਰਾ ਅਮੋਨੀਆ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੌਰਾਨ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀ ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ (ਇਕ NH_3 ਅਣੂ ਲਈ 8ATP)। ਇਸ ਊਰਜਾ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਮੇਜ਼ਬਾਨ ਸੈਲ ਦੀ ਆਕਸੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਤੋਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।



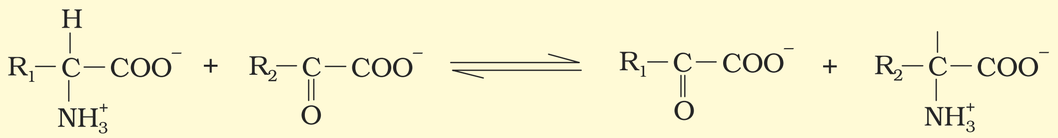
ਚਿੱਤਰ 12.5 ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਜੀਵਾਣੂਆਂ ਵਿਚ ਪਾਏ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਸੰਯੁਕਤ ਐਂਨਜਾਈਮ ਨਾਈਟਰੋਜੀਨੇਸ ਰਾਹੀਂ ਵਾਯੂਮੰਡਲੀ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਨੂੰ ਅਮੋਨੀਆ ਵਿਚ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਦੇ ਪੜਾਅ

ਅਮੋਨੀਆ ਦਾ ਭਵਿੱਖ — ਸਰੀਰਕ pH ਤੇ ਅਮੋਨੀਆਂ ਦੇ ਪ੍ਰੋਟੋਨੀਕਰਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਅਮੋਨੀਅਮ ਆਇਨ (NH_4^+) ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦਕਿ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਪੌਦੇ ਅਮੋਨੀਆ ਦਾ ਵੀ ਨਾਈਟਰੇਟ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸੋਖਣ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਪਰ ਅਮੋਨੀਅਮ ਆਇਨ ਪੌਦਿਆਂ ਲਈ ਜ਼ਹਿਰੀਲੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕਤਰ ਨਹੀਂ ਹੋ ਪਾਉਂਦੇ। ਆਓ, ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਇਸ ਤਰਾਂ ਸੰਸ਼ਲਿਸ਼ਟ ਅਮੋਨੀਅਮ ਆਇਨ ਦਾ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਅਮੀਨੋ ਅਮਲਾਂ ਦੇ ਸੰਸਲੇਸ਼ਣ ਲਈ ਉਪਯੋਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਲਈ ਦੋ ਮੁੱਖ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਹਨ—

(i) ਲਘੂਕ੍ਰਿਤ ਅਮੋਨੀਕਰਨ—ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਅਮੋਨੀਆ ਕੀਟੋਗਾਲੂਟੈਰਿਕ ਅਮਲ ਬਣਾਉਦੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਹੇਠਾਂ ਸਮੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਦੱਸਿਆ ਹੈ—

$$\alpha - \text{ਕੀਟੋਗਲੂਟੈਰਿਕ - ਅਮਲ} + NH_4^+ + NADPH \xrightarrow[\text{ਡੀਹਾਈਡਰੋਜੀਨੇਸ}]{\text{ਗਲੂਟਾਮੇਟ}} \text{ਗਲੂਟਾਮੇਟ} + H_2O + NADP$$

(ii) ਟਰਾਂਸਐਮੀਨੇਸ਼ਨ (Transamination) ਇਸ ਵਿੱਚ ਅਮੀਨੋ ਅਮਲ ਤੋਂ ਅਮੀਨੋ ਸਮੂਹ ਦਾ ਕੀਟੋ ਅਮਲਾਂ ਦੇ ਕੀਟੋ ਸਮੂਹ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਗਲੂਟੈਮਿਕ ਅਮਲ ਮੁੱਖ ਅਮੀਨੋ ਅਮਲ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਅਮੀਨੋ ਭਾਗ (NH_2) ਸਥਾਨਾਂਤ੍ਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਜੇ ਅਮੀਨੋ ਅਮਲ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਵਿਰੋਧੀ ਐਮੀਨਲ ਨਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਟਰਾਂਸਐਮੀਨੇਸ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸਾਰੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਉਤਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।



ਅਮੀਨੋ ਦਾਤਾ ਅਮੀਨੋ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਤਾ

ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਅਸਪਰਜਿਨ ਅਤੇ ਗਲੂਟਾਮਿਨ ਦੋ ਮੁੱਖ ਅਮਾਈਡ ਪਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਜਿਹੜੇ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਦੇ ਰਚਨਾਤਮਕ ਭਾਗ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਦੋ ਅਮੀਨੋ ਅਮਲ ਤਰਤੀਬਵਾਰ ਅਸਪਾਰਟਿਕ ਅਮਲ ਅਤੇ ਗਲੂਟੈਮਿਕ ਅਮਲ ਨਾਲ ਅਮੀਨੋ ਸਮੂਹ ਜੋੜਨ ਨਾਲ ਬਣਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਅਮਲ ਦਾ ਹਾਈਡ੍ਰੌਕਸਿਲ ਭਾਗ NH_2^- ਮੂਲਕ ਤੋਂ ਵਿਸਥਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਮਾਈਡਸ ਵਿੱਚ ਕਿਉਂਕਿ ਅਮੀਨੋ ਅਮਲ ਤੋਂ ਜ਼ਿਆਦਾ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਪਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਜ਼ਾਈਲਮ ਵਹਿਣੀਆਂ ਰਾਹੀਂ ਪੌਦੇ ਦੇ ਬਾਕੀ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਕੁਝ ਪੌਦੇ (ਜਿਵੇਂ ਸੋਇਆਬੀਨ) ਦੀਆਂ ਗੰ੍ਥੀਆਂ ਵਾਸ਼ਪ ਉਤਸਰਜਨ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੇ ਨਾਲ ਸਥਿਰ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਨੂੰ ਯੂਰਿਡਸ (Ureides) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਭੇਜ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਯੋਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਕਾਰਬਨ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਵੱਖ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸਾਰ (Summary)

ਪੌਦੇ ਆਪਣਾ ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਪੋਸ਼ਣ, ਹਵਾ, ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਮਿੱਟੀ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਪੌਦੇ ਕਈ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਪਨਿਜ ਤੱਤਾਂ ਦਾ ਸੋਖਣ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਪੌਦਿਆਂ ਨੂੰ ਉਹਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਸੋਖੇ ਗਏ ਸਾਰੇ ਖਨਿਜ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਹੁਣ ਤੱਕ ਖੋਜੇ ਗਏ 105 ਤੱਤਾਂ ਵਿੱਚੋਂ 21 ਤੱਤ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਸਾਧਾਰਨ ਵਾਧੇ ਅਤੇ ਵਿਕਾਸ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਅਤੇ ਲਾਭਦਾਇਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜ਼ਿਆਦਾ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਲੋੜੀਂਦੇ ਤੱਤਾਂ ਨੂੰ ਬਹੁਮਾਤਰੀ ਪੋਸ਼ਕ ਤੱਤ ਅਤੇ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਲੋੜੀਂਦੇ ਤੱਤਾਂ ਨੂੰ ਅਲਪਮਾਤਰੀ ਪੋਸ਼ਕ ਜਾਂ ਸੂਖਮ ਪੋਸ਼ਕ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਤੱਤ ਪ੍ਰੋਟੀਨ, ਕਾਰਬੋਹਾਈਡਰੇਟ, ਚਰਬੀ, ਨਿਊਕਲਿਕ ਅਮਲਾਂ ਆਦਿ ਦੇ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸੰਘਣਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਪੌਦਿਆਂ ਦੀਆਂ ਅਨੇਕਾਂ ਢਾਹੂ-ਉਸਾਰੂ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿਚ ਭਾਗ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੱਤ ਦੀ ਘਾਟ ਨਾਲ ਘਾਟ ਦੇ ਲੱਛਣ ਪ੍ਰਗਟ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਘਾਟ ਲੱਛਣਾਂ ਵਿੱਚ ਕਲੋਰੋਸਿਸ, ਨੈਕਰੋਸਿਸ, ਰੁਕਿਆ ਵਾਧਾ, ਸੈੱਲ ਵਾਧੇ ਦਾ ਰੁਕਣਾ ਆਦਿ ਮੁੱਖ ਹਨ। ਪੌਦੇ ਇਹਨਾਂ ਖਨਿਜਾਂ ਦਾ ਚੁਸਤ ਜਾਂ ਸੁਸਤ ਵਿਧੀ ਰਾਹੀ ਸੋਖਣ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਜਾਈਲਮ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਰਾਹੀਂ ਜਲ ਪ੍ਰਵਹਿਣ ਦੇ ਨਾਲ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਭਾਗਾਂ ਤੱਕ ਲਿਜਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਜੀਵਨ ਦੀ ਹੋਂਦ ਲਈ ਬੜੀ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ। ਪੌਦੇ ਵਾਯੂਮੰਡਲੀ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਪ੍ਰਤੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਕਰ ਪਾਉਂਦੇ। ਪਰ ਕੁਝ ਪੌਦੇ ਮੁੱਖ ਤੌਰ ਤੇ ਫ਼ਲੀਦਾਰ ਪੌਦਿਆਂ ਦੀਆਂ ਜੜ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਵਾਤਾਵਰਨੀ ਨਾਈਟਰੋਜਨ (N_2) ਨੂੰ ਜੈਵਿਕ ਉਪਯੋਗੀ ਰੂਪਾਂ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਲਈ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਲਘੂਕਾਰਕ ਅਤੇ ATP ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਸੂਖਮਜੀਵਾਂ ਮੁੱਖ ਤੌਰ ਤੇ ਰਾਈਜ਼ੋਬੀਅਮ ਰਾਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਐਨਜਾਈਮ ਨਾਈਟਰੋਜੀਨੇਸ ਜਿਹੜਾ ਕਿ ਜੈਵਿਕ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਦੇ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਮੁੱਖ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਆਕਸੀਜਨ ਪ੍ਰਤੀ ਅਤਿਸੰਵੇਦੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਅਣਆਕਸੀ ਵਾਤਾਵਰਨ ਵਿੱਚ ਵਾਪਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਉਰਜਾ (ATP) ਦੀ ਲੋੜ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਪੋਸ਼ਕ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਆਕਸੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਤੋਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਰਾਹੀਂ ਨਿਰਮਿਤ ਅਮੋਨੀਆ ਅਮੀਨੋ ਅਮਲਾਂ ਵਿਚ ਅਮੀਨੋ ਸਮੂਹ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ

1. ਪੌਦੇ ਦੀ ਹੋਂਦ ਲਈ ਉਸ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਸਾਰੇ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਲੋੜ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਟਿਪਣੀ ਕਰੋ।
2. ਜਲ ਸੰਵਰਧਨ (Hydroponics) ਰਾਹੀਂ ਖਣਿਜ ਪੋਸ਼ਣ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਪੋਸ਼ਕ ਲੂਣਾਂ ਦੀ ਸ਼ੁਧਤਾ ਕਿਉਂ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ?
3. ਉਦਾਹਰਣਾਂ ਦੇ ਕੇ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ : ਬਹੁਮਾਤਰੀ ਪੋਸ਼ਕ ਤੱਤ, ਅਲਪਮਾਤਰੀ ਪੋਸ਼ਕ ਤੱਤ, ਲਾਭਦਾਇਕ ਪੋਸ਼ਕ ਤੱਤ, ਜ਼ਹਿਰੀਲੇ ਤੱਤ ਅਤੇ ਲੋੜੀਂਦੇ ਤੱਤ।
4. ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਪੰਜ ਘਾਟ ਦੇ ਲੱਛਣ ਦੱਸੋ। ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰੋ ਅਤੇ ਖਣਿਜਾਂ ਦੀ ਕਮੀ ਨਾਲ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਸਹਿ ਸੰਬੰਧ ਬਣਾਉ।
5. ਜੇ ਇੱਕ ਪੌਦੇ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਘਾਟ ਦੇ ਲੱਛਣ ਦਿਖਾਈ ਦੇ ਰਹੇ ਹੋਣ ਤਾਂ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਤੌਰ ਤੇ ਤੁਸੀਂ ਕਿਵੇਂ ਪਤਾ ਲਗਾਉਗੇ ਕਿ ਘਟਦੇ ਖਣਿਜ ਤੱਤ ਕਿਹੜੇ ਹਨ ?
6. ਕੁਝ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਘਾਟ ਦੇ ਲੱਛਣ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਨਵੇਂ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਉਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਜਦਕਿ ਕੁਝ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਿਕਸਿਤ ਅੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ?
7. ਪੌਦਿਆਂ ਦੁਆਰਾ ਖਣਿਜਾਂ ਦਾ ਸੋਖਣ ਕਿਵੇਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ?
8. ਰਾਈਜੋਬੀਅਮ ਦੁਆਰਾ ਵਾਯੂਮੰਡਲੀ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਦੇ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਦੀਆਂ ਕੀ ਸ਼ਰਤਾਂ ਹਨ ਅਤੇ ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਕੀ ਭੂਮਿਕਾ ਹੈ ?
9. ਜੜ੍ਹ ਗੰ੍ਥੀਆਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਲਈ ਕਿਹੜੇ-ਕਿਹੜੇ ਪੜਾਅ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ?
10. ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਕਥਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਹੜੇ ਠੀਕ ਹਨ ? ਜਿਹੜੇ ਗਲਤ ਹਨ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਠੀਕ ਕਰੋ।
    (ੳ) ਬੋਰਾਨ ਦੀ ਘਾਟ ਨਾਲ ਮਜ਼ਬੂਤ ਤਣਾ ਬਣਦਾ ਹੈ।
    (ਅ) ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦਾ ਹਰ ਖਣਿਜ ਤੱਤ ਉਹਨਾਂ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
    (ੲ) ਨਾਈਟਰੋਜਨ ਪੋਸ਼ਕ ਤੱਤ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਅਚੱਲ (ਸਥਿਰ) ਹੈ।
    (ਸ) ਸੂਖਮ ਪੋਸ਼ਕਾਂ ਦੀ ਲੋੜ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕਰਨਾ ਬੜਾ ਹੀ ਸੌਖਾ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਬੜੀ ਹੀ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਲਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

13.1 ਅਸੀਂ ਕੀ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ?
What do we know ?
13.2 ਮੁੱਢਲੇ ਪ੍ਰਯੋਗ
Early Experiments
13.3 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਿਰਿਆ ਕਿੱਥੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ?
Where does photosynthesis take place ?
13.4 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੇ ਵਰਣਕ ਭਾਗ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ?
How Many Pigments are involved in Photosynthesis?
13.5 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਿਆ ਕੀ ਹੈ ?
What is light Reaction ?
13.6 ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਪਰਿਵਹਨ
Electron Transport
13.7 ATP ਅਤੇ NADPH ਕਿੱਥੇ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਆਉਂਦੇ ਹਨ ?
Where are the ATP and NADPH used ?
13.8 C_4 ਪੱਥ
The C_4 Pathway
13.9 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ
Photorespiration
13.10 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਾਰਕ
Factors Affecting Photosynthesis

ਅਧਿਆਇ—13

ਉੱਚ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ (Photosynthesis in Higher Plants)

ਸਾਰੇ ਜੀਵ ਇਥੋਂ ਤਕ ਕਿ ਮਨੁੱਖ ਵੀ ਭੋਜਨ ਲਈ ਪੌਦਿਆਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਕਦੇ ਸੋਚਿਆ ਹੈ ਕੀ ਪੌਦੇ ਆਪਣਾ ਭੋਜਨ ਕਿੱਥੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ? ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਹਰੇ ਪੌਦੇ ਆਪਣਾ ਭੋਜਨ ਸੰਸ਼ਲਿਸ਼ਟ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਬਾਕੀ ਸਾਰੇ ਜੀਵ ਆਪਣੀ ਭੋਜਨ ਦੀ ਲੋੜ ਲਈ ਉਹਨਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਹਰੇ ਪੌਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ (Photosynthesis) ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਇੱਕ ਅਜਿਹੀ ਭੌਤਿਕ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕਾਰਬਨਿਕ ਯੌਗਿਕਾਂ ਨੂੰ ਸੰਸ਼ਲਿਸ਼ਟ ਕਰਨ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਦੀ ਵਰਤੋ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕੁੱਲ ਮਿਲਾ ਕੇ ਧਰਤੀ ਤੇ ਰਹਿਣ ਵਾਲੇ ਸਾਰੇ ਜੀਵ ਊਰਜਾ ਲਈ ਸੂਰਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਪੌਦਿਆਂ ਰਾਹੀਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੌਰਾਨ ਵਰਤੀ ਗਈ ਸੂਰਜੀ ਊਰਜਾ ਧਰਤੀ ਤੇ ਜੀਵਨ ਦਾ ਆਧਾਰ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੇ ਮਹਤੱਵਪੂਰਨ ਹੋਣ ਦੇ ਦੋ ਕਾਰਨ ਹਨ : ਇਹ ਧਰਤੀ ਤੇ ਸਾਰੇ ਭੋਜਨ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਮੁੱਢਲਾਂ ਸਰੋਤ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਆਕਸੀਜਨ ਛੱਡਦਾ ਹੈ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਕਦੇ ਸੋਚਿਆ ਹੈ ਕੀ ਜੇ ਸਾਹ ਲੈਣ ਲਈ ਆਕਸੀਜਨ ਨਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ? ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ੀ ਮਸ਼ੀਨਰੀ (Machinery) ਅਤੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਬਾਰੇ ਦੱਸਿਆ ਜਾਵੇਗਾ ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਰਜਾ ਨੂੰ ਰਾਸਾਇਣਿਕ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਰੁਪਾਂਤਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

13.1 ਅਸੀਂ ਕੀ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ? (What do we know ?)

ਆਓ, ਪਹਿਲਾਂ ਇਹ ਪਤਾ ਕਰੀਏ ਕੀ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸ਼ੰਸਲੇਸ਼ਣ ਬਾਰੇ ਪਹਿਲਾਂ ਕੀ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ। ਪਿਛਲੀਆਂ ਸ਼੍ਰੇਣੀਆਂ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਕੁੱਝ ਆਸਾਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਹੋਣਗੇ। ਜਿਹਨਾਂ ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲੱਗਾ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ ਕਲੋਰੋਫਿਲ (ਪੱਤਿਆਂ ਦਾ ਹਰਾ ਵਰਣਕ), ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਤੇ CO_2 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਹਨ।

ਤੁਸੀਂ ਸ਼ਾਇਦ ਕਲੋਰੋਫਿਲ ਰਹਿਤ ਰੰਗ ਬਿਰੰਗੇ ਪੱਤੇ (Variegated Leaf) ਅਤੇ ਉਸ ਪੱਤੇ ਨੂੰ ਜਿਸਨੂੰ ਅੰਸ਼ਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਾਲੇ ਕਾਗਜ ਨਾਲ ਢੱਕ ਦਿੱਤਾ ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਹੋਰ ਪੱਤਿਆਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਹੋਵੇ ਵਿੱਚ ਸਟਾਰਚ ਬਣਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਸਟਾਰਚ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਪੱਤਿਆਂ ਦੇ ਪ੍ਰੇਖਣ ਤੋਂ ਇਹ ਗਲ ਸਪਸ਼ਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਿਰਿਆ ਸੂਰਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਕੇਵਲ ਹਰੇ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਹੀ ਵਾਪਰਦੀ ਹੈ।

ਤੁਸੀਂ ਇੱਕ ਹੋਰ ਪ੍ਰਯੋਗ ਅੱਧੇ ਪੱਤੇ ਨਾਲ ਕੀਤਾ ਹੋਵੇਗਾ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪੱਤੇ ਦਾ ਅੰਸ਼ਿਕ ਭਾਗ ਪਰਖਨਲੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਰੱਖਿਆ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਹਾਈਡਰੋਆਕਸਾਈਡ (KOH) ਨਾਲ

ਭਿੱਜੀ ਹੋਈ ਰੂੰਵੀ ਰੱਖੀ ਹੋਵੇਗੀ (KOH ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ ਨੂੰ ਸੋਖ ਲੈਂਦਾ ਹੈ) ਜਦਕਿ ਬਾਕੀ ਭਾਗ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਰਹਿਣ ਦਿੱਤਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇਸ ਉਪਕਰਣ ਨੂੰ ਕੁੱਝ ਸਮੇਂ ਲਈ ਧੁੱਪ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੁੱਝ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਤੁਸੀਂ ਸਟਾਰਚ ਦੇ ਲਈ ਪੱਤੇ ਦਾ ਨਿਰੀਖਣ ਕਰਦੇ ਹੋ। ਇਸ ਪ੍ਰੀਖਣ ਤੋਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪੱਤੇ ਦਾ ਜਿਹੜਾ ਭਾਗ ਪਰਖਨਲੀ ਵਿੱਚ ਸੀ ਉੱਥੇ ਸਟਾਰਚ ਦੀ ਹੋਂਦ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਅਤੇ ਜਿਹੜਾ ਭਾਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਸੀ ਉਸਨੇ ਸਟਾਰਚ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਕੀਤੀ। ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਤੋਂ ਇਹ ਸਿੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਵਿੱਚ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ (CO_2) ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਇਸਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਅਜਿਹਾ ਸਿੱਟਾ ਕਿਵੇਂ ਕੱਢਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ?

13.2 ਮੁੱਢਲੇ ਪ੍ਰਯੋਗ (Early Experiments)

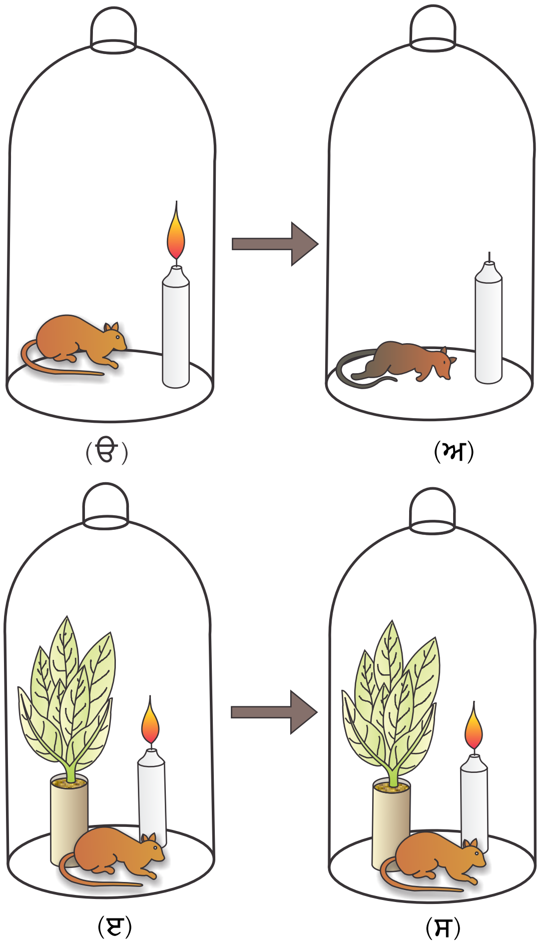
ਉਹਨਾਂ ਸਾਧਾਰਨ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਬਾਰੇ ਜਾਨਣਾ ਬਹੁਤ ਰੋਚਕ ਹੋਵੇਗਾ ਜਿਹਨਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸਣ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਤਰਤੀਬ ਵਿੱਚ ਵਿਕਸਿਤ ਹੋਈ ਹੈ।

ਜੋਸੇਫ ਪ੍ਰੀਸਟਲੇ (Joseph Pristley) (1733-1804) ਨੇ 1770 ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਜਿਹਨਾਂ ਤੋਂ ਪਤਾ ਚਲਿਆ ਕੀ ਹਰੇ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਵਾਧੇ ਵਿੱਚ ਹਵਾ ਦਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਯੋਗਦਾਨ ਹੈ। ਤੁਹਾਨੂੰ ਯਾਦ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ ਪ੍ਰੀਸਟਲੇ ਨੇ 1774 ਵਿੱਚ ਆਕਸੀਜਨ ਦੀ ਖੋਜ ਕੀਤੀ ਸੀ। ਪ੍ਰੀਸਟਲੇ ਨੇ ਵੇਖਿਆ ਕੀ ਇੱਕ ਬੰਦ ਥਾਂ ਜਿਵੇ ਕੀ ਇੱਕ ਬੈੱਲ ਜਾਰ ਵਿੱਚ ਜਲਣ ਵਾਲੀ ਮੋਮਬੱਤੀ ਛੇਤੀ ਹੀ ਬੁਝ ਜਾਂਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 13.1 ੳ, ਅ, ੲ, ਸ)। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਚੂਹੇ ਦਾ ਸੀਮਿਤ ਸਥਾਨ ਵਿੱਚ ਜਲਦੀ ਹੀ ਦਮ ਘੁੱਟ ਜਾਵੇਗਾ। ਇਹਨਾਂ ਅਵਲੋਕਨਾ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਇਹ ਸਿੱਟਾ ਕੱਢਿਆ ਕਿ ਭਾਵੇਂ ਜਲਦੀ ਮੋਮਬੱਤੀ ਹੋਵੇ ਜਾਂ ਕੋਈ ਜੀਵ ਜੋ ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਸਾਹ ਲੈਂਦੇ ਹੋਣ, ਉਹ ਹਵਾ ਨੂੰ ਹਾਨੀ ਪਹੁੰਚਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਪਰ ਜਦ ਉਸਨੇ ਉਸੇ ਬੈੱਲ ਜਾਰ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪੁਦੀਨੇ ਦਾ ਪੌਦਾ ਰੱਖਿਆ ਤਾਂ ਉਸਨੇ ਵੇਖਿਆ ਕੀ ਚੂਹਾ ਜਿੰਦਾ ਰਿਹਾ ਅਤੇ ਮੋਮਬੱਤੀ ਵੀ ਲਗਾਤਾਰ ਜਲਦੀ ਰਹੀ। ਇਸ ਆਧਾਰ ਤੇ ਪ੍ਰੀਸਟਲੇ ਨੇ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਕੀਤੀ ਕੀ ਪੌਦੇ ਉਸ ਹਵਾ ਦੀ ਘਾਟ ਪੂਰਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਸਨੂੰ ਸਾਹ ਲੈਣ ਵੇਲੇ ਜੰਤੂ ਅਤੇ ਜਲਦੀ ਹੋਈ ਮੋਮਬੱਤੀ ਘੱਟ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ।

ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਕਲਪਨਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਪ੍ਰੀਸਟਲੇ ਨੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਲਈ ਇੱਕ ਮੋਮਬੱਤੀ ਅਤੇ ਪੌਦੇ ਦੀ ਵਰਤੋ ਕਿਵੇਂ ਕੀਤੀ ਹੋਵੇਗੀ ? ਯਾਦ ਰੱਖੋ ਕਿ ਉਸਨੂੰ ਕੁੱਝ ਦਿਨਾਂ ਬਾਅਦ ਮੁੜ ਮੋਮਬੱਤੀ ਜਲਾਉਣ ਦੀ ਲੋੜ ਪਈ ਹੋਵੇਗੀ ਤਾਕਿ ਇਹ ਪਤਾ ਚਲ ਸਕੇ ਕੀ ਕੁੱਝ ਦਿਨਾਂ ਬਾਅਦ ਉਹ ਜਲੇਗੀ ਕੀ ਨਹੀਂ ? ਢਾਂਚੇ (Setup) ਨੂੰ ਬਿਨ੍ਹਾਂ ਰੋਕਿਆ ਤੁਸੀਂ ਮੋਮਬੱਤੀ ਨੂੰ ਜਲਾਉਣ ਲਈ ਕਿੰਨੇ ਢੰਗਾਂ ਬਾਰੇ ਸੋਚ ਸਕਦੇ ਹੋ ?

ਜਾਨ ਇਜੰਨਹਾਉਸਜ (Jan Ingenhousz) (1730–1799) ਨੇ ਪ੍ਰੀਸਟਲੇ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਮਿਤ ਢਾਂਚੇ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਿਸਨੂੰ ਉਸਨੇ ਇੱਕ ਵਾਰ ਹਨੇਰੇ ਅਤੇ ਇੱਕ ਵਾਰ ਰੋਸ਼ਨੀ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ। ਉਸਨੂੰ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਿਆ ਕੀ ਪੌਦੇ ਦੀ ਇਸ ਕਿਰਿਆ ਲਈ ਸੂਰਜ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ। ਇਹ ਜਲਦੀ ਹੋਈ ਮੋਮਬੱਤੀ ਜਾਂ ਸਾਹ ਲੈਣ ਵਾਲੇ ਜੀਵਾਂ ਦੁਆਰਾ ਖਰਾਬ ਕੀਤੀ ਹਵਾ ਨੂੰ ਸ਼ੁੱਧ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇੰਜਨਹਾਉਸਜ ਨੇ ਆਪਣੇ ਇੱਕ ਸੋਧੇ ਹੋਏ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਜਲੀ ਪੌਦੇ ਦੇ ਨਾਲ ਇਹ ਦਿਖਾਇਆ ਕਿ ਤੇਜ਼ ਧੁੱਪ (ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼) ਵਿੱਚ ਪੌਦੇ ਦੇ ਹਰੇ ਭਾਗ ਦੇ ਆਲ਼ੇ-ਦੁਆਲ਼ੇ ਛੋਟੇ-ਛੋਟੇ ਬੁਲਬਲੇ ਬਣ ਗਏ ਸੀ, ਜਦਕਿ ਹਨੇਰੇ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਪੌਦੇ ਦੇ ਆਲੇ ਦੁਆਲ਼ੇ ਬੁਲਬਲੇ ਨਹੀਂ ਬਣੇ ਸੀ। ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਉਸਨੇ ਇਹਨਾਂ ਬੁਲਬਲਿਆਂ ਦੀ ਪਹਿਚਾਨ ਆਕਸੀਜਨ ਗੈਸ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ। ਅੰਤ ਉਸਨੇ ਇਹ ਦਿਖਾ ਦਿੱਤਾ ਕੀ ਪੌਦੇ ਦਾ ਕੇਵਲ ਹਰਾ ਭਾਗ ਹੀ ਆਕਸੀਜਨ ਨੂੰ ਛੱਡ ਸਕਦਾ ਹੈ।

1854 ਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਤੱਕ ਇਸਦੀ ਜਾਣਕਾਰੀ ਨਹੀਂ ਸੀ, ਪਰ ਜੁਲਿਅਸ



ਚਿੱਤਰ 13.1. ਪ੍ਰਿਸਟਲੇ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ

ਵੋਨ ਸੈਚਸ (Julius Von Sachs) ਨੇ ਇਹ ਸਬੂਤ ਦਿੱਤਾ ਕਿ ਜਦ ਪੌਦਾ ਵਾਧਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ (ਸ਼ੱਕਰ) ਬਣਦਾ ਹੈ। ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਸਟਾਰਚ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਸਤੋਂ ਬਾਅਦ ਦੇ ਅਧਿਐਨਾਂ ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਾ ਕਿ ਪੌਦੇ ਦਾ ਹਰਾ ਪਦਾਰਥ (ਜਿਸਨੂੰ ਕਲੋਰੋਫਿਲ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਪੌਦੇ ਦੇ ਸੈਲਾਂ ਵਿੱਚ ਮੋਜੂਦ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਭਾਗਾਂ (ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਸਨੇ ਦੱਸਿਆ ਕਿ ਪੌਦੇ ਦੇ ਹਰੇ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਬਣਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਸਟਾਰਚ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਆਓ, ਤੁਸੀਂ ਹੁਣ ਟੀ.ਡਬਲਿਓ. ਐਨਜਲਮੈਨ (T.W. Engeli mann) (1843-1909) ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੇ ਗਏ ਇੱਕ ਰੋਚਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦਿਓ। ਉਸਨੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਸਪੈਕਟਰਮੀ ਘਟਕਾਂ ਵਿੱਚ ਵੱਖ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਫਿਰ ਇੱਕ ਹਰੀ ਕਾਈ ਕਲਾਈਡੋਫੋਰਾ ਨੂੰ ਜਿਸਨੂੰ ਆਕਸੀ ਬੈਕਟੀਰੀਆ ਦੇ ਲੱਟਕਣ (Suspension) ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਸੀ, ਨੂੰ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਬੈਕਟੀਰੀਆ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਆਕਸੀਜਨ ਨਿਕਲਨ ਦਾ ਕੇਂਦਰ ਪਤਾ ਲਗਾਉਣ ਲਈ ਕੀਤੀ ਸੀ। ਉਸਨੂੰ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਾ ਕਿ ਬੈਕਟੀਰੀਆ ਮੁੱਖ ਤੌਰ ਤੇ ਲਾਲ ਤੇ ਨੀਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠੇ ਹੋ ਗਏ ਸੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦਾ ਪਹਿਲਾ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਸਪੈਕਟਰਮ (Action Spectrum) ਵਰਣਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਇਹ ਮੋਟੇ ਤੌਰ ਤੇ ਕਲੋਰੋਫਿਲ a ਅਤੇ b ਦੇ ਸੋਖਣ ਸਪੈਕਟਰਮ ਨਾਲ ਮੇਲ ਖਾਂਦਾ ਸੀ (13.4 ਖੰਡ ਵਿੱਚ ਇਸਦਾ ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ)।

ਉੱਨਵੀਂ ਸਦੀ ਦੇ ਮੱਧ ਤੱਕ ਪੌਦਿਆਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਿਰਿਆ ਦੀਆਂ ਸਾਰੀਆਂ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾਵਾਂ ਬਾਰੇ ਪਤਾ ਲੱਗ ਚੁੱਕਾ ਸੀ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪੌਦੇ CO_2 ਅਤੇ H_2O ਨਾਲ ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਕਾਰਬੋਹਾਈਡਰੇਟਸ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਆਕਸੀਜਨ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਜੀਵਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੀ ਕੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਸਮੀਕਰਨ ਰਾਹੀ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਗਿਆ।

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{ਪ੍ਰਕਾਸ਼}} [CH_2O] + O_2$$

ਇੱਥੇ (CH_2O) ਇੱਕ ਕਾਰਬੋਹਾਈਡਰੇਟ ਜਿਵੇਂ ਗੁਲੂਕੋਜ-ਇੱਕ ਛੇ ਕਾਰਬਨ ਸ਼ੂਗਰ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਨਿਧਤਾ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਇੱਕ ਸੂਖ਼ਮਜੀਵ ਵਿਗਿਆਨੀ ਕੋਰਨੀਲੀਅਸ ਵਾਨ ਨੀਲ (Cornelius Van Neil) (1897-1985) ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਮੀਲ ਪੱਥਰ ਦਾ ਕੰਮ ਕੀਤਾ। ਉਸਦਾ ਅਧਿਐਨ ਬੈਂਗਨੀ (Purple) ਅਤੇ ਹਰੇ ਬੈਕਟੀਰੀਆਂ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਸੀ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਦਸਿਆ ਕੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਆਧਾਰਿਤ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਆਕਸੀਕਾਰਕ ਯੌਗਿਕ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹਾਈਡਰੋਜਨ CO_2 ਨੂੰ ਲਘੁਕਰਿਤ (Reduces) ਕਰਕੇ ਕਾਰਬੋਹਾਈਡਰੇਟ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਸਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਨ ਰਾਹੀਂ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

$$2H_2A + CO_2 \xrightarrow{\text{ਪ੍ਰਕਾਸ਼}} 2A + CH_2O + H_2O$$

ਹਰੇ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ, ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਦੇਣ ਵਾਲਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਕਸੀਕਰਿਤ ਹੋ ਕੇ ਆਕਸੀਜਨ ਦੇਂਦਾ ਹੈ। ਕੁੱਝ ਜੀਵ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਿਰਿਆ ਦੌਰਾਨ ਆਕਸੀਜਨ ਨਹੀਂ ਛੱਡਦੇ ਜਿਵੇਂ H_2S ਬੈਂਗਨੀ ਅਤੇ ਹਰੇ ਬੈਕਟੀਰੀਆ ਲਈ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਦਾਤਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਆਕਸੀਕਰਨ ਉਤਪਾਦ, ਜੀਵਾਂ ਅਨੁਸਾਰ, ਸਲਫਰ ਜਾਂ ਸਲਫੇਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਨਾ ਕਿ ਆਕਸੀਜਨ। ਇਸਤੋਂ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਇਹ ਸਿੱਟਾ ਕੱਢਿਆ ਕਿ ਹਰੇ ਪੌਦਿਆਂ ਤੋਂ ਛੱਡੀ ਗਈ ਆਕਸੀਜਨ ਪਾਣੀ ਤੋਂ ਆਉਂਦੀ ਹੈ ਨਾ ਕਿ CO_2 ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਇਹ ਗੱਲ ਰੇਡਿਓ ਆਈਸੋਟੋਪੀ ਤਕਨੀਕਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ ਸਹੀ ਸਿੱਧ ਹੋਈ। ਇਸ ਲਈ ਪੂਰੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਨੂੰ ਪੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਸਮੀਕਰਨ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੈ।

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow{\text{ਪ੍ਰਕਾਸ਼}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

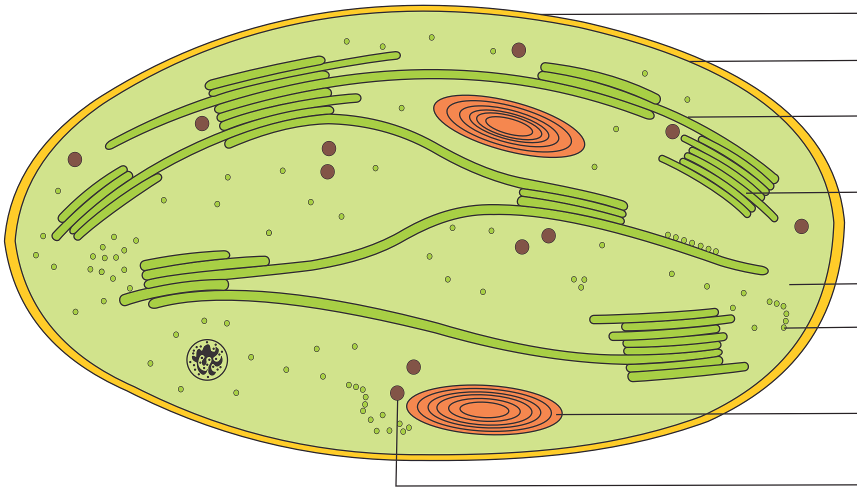
ਇੱਥੇ $C_6H_{12}O_6$ ਗੁਲੂਕੋਜ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਨਿਧਤਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਾਣੀ ਵਿੱਚੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀ ਆਕਸੀਜਨ O_2 ਨੂੰ ਰੇਡਿਓਆਈਸੋਟੋਪ ਤਕਨੀਕ ਨਾਲ ਸਿੱਧ ਕੀਤਾ ਜਾ ਚੁੱਕਾ ਹੈ। ਇਹ ਇੱਕਲੀ ਕਿਰਿਆ ਨਹੀਂ ਹੈ ਬਲਕਿ ਬਹੁਪੜਾਵੀਂ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦਾ ਵਰਣਨ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋਗੇ ਕਿ ਉਪਰੋਕਤ ਸਮੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਦੇ 12 ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਅਭਿਕਾਰਕ (Reactant) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਉਂ ਵਰਤੋਂ ਹੋਈ ?

13.3 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਿੱਥੇ ਵਾਪਰਦੀ ਹੈ ? (Where Does Photosynthesis Take Place ?)

ਅਧਿਆਇ 8 ਵਿੱਚ ਪੜਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੀ ਤੁਹਾਡਾ ਉੱਤਰ ਹੋਵੇਗਾ ਹਰੇ ਪੱਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਜਾਂ ਤੁਸੀਂ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਵਿੱਚ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੀ ਤੁਹਾਡਾ ਉੱਤਰ ਠੀਕ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਿਰਿਆ ਹਰੇ ਪੱਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਤਾਂ ਵਾਪਰਦੀ ਹੀ ਹੈ ਪਰ ਇਹ ਪੌਦੇ ਦੇ ਸਾਰੇ ਹਰੇ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਪਰਦੀ ਹੈ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਪੌਦੇ ਦੇ ਕੁੱਝ ਹੋਰ ਭਾਗਾਂ ਦੇ ਨਾਂ ਦੱਸ ਸਕਦੇ ਹੋ ਜਿੱਥੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਿਰਿਆ ਵਾਪਰਦੀ ਹੈ ?

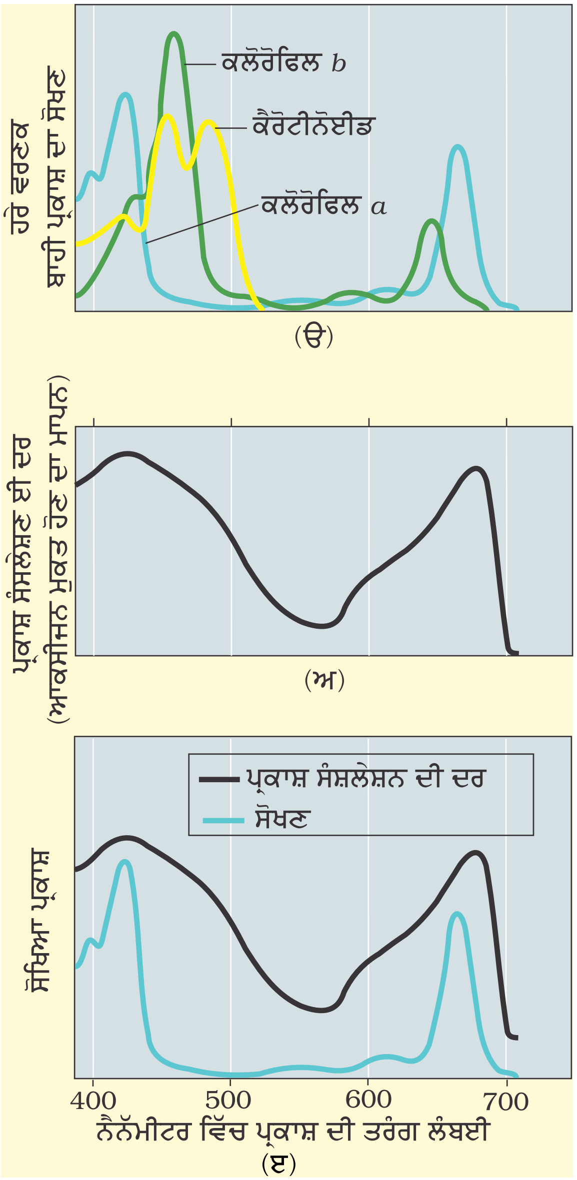
ਤੁਸੀਂ ਪਿਛਲੀ ਇਕਾਈ ਵਿੱਚ ਪੜ੍ਹਿਆ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ ਪੱਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ ਸੈੱਲ (Mesophyll) ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ ਸੈਲਾਂ ਦੀ ਸੈੱਲ ਕੰਧ ਨਾਲ ਸ਼੍ਰੇਣੀਬੱਧ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਤਾਕਿ ਉਹ ਲੋੜੀਂਦੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (Incident Light) ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਣ। ਤੁਹਾਡੇ ਵਿਚਾਰ ਨਾਲ ਹਰੇ ਲਵਣਕ ਕਦੋਂ ਆਪਣੇ ਚਪਟੇ ਪਾਸਿਆਂ ਨਾਲ ਸੈੱਲ ਭਿੱਤੀ ਦੇ ਸਮਾਨੰਤਰ ਸ੍ਰੇਣੀ ਬੱਧ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ? ਉਹ ਕਦੋਂ ਆਪਾਤੀ ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲੰਬ ਰੂਪ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਤੁਸੀਂ ਅਧਿਆਇ 8 ਵਿੱਚ ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਦੀ ਰਚਨਾ ਬਾਰੇ ਪੜ੍ਹਿਆ ਹੈ। ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਝਿੱਲੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਗਰਾਨਾ (Grana), ਸਟੋਮਾ ਪੱਟੀਆ (Stroma Lamellae) ਅਤੇ ਤਰਲ ਸਟੋਰੋਮਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 13.2)। ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਵਿੱਚ ਸਪਸ਼ਟ ਤੌਰ ਤੇ ਕੰਮ ਦੀ ਵੰਡ (Division of Labour) ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਝਿੱਲੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ATP ਤੇ NADPH ਦਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਸਟੋਮਾ ਵਿੱਚ ਐਨਜ਼ਾਈਮੈਟਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੋ CO_2 ਤੋਂ ਸ਼ੱਕਰ ਦਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਸਟਾਰਚ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਹਿਲੀ ਵਾਲੀ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸੀ ਕਿਰਿਆ (Light Reaction) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ। ਦੂਜੀ ਕਿਰਿਆ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਉਤਪਾਦ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੁੰਦੀ



ਚਿੱਤਰ 13.2 ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੁਆਰਾ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਦਾ ਕਾਟ ਰੇਖਾ ਚਿੱਤਰ

ਹੈ ਭਾਵ ATP ਅਤੇ NADPH, ਜੋ ਹਨੇਰੇ ਵਿੱਚ ਪੂਰਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਅਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆ (Dark Reaction) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ (ਇਸਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਦਾ ਵਿਸਥਾਰ ਸਹਿਤ ਅਧਿਐਨ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇਗਾ)।



ਚਿੱਤਰ 13.3 (ੳ) ਕਲੋਰੋਫਿਲ a, b ਅਤੇ ਕਰੋਟੀਨੋਈਡ ਦਾ ਸੋਖਣ ਵਰਣਕ੍ਰਮ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਗ੍ਰਾਫ
(ਅ) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਿਰਿਆਤਮਕ ਵਰਣਕ੍ਰਮ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਗ੍ਰਾਫ
(ੲ) ਕਲੋਰੋਫਿਲ ਦੇ ਸੋਖਣ ਵਰਣਕ੍ਰਮ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੇ ਕਿਰਿਆਤਮਕ ਵਰਣਕ੍ਰਮ ਦੇ ਸੋਖਣ ਦਾ ਗ੍ਰਾਫ

13.4 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸਲੇਸ਼ਣ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੇ ਵਰਣਕ ਭਾਗ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ? (How many Pigments are involved in photosynthesis ?)

ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਕਿਸੇ ਪੌਦੇ ਨੂੰ ਵੇਖ ਰਹੇ ਹੁੰਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਕੀ ਤੁਹਾਨੂੰ ਕਦੇ ਹੈਰਾਨੀ ਹੋਈ ਹੈ ਕਿ ਉਸੇ ਪੌਦੇ ਦੇ ਪੱਤਿਆਂ ਦੇ ਹਰੇ ਰੰਗ ਵਿੱਚ ਸੂਖ਼ਮ ਅੰਤਰ ਕਿਉਂ ਅਤੇ ਕਿਵੇਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਅਸੀਂ ਇਸ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਦਾ ਉੱਤਰ ਦੇਣ ਲਈ ਕਿਸੇ ਵੀ ਹਰੇ ਪੌਦੇ ਦੇ ਪੱਤਾ ਵਰਣਕਾਂ ਨੂੰ ਪੇਪਰ ਕਰੋਮੈਟੋਗ੍ਰਾਫ਼ੀ ਰਾਹੀਂ ਵੱਖ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਕਰੋਮੈਟੋਗ੍ਰਾਫ਼ੀ ਤੋਂ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪੱਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਵਰਣਕਾਂ ਕਾਰਨ ਹੀ ਜੋ ਹਰਾਪਨ ਦਿਖਾਈ ਦੇਂਦਾ ਹੈ ਉਹ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਵਰਣਕ ਕਾਰਨ ਨਹੀਂ ਸਗੋਂ ਚਾਰ ਵਰਣਕਾਂ ਕਲੋਰੋਫਿਲ a (ਕਰੋਮੇਟੋਗ੍ਰਾਫੀ ਵਿੱਚ ਚਮਕੀਲਾ ਅਤੇ ਨੀਲਾ ਹਰਾ), ਕਲੋਰੋਫਿਲ b (ਪੀਲਾ ਹਰਾ), ਜੈਂਨਥੋਫਿਲ (ਪੀਲਾ) ਅਤੇ ਕੈਰੋਟੀਨੋਈਡ (ਪੀਲੇ ਤੋਂ ਨਾਰੰਗੀ ਪੀਲਾ) ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਓ, ਹੁਣ ਵੇਖੀਏ ਕੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਵਰਣਕਾਂ ਦਾ ਕੀ ਯੋਗਦਾਨ ਹੈ।

ਵਰਣਕ ਉਹ ਪਦਾਰਥ ਹਨ ਜਿਹੜੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਨੂੰ ਸੋਖਣ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਰੱਖਦੇ ਹਨ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਅਨੁਮਾਨ ਲਗਾ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕੀ ਦੁਨੀਆ ਵਿੱਚ ਕਿਹੜਾ ਪੌਦਾ ਵਰਣਕ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਖ ਹੈ ? ਆਓ, ਅਸੀਂ ਕਲੋਰੋਫਿਲ a ਵਰਣਕ ਦੇ ਗ੍ਰਾਫ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨ ਤਰੰਗਲੰਬਾਈ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੋਖਣ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰੀਏ (ਚਿੱਤਰ 13.3 ੳ)। ਤੁਸੀਂ ਸਪਸ਼ਟ ਤੌਰ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਦਿੱਖ ਸਪੈਕਟਰਮ (Visible Spectrum) ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ VIBGYOR ਤੋਂ ਜਾਣੂ ਹੋ।

ਚਿੱਤਰ 13.3 ੳ ਨੂੰ ਵੇਖ ਕੇ ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਦੱਸ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕੀ ਕਿਸ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੋਂ ਕਲੋਰੋਫਿਲ a ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਖ ਸੋਖਣ ਕਰੇਗੀ ? ਕੀ ਇਹ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਕੋਈ ਹੋਰ ਸੋਖਣ ਸਿਖਰ (Absorption Peak) ਵਿਖਾਉਂਦੇ ਹਨ ? ਜੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਉਹ ਕਿਹੜੇ ਹਨ ?

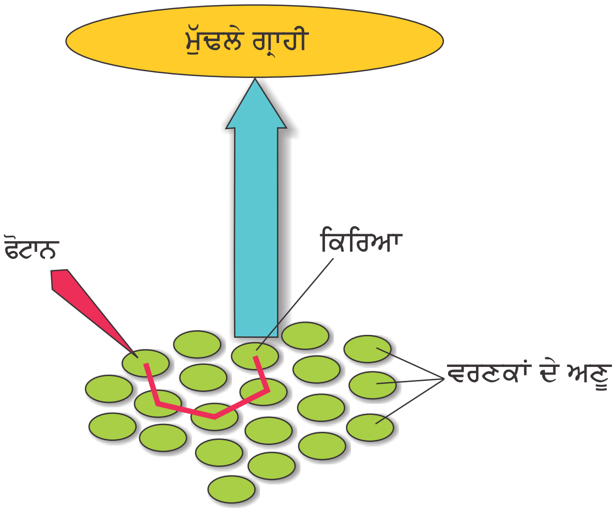
ਹੁਣ ਤੁਸੀਂ ਚਿੱਤਰ 13.3 ਅ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਨੂੰ ਵਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਤੇ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਵੇਖ ਰਹੇ ਕੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕਲੋਰੋਫਿਲ a ਭਾਵ ਨੀਲਾ ਅਤੇ ਲਾਲ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਸੋਖਣ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਉਸ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੀ ਦਰ ਵੀ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਲੋਰੋਫਿਲ a ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਲਈ ਇੱਕ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਵਰਣਕ ਹੈ ਪਰ ਚਿੱਤਰ 13.3 ੲ ਵੇਖਣ ਤੇ ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਕਲੋਰੋਫਿਲ a ਦੇ ਸੋਖਣ ਸਪੈਕਟਰਮ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੇ ਕਿਰਿਆਤਮਕ ਸਪੈਕਟਰਮ ਵਿਚਕਾਰ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਪਸੀ ਢੱਕਣ ਸਾਂਝ (Overlap) ਹੈ ?

ਇਹ ਗ੍ਰਾਫ ਇੱਕਠੇ ਇਹ ਦਸਦੇ ਹਨ ਕਿ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਸਪੈਕਟਰਮ ਦੇ ਨੀਲੇ ਅਤੇ ਲਾਲ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਵਾਪਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁੱਝ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਸਪੈਕਟਰਮ ਦੀ ਬਾਕੀ ਤਰੰਗ

ਲੰਬਾਈਆਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਪਰਦੀ ਹੈ। ਆਓ, ਵੇਖੀਏ ਕਿ ਇਹ ਕਿਵੇਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਭਾਵੇਂ ਕਲੋਰੋਫਿਲ a ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੋਖਣ ਦਾ ਮੁੱਖ ਵਰਣਕ ਹੈ ਤਾਂ ਵੀ ਹੋਰ ਥਾਈਲੋਕੋਇਡ (Thylokoid) ਦੇ ਵਰਣਕ ਜਿਵੇਂ ਕਲੋਰੋਫਿਲ b, ਜੈਨਥੋਫਿਲ ਅਤੇ ਕੈਰੋਟੀਨੋਈਡ (ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਸਹਾਇਕ ਵਰਣਕ ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਸੋਖਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਸੋਖੀ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਕਲੋਰੋਫਿਲ a ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਹ ਵਰਣਕ ਨਾ ਕੇਵਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਨੂੰ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਉਪਯੋਗੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਦੱਸਦੇ ਹਨ ਬਲਕਿ ਇਹ ਕਲੋਰੋਫਿਲ a ਨੂੰ ਫੋਟੋਆਕਸੀਡੇਸ਼ਨ (Photo-Oxidation) ਤੋਂ ਵੀ ਬਚਾਉਂਦੇ ਹਨ।

13.5 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆ ਕੀ ਹੈ ? (What is light Reaction ?)

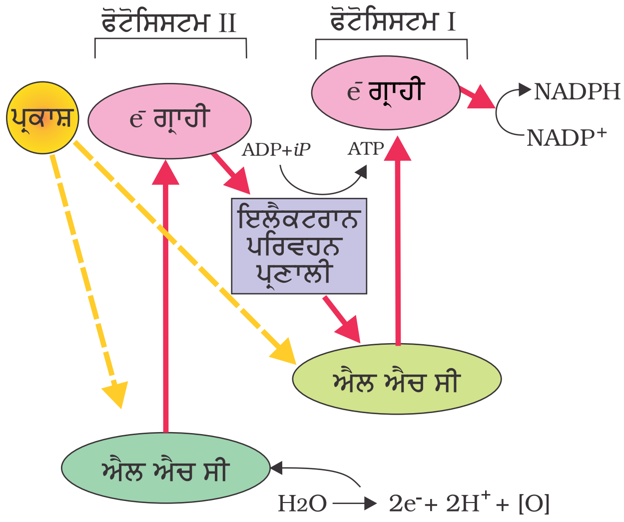
ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆ ਜਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪੜਾਅ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੋਖਣ, ਜਲ ਵਿਘਟਨ, ਆਕਸੀਜਨ ਛੱਡਣਾ ਅਤੇ ATP ਤੇ NADPH ਵਰਗੇ ਉਚ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਰਸਾਇਣਾਂ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਅਨੇਕਾਂ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਪਦਾਰਥ ਵੀ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇੱਥੇ ਵਰਣਕ ਦੋ ਸਪਸ਼ਟ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਰਸਾਇਣਾ ਲਾਈਟ ਹਾਰਵੇਸਟਿੰਗ ਕੰਪਲੈਕਸ (Light Harvesting Complex) ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਫੋਟੋਸਿਸਟਮ I (PSI) ਫੋਟੋਸਿਸਟਮ II (PSII) [Photosystem I and photosystem II] ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਵਿੱਚ ਗਠਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਖੋਜ ਦੀ ਤਰਤੀਬ ਵਿੱਚ ਇਹ ਨਾਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ ਨਾ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆ ਦੌਰਾਨ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਕੰਮ ਦੀ ਤਰਤੀਬ ਅਨੁਸਾਰ। ਐਲ ਐਚ ਸੀ (LHC) ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਹਜਾਰਾਂ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਬਣੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਹਰ ਫੋਟੋਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਸਾਰੇ ਵਰਣਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, (ਸਿਵਾਅ ਕਲੋਰੋਫਿਲ a ਦੇ ਇੱਕ ਅਣੂ ਦੇ) ਜੋ ਐਲ ਐਚ ਸੀ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਐਨਟੀਨੇ (Antennae) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 13.4)। ਇਹ ਵਰਣਕ ਭਿੰਨ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਸੋਖ ਕੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਨੂੰ ਹੋਰ ਵਧੀਆ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਕਲੋਰੋਫਿਲ a ਦਾ ਇਕੱਲਾ ਅਣੂ ਕਿਰਿਆ ਕੇਂਦਰ (Reaction Centre) ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਦੋਨਾਂ ਫੋਟੋਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਕਿਰਿਆ ਕੇਂਦਰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਫੋਟੋਸਿਸਟਮ I (PSI) ਵਿੱਚ ਕਿਰਿਆ ਕੇਂਦਰ ਕਲੋਰੋਫਿਲ a ਦਾ ਸੋਖਣ ਸਿਖ਼ਰ 700nm ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ P700 ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਫੋਟਸਿਸਟਮ II (PSII) ਵਿੱਚ ਸੋਖਣ ਸਿਖਰ 680nm ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ P680 ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 13.4 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਗ੍ਰਹਿਣ ਤੰਦਜਾਲ (The Light Harvesting Complex)

13.6 ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਪਰਿਵਹਨ (The Electron Transport)

ਫੋਟੋਸਿਸਟਮ II ਵਿੱਚ ਕਿਰਿਆ ਕੇਂਦਰ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਕਲੋਰੋਫਿਲ a 680nm ਵਾਲੇ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਸੋਖ਼ਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਉੱਤੇਜਿਤ ਹੋ ਕੇ ਪਰਮਾਣੂ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ ਦੂਰ ਚਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਨੂੰ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਗ੍ਰਾਹੀ (Electron Acceptor) ਲੈ ਲੈਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹਨਾ ਨੂੰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਰਿਵਹਨ ਸਿਸਟਮ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਸਾਈਟੋਕਰੋਮ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਤਕ ਪਹੁੰਚਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 13.5)। ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਦਾ ਇਹ ਵਰਤਾਰਾ ਆਕਸੀਕਰਨ-ਲਘੁਕਰਨ ਜਾਂ ਰੀਡਾਕਸ ਊਰਜਾ ਪੈਮਾਨੇ ਤੇ ਨੀਵੇਂ ਪੱਧਰ ਵੱਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਪਰਿਵਹਨ ਲੜੀ ਵਿੱਚੋਂ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਲੰਘਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਹੀ ਹੁੰਦੀ ਬਲਕਿ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਫੋਟੋਸਿਸਟਮ I (PSI) ਦੇ ਵਰਣਕਾਂ ਨੂੰ ਦੇ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਹੀ



ਚਿੱਤਰ 13.5 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਿਆ ਦੀ Z ਸਕੀਮ

PSI ਦੇ ਕਿਰਿਆ ਕੇਂਦਰ ਦੇ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਦੀ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ 700nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ ਸੋਖ ਕੇ ਉੱਤੇਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਬਾਕੀ ਗ੍ਰਾਹੀ ਅਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਰੀਡਾਕਸ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਵੱਧ ਹੋਵੇ, ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਮੁੜ ਨੀਵੇਂ ਪੱਧਰ ਵੱਲ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ ਪਰ ਇਸ ਵਾਰ ਇਹ ਊਰਜਾ ਭਰਪੂਰ $NADP^+$ ਵੱਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਇਲੈਕਟਰਾਨ $NADP^+$ ਦਾ ਲਘੂਕਰਨ ਕਰਕੇ $NADPH+H^+$ ਨੂੰ ਬਣਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਸਥਾਨੰਤਰਣ ਦੀ ਇਹ ਸਾਰੀ ਯੋਜਨਾ PSII ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਕੇ ਸਿਖ਼ਰ ਆਰੋਹੀ ਵੱਲ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਪਰਿਵਹਨ ਲੜੀ ਤੋਂ ਹੁੰਦੇ ਹੋਏ PSI ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਉੱਤੇਜਨਾ ਦੂਜੇ ਗ੍ਰਾਹੀ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨੰਤਰਣ ਅਤੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ NADP+ ਨੂੰ ਲਘੂਕ੍ਰਿਤ ਕਰਕੇ $NADPH+H^+$ ਦੇ ਬਣਨ ਤੱਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਸਾਰੀ ਸਕੀਮ Z ਆਕਾਰ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਇਸਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆ ਦੀ Z ਸਕੀਮ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 13.5)। ਇਹ ਸ਼ਕਲ ਤਦ ਬਣਦੀ ਹੈ ਜਦ ਸਾਰੇ ਵਾਹਕ ਤਰਤੀਬ ਅਨੁਸਾਰ ਇੱਕ ਰੀਡਾਕਸ ਊਰਜਾ ਪੈਮਾਨੇ (Redox Potential Scale) ਤੇ ਹੋਣ।

13.6.1 ਪਾਣੀ ਦਾ ਵਿਘਟਨ (Spliting of Water)

ਹੁਣ ਤੁਸੀਂ ਪੁਛੋਗੇ ਕਿ PSII ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਨੂੰ ਕਿਵੇਂ ਨਿਰੰਤਰ ਪੂਰਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ? ਉਹ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਜਿਹੜੇ PSII ਵਿੱਚ ਨਿਕਲਦੇ ਹਨ, ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਥਾਂ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੀ ਦੂਜਿਆਂ ਨੂੰ ਲੈਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਪਾਣੀ ਦੇ ਵਿਘਟਨ ਦਾ ਸਬੰਧ PSII ਨਾਲ ਹੈ। ਪਾਣੀ H^+, [O] ਅਤੇ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਵਿੱਚ ਵਿਘਟਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨਾਲ ਆਕਸੀਜਨ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦਾ ਸ਼ੁੱਧ ਉਤਪਾਦ ਹੈ। PSI ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟਰਾਨ PSII ਤੋਂ ਉਪਲਬੱਧ ਕਰਵਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

$$2H_2O \longrightarrow 4H^+ + O_2 + 4e^-$$

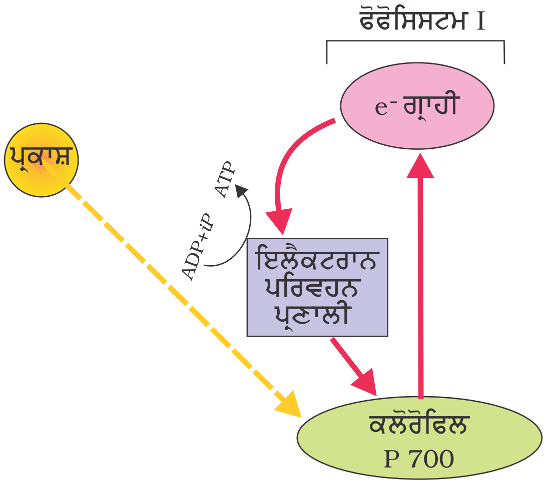
ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਚੰਗੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਾਣ ਲੈਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜਲ ਵਿਘਟਨ PSII ਨਾਲ ਸਬੰਧੰਤ ਹੈ ਜਿਹੜਾ ਥਾਇਲਾਕੋਇਡ ਦੀ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਵੱਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤਾਂ ਇਸ ਦੌਰਾਨ ਬਣਨ ਵਾਲ਼ੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਆਕਸੀਜਨ O_2 ਕਿੱਥੇ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ-ਖੋੜ (Lumen) ਵਿੱਚ ਜਾਂ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਬਾਹਰ ਵੱਲ ?

13.6.2 ਚੱਕਰੀ ਅਤੇ ਅੱਚਕਰੀ ਫੋਟੋਫਾਸਫੋਰੀਲੇਸ਼ਨ (Cyclic and Non-Cyclic Photo-Phosphorylation)

ਸਜੀਵਾਂ ਵਿੱਚ ਆਕਸੀਕਾਰਕ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਊਰਜਾਂ ਕੱਢਣ ਅਤੇ ਉਸਨੂੰ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਕਰਨ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪਦਾਰਥ ਜਿਵੇਂ ATP, ਇਸ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਬੰਧਨਾਂ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਰੱਖਦੇ ਹਨ। ਸੈੱਲਾਂ ਰਾਹੀਂ (ਮਾਈਟੋਕੋਂਡਰੀਆ ਅਤੇ ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਵਿੱਚ) ATP ਦੇ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਫਾਸਫੋਰੀਲੇਸ਼ਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਫੋਟੋਫਾਸਫੋਰੀਲੇਸ਼ਨ ਉਹ ਕਿਰਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਹੋਂਦ ਵਿੱਚ ADP ਅਤੇ ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਫਾਸਫੇਟ ਤੋਂ ATP ਦਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦ ਦੋ ਫੋਟੋਸਿਸਟਮ ਤਰਤੀਬਵਾਰ ਕਾਰਜ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ PSII ਪਹਿਲੇ ਅਤੇ PSI ਦੂਜੇ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰੇ ਤਾਂ ਇਸ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਅਚੱਕਰੀ ਫੋਟੋਫਾਸਫੋਰੀਲੇਸ਼ਨ (Non-Cyclic Photo-phosphorylation) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਦੋਵੇਂ ਫੋਟੋਸਿਸਟਮ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਪਰਿਵਹਨ ਲੜੀ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾ Z ਸਕੀਮ ਵਿੱਚ ਵੇਖ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ। ATP ਅਤੇ $NADPH + H^+$ ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਪ੍ਰਵਾਹ ਰਾਹੀਂ ਸੰਸ਼ਲਿਸਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 13.5)।

ਜਦ ਕੇਵਲ PSI ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਫੋਟੋਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਹੀ ਘੁਮੰਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਫਾਸਫੋਰੀਲੇਸ਼ਨ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਦੇ ਚੱਕਰੀ ਪ੍ਰਵਾਹ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 13.6)। ਇਹ ਪ੍ਰਵਾਹ ਸੁਭਾਵਿਕ ਤੌਰ ਤੇ ਸਟਰੋਮਾ ਲੈਮੇਲਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਗਰਾਨਾ ਦੀ ਝਿੱਲੀ ਜਾਂ ਲੈਮੇਲਾ ਵਿੱਚ PSI ਤੇ PSII ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜਦਕਿ ਸਟਰੋਮਾ ਤੇ ਲੈਮੇਲਾ ਝਿੱਲੀਆਂ ਵਿੱਚ PS II ਅਤੇ NADP ਲਘੁਕਾਰੀ (Reductase) ਐਨਜਾਈਮ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ। ਉਤੇਜਿਤ ਇਲੈਕਟਰਾਨ $NADP^+$ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਬਦਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਬਲਿਕ ਵਾਪਿਸ PSI ਕੰਪਲੈਕਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਪ੍ਰਵਾਹ ਰਾਹੀਂ ਚੱਕਰੀ

ਹੁੰਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 13.6)। ਇਸ ਲਈ ਚੱਕਰੀ ਪ੍ਰਵਾਹ ਵਿੱਚ ਕੇਵਲ ATP ਦਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਨਾਕਿ NADPH + H^+ ਦਾ। ਫੋਟੋਫਾਸਫੋਰੀਲੇਸ਼ਨ ਤਦ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦ ਉਤੇਜਨਾ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 680nm ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋਵੇ।



ਚਿੱਤਰ 13.6 ਚੱਕਰੀ ਫੋਟੋਫਾਸਫੋਰੀਲੇਸ਼ਨ (Cyclic photo phosphorylation)

13.6.3 ਕੇਮਿਓਸਮੋਟਿਕ ਪਰਿਕਲਪਨਾ (Chemiosmotic Hypothesis)

ਆਓ, ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇਹ ਸਮਝਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰੀਏ ਕੀ ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਵਿੱਚ ATP ਕਿਵੇਂ ਸੰਸ਼ਲਿਸਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੇਮਿਓਸਮੋਟਿਕ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਦੇ ਰਾਹੀਂ ਇਸਦੀ ਕਾਰਜਵਿਧੀ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਵਿੱਚ ਵੀ ATP ਦਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਇੱਕ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅੰਤਰ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਇਹ ਝਿੱਲੀਆਂ ਥਾਇਲਾਕੋਇਡ ਦੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ। ਇੱਥੇ ਇੱਕ ਅੰਤਰ ਇਹ ਹੈ ਕੀ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਵੱਲ ਭਾਵ ਲਿਊਮਨ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਮਾਈਟੋਕੋਂਡਰੀਆਂ ਦੀਆਂ ਅੰਤਰ ਝਿੱਲੀ ਥਾਵਾਂ (Intermembrane Space) ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ETS (ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਟਰਾਂਸਪੋਰਟ ਸਿਸਟਮ) ਵਿੱਚੋਂ ਲੰਘਦੇ ਹਨ। ਆਓ, ਇਹ ਸਮਝੀਏ ਕੀ ਕਿਹੜੇ ਕਾਰਨਾਂ ਨਾਲ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅੰਤਰ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਾਨੂੰ ਮੁੜ ਉਹਨਾਂ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵੱਲ ਧਿਆਨ ਦੇਣਾ ਪਵੇਗਾ ਜਿਹੜੀਆਂ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਦੀ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲਤਾ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਪਰਿਵਹਨ ਵੇਲੇ ਪੂਰਨ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਕਿ ਉਹਨਾਂ ਪੜਾਵਾਂ ਨੂੰ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕੇ ਜਿਹਨਾਂ ਕਾਰਣ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅੰਤਰ ਦਾ ਵਿਕਾਸ ਹੁੰਦਾ (ਚਿੱਤਰ 13.7) ਹੈ।

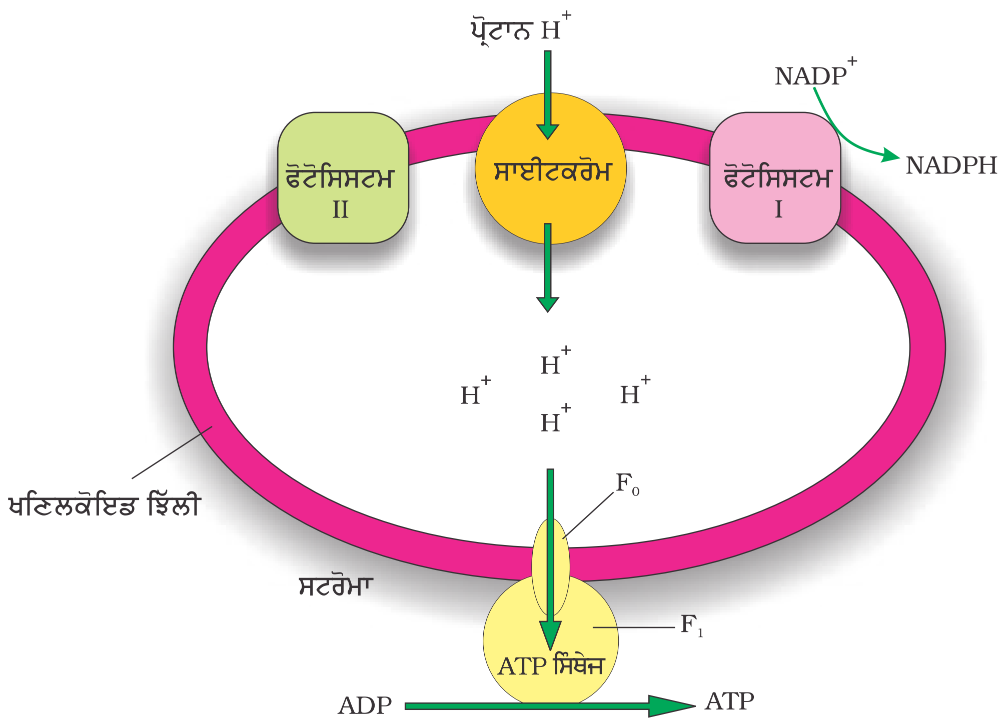
(ੳ) ਕਿਉਂਕਿ ਪਾਣੀ ਦੇ ਅਣੂ ਦਾ ਵਿਘਟਨ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਵੱਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪਾਣੀ ਦੇ ਵਿਘਟਨ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਹੋਏ H^+ ਜਾਂ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਥਾਇਲਾਕੋਇਡ ਲਿਊਮਨ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ।

(ਅ) ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਫੋਟੋਸਿਸਟਮ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਰਾਹੀਂ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਪਾਰ ਚਲਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਜਿਹਾ ਇਸ ਲਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਦਾ ਮੁੱਢਲਾ ਗ੍ਰਾਹੀ ਜਿਹੜਾ ਕੀ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਬਾਹਰ ਵੱਲ ਸਥਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਹ ਆਪਣੇ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਨੂੰ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਵਾਹਕ ਵੱਲ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਬਲਿਕ ਇੱਕ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਵਾਹਕ ਨੂੰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਪ੍ਰਵਾਹ ਸਮੇਂ ਇਹ ਅਣੂ ਸਟਰੋਮਾ ਤੋਂ ਇੱਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਲੈ ਲੈਂਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂ ਇਹ ਅਣੂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪਾਸੇ ਵੱਲ ਭੇਜਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਝਿੱਲੀ ਦੀ ਖਾਲੀ ਥਾਵਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(ੲ) NADP ਰੀਡਕਟੇਸ ਐਨਜਾਈਮ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਸਟਰੋਮਾ ਵੱਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। PSI ਦੇ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਗ੍ਰਾਹੀ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਪ੍ਰੋਟਾਨ $NADP^+$ ਨੂੰ NADPH + H^+ ਵਿੱਚ ਲਘੁਕਰਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਸਟਰੋਮਾ ਪੱਟੀਆਂ ਤੋਂ ਹੀ ਆਉਂਦੇ ਹਨ।

ਇਸ ਲਈ ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਸਟਰੋਮਾ ਦੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਘੱਟਦੀ ਹੈ ਜਦਕਿ ਲਿਊਮਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਜਮ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਥਾਇਲਾਕੋਇਡ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਪੱਧਰ ਅੰਤਰ (Proton Gradient) ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਨਾਲ ਹੀ ਲਿਊਮਨ ਵਿੱਚ pH ਵੀ ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਸਾਡੇ ਲਈ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਪੱਧਰ ਅੰਤਰ ਇਹਨਾਂ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਕਿਉਂ ਹੈ ? ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਪੱਧਰ ਅੰਤਰ ਇਸ ਲਈ ਮਹਤੱਵਪੂਰਨ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਅੰਤਰ ਟੁੱਟਣ ਨਾਲ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਪੱਧਰ ਅੰਤਰ ਇਸ ਲਈ ਭੰਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਝਿੱਲੀ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ATP ਦੀਆਂ ਪਾਰਗਮਨੀ ਨਾਲੀਆਂ (F_O) ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਰਾਹੀਂ ਏਟੀਪੀਏਜ਼ ਸਟਰੋਮਾ ਵਿੱਚ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਅਧਿਆਇ 12 ਵਿੱਚ ATP ਅਤੇ ਏਟੀਪੀਏਜ਼ (ATPase) ਐਨਜਾਈਮ ਬਾਰੇ ਪੜ੍ਹਿਆ ਹੈ। ਤੁਹਾਨੂੰ ਯਾਦ ਹੋਵੇਗਾ ਕੀ ਏਟੀਪੀਏਜ਼ ਐਨਜਾਈਮ ਦੇ ਦੋ ਭਾਗ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇੱਕ F_O ਕਹਿਲਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸਥਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪਾਰਗਮਨ ਝਿੱਲੀ ਨਲੀਆਂ ਦੀ ਰਚਨਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਪਰਾਸਰਨ (Diffusion) ਨੂੰ ਅੱਗੇ ਵਧਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਦੂਜਾ ਭਾਗ F_1 ਕਹਿਲਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਥਾਇਲਾਕੋਇਡ



ਚਿੱਤਰ 13.7 ਕੇਮਿਓਸਮੋਟਿਕ ਰਾਹੀਂ ATP ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ

ਦੀ ਬਾਹਰੀ ਸਤ੍ਹਾਂ ਜੋ ਸਟਰੋਮਾ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਉੱਤੇ ਉਭਾਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪੱਧਰ ਅੰਤਰ ਦੇ ਟੁੱਟਣ ਨਾਲ ਕਾਫੀ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਕਾਰਨ (ATPase) ਦੇ ਕਣ F_1 ਦੀ ਬਣਤਰ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਆਉਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਤੋਂ ਐਨਜਾਈਮ ਊਰਜਾ ਭਰਪੂਰ ATP ਦਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਰ ਸਕੇ। ਕੀਮਿਓਸਮੋਸਿਸ (Chemiosmosis) ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਝਿੱਲੀ, ਇੱਕ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਪੰਪ, ਇੱਕ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਪੱਧਰ ਅੰਤਰ ਅਤੇ ਏ.ਟੀ.ਪੀ.ਏਜ਼. ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਨੂੰ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਪੰਪ ਕਰਨ ਲਈ ਊਰਜਾ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਕਿ ਥਾਇਲਾਕੋਇਡ ਲਿਊਮਨ ਵਿੱਚ ਪੱਧਰ ਅੰਤਰ ਜਾਂ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੀ ਉਚ ਸੰਘਣਤਾਂ ਪੈਦਾ ਹੋ ਸਕੇ। (ATPase) ਦੇ ਕੋਲ ਇੱਕ ਨਾਲੀ ਜਾਂ ਚੈਨਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਿਹੜੇ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਦੇ ਪ੍ਰਸਰਨ ਦਾ ਮੌਕਾ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ (ATPase) ਐਨਜ਼ਾਇਮ ਨੂੰ ਚੁਸਤ ਕਰਨ ਲਈ ਲੋੜੀਂਦੀ ਊਰਜਾ ਛੱਡਦੀ ਹੈ ਜੋ ATP ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਨੂੰ ਉਤਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਦੀ ਗਤੀਸ਼ੀਲਤਾ ਨਾਲ ਪੈਦਾ ਹੋਏ NADPH ਦੇ ਨਾਲ ATP ਵੀ ਸਟਰੋਮਾ ਵਿੱਚ ਸੰਪਨ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਜੈਵ ਸੰਸਲੇਸ਼ਨ (Biosynthesis) ਵਿੱਚ ਤੁਰੰਤ ਵਰਤ ਲਏ ਜਾਣਗੇ, ਜੋ CO_2 ਦੇ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਅਤੇ ਸ਼ੱਕਰ ਦੇ ਸੰਸਲੇਸ਼ਨ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ।

13.7 ATP ਅਤੇ NADPH ਕਿੱਥੇ ਉਪਯੋਗ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ? (Where are ATP and NADPH used ?)

ਅਸੀਂ ਪੜ੍ਹਿਆ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਉਤਪਾਦ ATP, NADPH ਅਤੇ ਆਕਸੀਜਨ (O_2) ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਆਕਸੀਜਨ ਦਾ ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਦੇ ਬਾਹਰ ਪਰਾਸਰਨ (Diffusion) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦਕਿ ATP ਅਤੇ NADPH ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਪੋਸ਼ਣ ਅਤੇ ਸ਼ੱਕਰ ਸੰਸ਼ਲਿਸ਼ਟ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦਾ ਜੈਵ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਪੜਾਅ (Biosynthetic Phase) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ

ਸਿੱਧੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ, ਬਲਕਿ ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਉਤਪਾਦਾਂ ਭਾਵ ATP ਅਤੇ NADPH ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ CO_2 ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਤੁਹਾਨੂੰ ਸ਼ਾਇਦ ਇਹ ਗੱਲ ਹੈਰਾਨ ਕਰ ਸਕਦੀ ਹੈ ਕਿ ਇਸਦੀ ਸਚਾਈ ਦੀ ਜਾਂਚ ਕਿਵੇਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ? ਇਹ ਬਹੁਤ ਹੀ ਸਰਲ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਪਲਬੱਧ ਨਾ ਹੋਣ ਤੋਂ ਛੇਤੀ ਬਾਅਦ ਜੈਵ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਜਾਰੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਬੰਦ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਇਸਤੋਂ ਬਾਅਦ ਮੁੜ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਪਲਬੱਧ ਹੋ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਮੁੜ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ ਜੈਵ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਪੜਾਅ ਨੂੰ ਅਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆ (Dark Reaction) ਕਹਿਣਾ, ਕੀ ਇੱਕ ਝੂਠ ਹੈ ? ਆਪਣੇ ਸਾਥੀਆਂ ਵਿੱਚ ਇਸਦੀ ਚਰਚਾ ਕਰੋ।

ਆਓ, ਹੁਣ ਵੇਖੀਏ ਕੀ ਜੈਵ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਪੜਾਅ ਵਿੱਚ ATP ਅਤੇ NADPH ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਿਵੇਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ? ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਵੇਖ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪਾਣੀ ਅਤੇ CO_2 ਦੇ ਮਿਲਣ ਨਾਲ $(CH_2O)n$ ਜਾਂ ਸ਼ੱਕਰ ਦਾ ਉਤਪਾਦਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵਿਗਿਆਨੀਆਂ ਦੀ ਰੁਚੀ ਸੀ ਕਿ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਇਹ ਖੋਜਿਆ ਕੀ ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਕਿਵੇਂ ਪੂਰਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਾਂ ਇਹ ਜਾਨਿਆ ਕੀ CO_2 ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਨਾਲ ਜਾਂ ਯੋਗਿਕੀਕਿਰਤ ਹੋਣ ਨਾਲ ਕਿਹੜਾ ਉਤਪਾਦ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਦੂਜੇ ਵਿਸ਼ਵ ਯੁੱਧ ਤੋਂ ਠੀਕ ਬਾਅਦ ਲਾਭਦਾਇਕ ਉਪਯੋਗਾਂ ਤਹਿਤ ਰੇਡਿਓਆਈਸੋਟੋਪਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਗਈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਮੈਲਵਿਨ ਕੈਲਵਿਨ (Melvin Calvin) ਦਾ ਕਾਰਜ ਸ਼ਲਾਘਾਯੋਗ ਯੋਗ ਸੀ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਰੇਡਿਓਐਕਟਿਵ C-14 ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਾਈ (Algae) ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਅਧਿਐਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਿਸ ਤੋਂ ਪਤਾ ਲਗਾ ਕਿ C–14 ਯੋਗਿਕੀਕਰਨ (Carbon Fixation) ਦਾ ਪਹਿਲਾ ਉਤਪਾਦ ਇੱਕ ਤਿੰਨ ਕਾਰਬਨ ਵਾਲਾ ਕਾਰਬਨਿਕ ਅਮਲ ਸੀ। ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਉਸਨੇ ਸੰਪੂਰਨ ਜੈਵ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਪੜਾਅ ਦੀ ਖੋਜ ਕੀਤੀ। ਇਸ ਲਈ ਇਸਨੂੰ ਕੈਲਵਿਨ ਚੱਕਰ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਪਹਿਲੇ ਉਤਪਾਦ ਦਾ ਨਾਂ 3–ਫਾਸਫੋਗਲਿਸਰੀਕ ਐਸਿਡ ਅਤੇ ਸੰਖੇਪ ਵਿਚ PGA ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੇ ਕਾਰਬਨ ਪਰਮਾਣੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ?

ਵਿਗਿਆਨੀਆਂ ਨੇ ਇਹ ਵੀ ਜਾਨਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕੀਤੀ ਕਿ ਸਾਰੇ ਪੌਦੇ CO_2 ਯੋਗਿਕੀਕਰਨ (ਸਥਿਰੀਕਰਨ) ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਪਹਿਲਾ ਉਤਪਾਦ PGA ਹੀ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ ਜਾਂ ਕਈ ਪੌਦੇ ਹੋਰ ਉਤਪਾਦ ਵੀ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੱਡੇ ਸ਼ੋਧ ਕੀਤੇ ਗਏ ਜਿੱਥੇ CO_2 ਦੇ ਯੋਗਿਕੀਕਰਨ ਦਾ ਪਹਿਲਾ ਸਥਾਈ ਉਤਪਾਦ ਮੁੜ ਇੱਕ ਕਾਰਬਨਿਕ ਅਮਲ ਸੀ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕਾਰਬਨ ਦੇ ਚਾਰ ਪਰਮਾਣੂ ਸਨ। ਇਹ ਅਮਲ ਆਗਜ਼ੈਲੋ ਐਸਟਿਕ ਐਸਿਡ (Oxaloacetic acid) ਜਾਂ OAA ਸੀ। ਤਦ ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੌਰਾਨ CO_2 ਦੇ ਸਵੈ ਅੰਗੀਕਰਣ (Assimilation) ਨੂੰ ਦੋ ਮੁੱਖ ਵਿਧੀਆਂ ਰਾਹੀਂ ਦੱਸਿਆ ਗਿਆ। ਜਿਹਨਾਂ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ CO_2 ਯੋਗਿਕੀਕਰਨ ਦਾ ਪਹਿਲਾ ਉਤਪਾਦ C_3 ਅਮਲ (PGA) ਸੀ ਉਸਨੂੰ C_3 ਪਾਥ (C_3 Pathway) ਅਤੇ ਜਿਸ ਦਾ ਪਹਿਲਾ ਪੜਾਅ C_4 ਅਮਲ (OAA) ਸੀ ਉਸਨੂੰ C_4 ਪਾਥ (C_4 Pathway) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੋਹਾਂ ਸਮੂਹਾਂ ਦੇ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਹੋਰ ਲਛੱਣ ਵੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਚਰਚਾ ਅਸੀਂ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਕਰਾਂਗੇ।

13.7.1. CO_2 ਦੇ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਗ੍ਰਾਹੀ/ਪ੍ਰਾਇਮਰੀ ਅਸੈਪਟਰ (The Primary Acceptor Of CO_2)

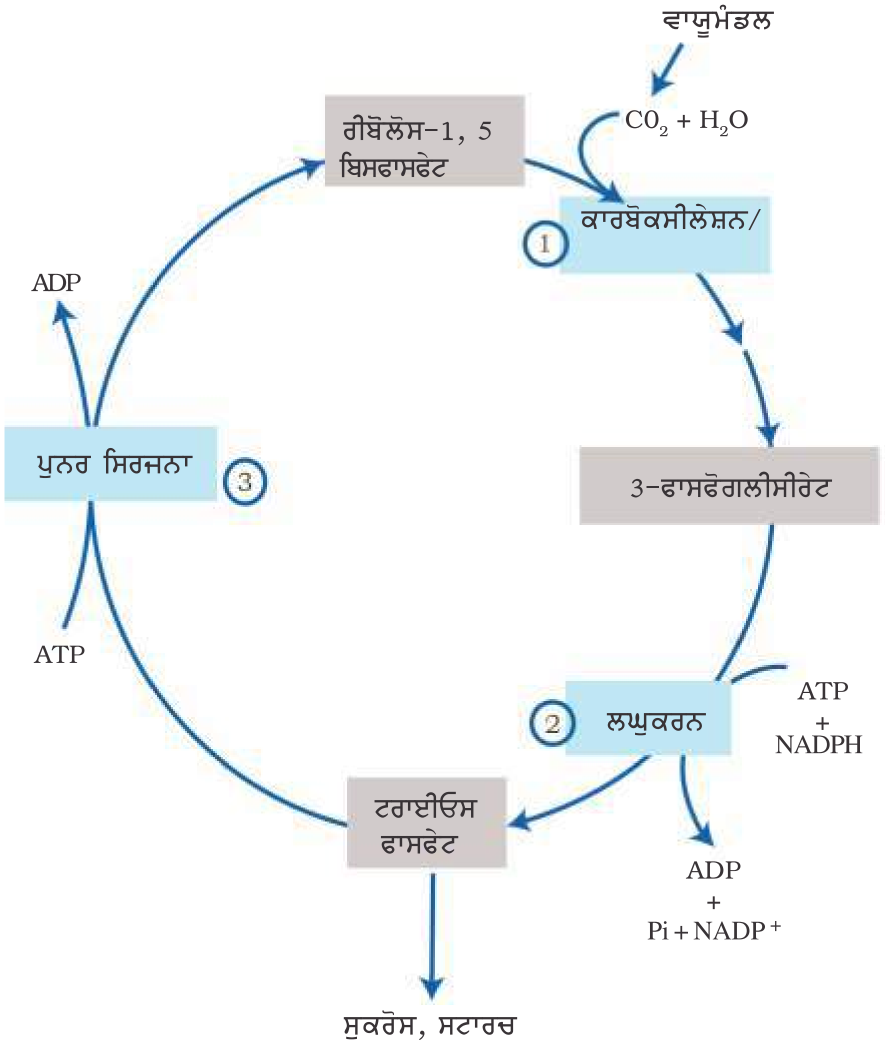
ਆਓ, ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਆਪ ਤੋਂ ਇੱਕ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਪੁਛੀਏ ਜਿਹੜਾ ਕਿ ਉਹਨਾਂ ਵਿਗਿਆਨੀਆਂ ਦੁਆਰਾ ਪੁਛਿਆ ਗਿਆ ਸੀ ਜਿਹੜੇ ਅਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆ (Dark Reaction) ਨੂੰ ਸਮਝਨ ਲਈ ਸੰਘਰਸ਼ ਕਰ ਰਹੇ ਸਨ। ਉਸ ਅਣੂ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੇ ਕਾਰਬਨ ਪਰਮਾਣੂ ਹਨ ਜਿਹੜਾ CO_2 ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਤਿੰਨ ਕਾਰਬਨੀ ਯੋਗਿਕ (PGA) ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ ?

ਅਧਿਐਨਾਂ ਤੋਂ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਗ੍ਰਾਹੀ ਅਣੂ ਇੱਕ ਪੰਜ ਕਾਰਬਨ ਵਾਲਾ ਕੀਟੋਸ ਸ਼ੂਗਰ (5-carbon ketose sugar) ਸੀ, ਇਹ ਰੀਬੋਲੋਸ 1–5 ਬਿਸਫਾਸਫੇਟ (Ribulose Bisphosphate) (RuBP) ਸੀ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਇਸ ਸੰਭਾਵਨਾਵਾਂ ਬਾਰੇ ਸੋਚਿਆ ਸੀ ? ਘਬਰਾਓ ਨਹੀਂ, ਵਿਗਿਆਨੀਆਂ ਨੂੰ ਵੀ ਇਹ ਜਾਨਣ ਲਈ ਬਹੁਤ ਸਮਾਂ ਲੱਗਿਆ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਨਤੀਜੇ ਤੇ ਪਹੁੰਚਣ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਗਏ ਸੀ। ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇਹ ਵੀ ਯਕੀਨ ਸੀ, ਕਿਉਂਕਿ ਪਹਿਲਾ ਉਤਪਾਦ C-3 ਅਮਲ ਸੀ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਗ੍ਰਾਹੀ 2–ਕਾਰਬਨ ਯੋਗਿਕ ਹੋਵੇਗਾ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਪਹਿਲਾਂ 2–ਕਾਰਬਨ

ਯੋਗਿਕ ਨੂੰ ਪਛਾਨਣ ਲਈ ਕਈ ਸਾਲਾਂ ਤਕ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕੀਤੀ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਪੰਜ ਕਾਰਬਨ ਵਾਲੇ RuBP ਦੀ ਖੋਜ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਫਲਤਾ ਹਾਸਿਲ ਕੀਤੀ।

13.7.2 ਕੈਲਵਿਨ ਚੱਕਰ (The Calvin Cycle)

ਕੈਲਵਿਨ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਸਹਿ ਕਰਮੀਆਂ ਨੇ ਪੂਰਨ ਪੱਥ ਦਾ ਪਤਾ ਲਗਾਇਆ ਅਤੇ ਦੱਸਿਆ ਕਿ ਇਹ ਪੱਥ ਇੱਕ ਚੱਕਰੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਚਲਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ RuBP ਪੂਰਨ ਉਤਪਾਦਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਓ, ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੇਖੀਏ ਕਿ ਕੈਲਵਿਨ ਪੱਥ ਕਿਵੇਂ ਸੰਚਾਲਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸ਼ੱਕਰ ਕਿੱਥੇ ਸੰਸ਼ਲਿਸ਼ਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਆਓ, ਅਸੀਂ ਸ਼ੁਰੂ ਤੋਂ ਹੀ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਝ ਲਈਏ ਕੀ ਕੈਲਵਿਨ ਚੱਕਰ ਤੇ ਉਹਨਾਂ ਸਾਰੇ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਹੜੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਨਾਲ ਕੋਈ ਫਰਕ ਨਹੀਂ ਪੈਂਦਾ ਕਿ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ



ਚਿੱਤਰ 13.8 ਕੈਲਵਿਨ ਚੱਕਰ ਤਿੰਨ ਪੜਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (1) ਕਾਰਬੋਕਸੀਲੇਸ਼ਨ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ CO_2 ਰੀਬੋਲੋਸ-1,5 ਬਿਸਫਾਸਫੇਟ ਨਾਲ ਸੰਯੋਜਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। (2) ਲਘੁਕਰਨ-ਜਿਸ ਦੌਰਾਨ ਕਾਰਬੋਹਾਈਡਰੇਟ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਰਸਾਇਣਿਕ ਗ੍ਰਾਹੀ ਅਤੇ NADPH ਦੀ ਮਦਦ ਨਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (3) ਪੁਨਰਸਿਰਜਨਾ ਜਿਸ ਵਿੱਚ CO_2 ਗ੍ਰਾਹੀ ਰੀਬੋਲੋਸ-1, 5 ਬਿਸਫਾਸਫੇਟ ਦਾ ਮੁੜ ਤੋਂ ਨਿਰਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਚੱਕਰ ਚਲਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

ਪੱਥ ਭਾਵੇ C_3 ਪੱਥ ਹੋਵੇ ਜਾਂ C_4 ਪੱਥ ਜਾਂ ਹੋਰ ਕੋਈ (ਚਿੱਤਰ 13.8)।

ਕੈਲਵਿਨ ਚੱਕਰ ਨੂੰ ਅਸਾਨੀ ਨਾਲ ਸਮਝਣ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਤਿੰਨ ਪੜਾਵਾਂ ਕਾਰਬੋਕਸੀਲੇਸ਼ਨ (Carboxylation), ਰੀਡਕਸ਼ਨ (Reduction) ਅਤੇ ਪੁਨਰਸਿਰਜਨਾ (Regeneration) ਵਿੱਚ ਵਰਣਨ ਕਰਦੇ ਹਨ।

1. **ਕਾਰਬੋਕਸਲੀਕਰਨ** (Carboxylation) **CO_2** ਦੇ ਯੋਗਿਕੀਕਰਨ ਤੋਂ ਇੱਕ ਵਿਚਕਾਰਲਾ ਸਥਿਰ ਕਾਰਬਨਿਕ ਯੋਗਿਕ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਕੈਲਵਿਨ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਕਾਰਬੋਕਸਲੀਕਰਨ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਪੜਾਅ ਹੈ ਜਿੱਥੇ RuBP ਦੇ ਕਾਰਬੋਕਸੀਲੇਸ਼ਨ ਲਈ CO_2 ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਐਨਜਾਇਮ RuBP ਕਾਰਬੋਕਸੀਲੇਸ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ 3-PGA ਦੇ ਦੋ ਅਣੂ ਬਣਦੇ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਐਨਜਾਈਮ ਵਿੱਚ ਆਕਸੀਕਰਨ (Oxygenation) ਕਿਰਿਆ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਵੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਵੱਧ ਢੁੱਕਵਾਂ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ ਇਸ ਐਨਜਾਈਮ ਨੂੰ RuBP ਕਾਰਬੋਕਸੀਲੇਸ-ਆਕਸੀਜਨੇਸ (Carboxylase-Oxygenase) ਜਾਂ ਰੁਬਿਸਕੋ (RuBisco) ਕਿਹਾ ਜਾਵੇ।
2 **ਲਘੁਕਰਨ (Reduction)**—ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੀ ਇੱਕ ਲੜੀ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਤੋਂ ਗੁਲੂਕੋਜ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪੜਾਅ ਵਿੱਚ ਹਰ CO_2 ਅਣੂ ਦੇ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਲਈ ਦੋ ATP ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਫਾਸਫੋਰੀਲੇਸ਼ਨ (Phosphorylation) ਅਤੇ NADPH ਦੇ ਦੋ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਲਘੁਕਰਨ ਲਈ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਪੱਥ ਤੋਂ ਗੁਲੂਕੋਜ ਦੇ ਇੱਕ ਅਣੂ ਨੂੰ ਹਟਾਉਣ ਲਈ CO_2 ਦੇ ਛੇ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਯੋਗਿਕੀਕਰਨ ਅਤੇ ਚੱਕਰਾਂ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।
3. **ਪੁਨਰਸਿਰਜਨਾ (Regeneration)**—ਜੇ ਚੱਕਰ ਨੂੰ ਬਿਨਾਂ ਰੁਕਾਵਟ ਦੇ ਜਾਰੀ ਰੱਖਣਾ ਹੈ ਤਾਂ CO_2 ਗ੍ਰਾਹੀ ਅਣੂ RuBP ਦੀ ਪੁਨਰਸਿਰਜਨਾ ਬਹੁਤ ਹੀ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪੁਨਰਸਿਰਜਨਾ ਦੇ ਪੜਾਅ ਵਿੱਚ RuBP ਦੇ ਗਠਨ ਲਈ ਫਾਸਫੋਰੀਲੇਸ਼ਨ ਵਾਸਤੇ ਇੱਕ ATP ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

   ਇਸ ਲਈ ਕਾਰਬਨ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ ਦੇ ਹਰ ਅਣੂ ਦੇ ਦਾਖਲੇ ਲਈ ATP ਦੇ ਤਿੰਨ ਅਣੂ ਤੇ NADPH ਦੇ ਦੋ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆ (Dark Reaction) ਵਿੱਚ ਵਰਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ATP ਅਤੇ NADPH ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿੱਚ ਇਹ ਅੰਤਰ ਹੀ ਚੱਕਰੀ ਫਾਸਫੋਰੀਲੇਸ਼ਨ (Cyclic Phosphorylation) ਨੂੰ ਪੂਰਨ ਕਰਾਉਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਹੈ।

   ਗੁਲੂਕੋਜ ਦੇ ਇੱਕ ਅਣੂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਲਈ ਇਸ ਚੱਕਰ ਦੇ ਛੇ ਚੱਕਰਾਂ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਪਤਾ ਕਰੋ ਕਿ ਕੈਲਵਿਨ ਪੱਥ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਰਾਹੀਂ ਗੁਲੂਕੋਜ ਦੇ ਇੱਕ ਅਣੂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਵਾਸਤੇ ਕਿੰਨੇ ATP ਅਤੇ NADPH ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਤੁਹਾਨੂੰ ਇਹ ਗੱਲ ਸ਼ਾਇਦ ਸਮਝਣ ਵਿੱਚ ਮਦਦ ਕਰੇਗੀ ਕੀ ਕੈਲਵਿਨ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਕੀ ਅੰਦਰ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕੀ ਬਾਹਰ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

13.8 C_4 ਪੱਥ (The C_4 Pathway)

ਅੰਦਰ	ਬਾਹਰ
$6CO_2$	ਇੱਕ ਗੁਲੂਕੋਜ਼
18ATP	18 ADP
12 NADPH	12 NADP

C_4 ਪੱਥ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾ ਦਸਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਪੌਦੇ ਜੋ ਖੁਸ਼ਕ ਉਸ਼ਣਕਟਿਬੰਧੀ (Dry Tropical) ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ C_4 ਪੱਥ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ CO_2 ਅਗਜ਼ੈਲੋ ਯੋਗਿਕੀਕਰਨ ਦਾ ਪਹਿਲਾ ਉਤਪਾਦ ਚਾਹੇ C_4 ਆਗਜ਼ੈਲੋ ਐਸਟਿਕ ਐਸਿਡ (OAA) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਫਿਰ ਵੀ ਇਸਦੇ ਮੁੱਖ ਜੈਵ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਪੱਥ (Biosynthetic Pathway) ਵਿੱਚ C_3 ਪੱਥ ਜਾਂ ਕੈਲਵਿਨ ਚੱਕਰ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤਾਂ ਮੁੜ ਤੋਂ C_4 ਪੌਦੇ C_3 ਪੌਦਿਆਂ ਤੋਂ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਭਿੰਨ ਹੈ ? ਇਹ ਇੱਕ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਤੁਸੀਂ ਪੁੱਛ ਸਕਦੇ ਹੋ।

C_4 ਪੌਦੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਹਨ, ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਪੱਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਖਾਸ ਕਿਸਮ ਦੀ ਰਚਨਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਉੱਚ ਤਾਪ ਨੂੰ ਸਹਿ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਉੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪ੍ਰਤੀ ਅਨੁਕਿਰਿਆ (Response) ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ

ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ (Photorespiration) ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਜੈਵ ਪੁੰਜ (Biomass) ਵੱਧ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਓ, ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ-ਇੱਕ ਕਰਕੇ ਸਮਝੀਏ।

ਆਓ, C_3 ਅਤੇ C_4 ਪੱਤਿਆਂ ਦੀ ਖੜੀ ਕਾਟ (Vertical Section) ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰੀਏ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕੋਈ ਅੰਤਰ ਵੇਖਿਆ ਹੈ ? ਕੀ ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕਿਸਮ ਦੇ ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ ਸੈੱਲ ਹਨ ? ਕੀ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਹਿਣੀ ਬੰਡਲ ਸ਼ੀਥ (Vascular Bundle Sheath) ਆਲ਼ੇ ਦੁਆਲ਼ੇ ਇੱਕੋ ਜਿਹੇ ਸੈੱਲ ਹਨ?

C_4 ਪੱਥ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਵੈਸਕੂਲਰ ਬੰਡਲ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਮੌਜੂਦ ਸੈੱਲ ਬੰਡਲ ਸ਼ੀਥ (Bundle Sheath) ਸੈੱਲ ਕਹਿਲਾਉਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਪੱਤਿਆਂ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਅਜਿਹੀ ਬਣਤਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਕਰੈਂਜ ਅਨਾਟੋਮੀ (Kranz anatomy) ਵਾਲੇ ਪੱਤੇ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸੇ ਕਰੈਂਜ ਦਾ ਭਾਵ ਹੈ ਛੱਲਾ ਜਾਂ ਘੇਰਾ, ਕਿਉਂਕਿ ਸੈਲਾਂ ਦੀ ਤਰਤੀਬ ਇੱਕ ਛੱਲੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਵਹਿਣੀ ਬੰਡਲ ਦੇ ਆਲ਼ੇ ਦੁਆਲ਼ੇ ਬੰਡਲ ਸ਼ੀਥ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਅਨੇਕ ਪਰਤਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਬੜੀ ਵੱਡੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿੱਚ ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਇਹਨਾਂ ਦੀਆਂ ਮੋਟੀਆਂ ਕੰਧਾਂ ਗੈਸ ਦੇ ਆਦਾਨ-ਪ੍ਰਦਾਨ ਲਈ ਦਾਖਲਾ ਰੋਧਕ (Imprevious) ਹੁੰਦੀਆਂ

ਹਨ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਸੈੱਲੀ ਥਾਵਾਂ ਵੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀਆਂ। ਤੁਸੀਂ C_4 ਪੌਦੇ ਜਿਵੇਂ ਮੱਕਾ ਜਾ ਜਵਾਰ ਦੇ ਪੱਤਿਆਂ ਦਾ ਇੱਕ ਭਾਗ ਕੱਟੋ ਤਾਂ ਕੇ ਕਰੈਂਜ ਬਣਤਰ ਅਤੇ ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ ਸੈੱਲ ਦੇਖ ਸਕੋ।

ਆਪਣੇ ਆਲ਼ੇ ਦੁਆਲ਼ੇ ਦੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਪ੍ਰਜਾਤੀਆਂ ਦੇ ਰੁੱਖਾਂ ਦੀਆਂ ਪੱਤੀਆਂ ਇਕੱਠੀਆਂ ਕਰੋ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਪੱਤਿਆਂ ਦੀ ਖੜੀ ਕਾਟ (Vertical Section) ਲਓ। ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਨਾਲ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵੈਸਕੂਲਰ ਬੰਡਲ ਦੇ ਆਲ਼ੇ ਦੁਆਲ਼ੇ ਬੰਡਲ ਸ਼ੀਥ ਸੈੱਲਾਂ ਨੂੰ ਵੇਖੋ। ਬੰਡਲ ਸ਼ੀਥ ਦੀ ਹੋਂਦ ਤੁਹਾਨੂੰ C_4 ਪੌਦਿਆਂ ਦੀ ਪਹਿਚਾਣ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਮਦਦ ਕਰੇਗੀ।

ਹੁਣ ਚਿੱਤਰ 13.9 ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਏ ਗਏ ਪੱਥ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰੋ। ਇਸ ਪੱਥ ਨੂੰ ਹੈਚ ਅਤੇ ਸਲੈਕ ਪੱਥ (Hatch and Slack Pathway) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ—

ਇਹ ਵੀ ਇੱਕ ਚੱਕਰੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ। ਆਓ, ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪੜਾਵਾਂ ਨੂੰ ਸਮਝਦੇ ਹੋਏ ਪੱਥ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰੀਏ।

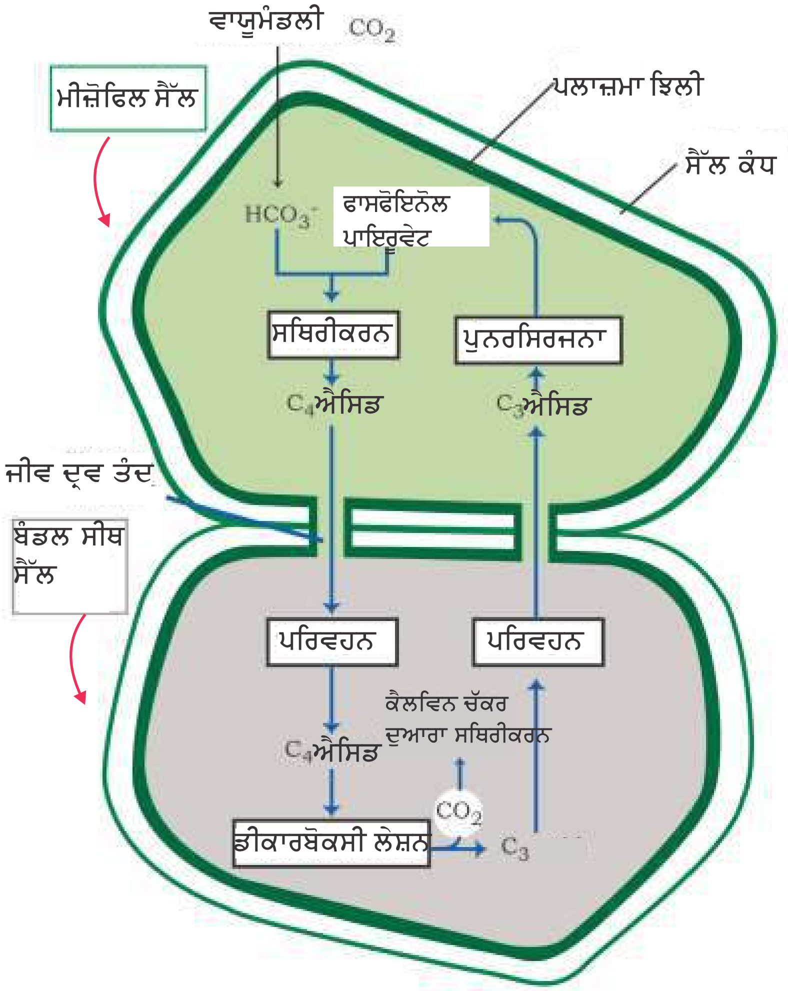
CO_2 ਦਾ ਮੁੱਢਲਾ ਗ੍ਰਾਹੀ ਇੱਕ ਤਿੰਨ ਕਾਰਬਨ ਅਣੂ ਫਾਸਫੋਇਨੋਲ ਪਾਇਰੋਵੇਟ (Phosphoenol Pyruvate) (PEP) ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਮੋਜੂਦ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਨੂੰ ਫਾਸਫੋਇਨੋਲ ਪਾਇਰੂਵੇਟ ਕਾਰਬੋਕਸੀਲੇਜ (PEP Carboxylase) ਜਾਂ ਪੇਪਕੇਸ (Pepcase) ਨਾਂ ਦੇ ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਪੂਰਨ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਰੁਬਿਸਕੋ (Rubisco) ਐਨਜ਼ਾਇਮ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। C_4 ਐਸਿਡ (OAA) ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਤਿਆਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇਹ ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਚਾਰ ਕਾਰਬਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਜਿਵੇਂ ਮੈਲਿਕ ਐਸਿਡ (Malic Acid) ਅਤੇ ਐਸਪਾਰਟਿਕ (Aspartic) ਐਸਿਡ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ ਜਦ ਕਿ ਬੰਡਲ ਸ਼ੀਥ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹ C_4 ਐਸਿਡ ਵਿਘਟਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਤੋਂ C_2 ਅਤੇ ਇੱਕ ਤਿੰਨ ਕਾਰਬਨ ਅਣੂ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਤਿੰਨ ਕਾਰਬਨ ਅਣੂ ਮੁੜ ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਵਾਪਸ ਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿੱਥੇ ਇਹ ਮੁੜ ਫਾਸਫੋਇਨੋਲ ਪਾਇਰੋਵੇਟ (PEP) ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਚੱਕਰ ਪੂਰਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਬੰਡਲ ਸ਼ੀਥ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਨਿੱਕਲੀ CO_2 ਕੈਲਵਿਨ ਪੱਥ ਜਾਂ C_3 ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕੈਲਵਿਨ ਪੱਥ ਇੱਕ ਅਜਿਹਾ ਪੱਥ ਹੈ ਜਿਹੜਾ ਸਾਰੇ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਬੰਡਲ ਸ਼ੀਥ ਸੈੱਲ ਰੁਬਿਸਕੋ (RuBisco) ਤੋਂ ਭਰਪੂਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਪਰ PEPcase (ਪੀਏਪੀਕੇਸ) ਤੋਂ ਰਹਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਮੌਲਿਕ ਪੱਥ ਕੈਲਵਿਨ ਪੱਥ ਜਿਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵੱਜੋਂ ਸ਼ੱਕਰ ਬਣਦੀ ਹੈ ਉਹ C_3 ਅਤੇ C_4 ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸਾਂਝਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਧਿਆਨ ਦਿੱਤਾ ਹੈ ਕਿ ਕੈਲਵਿਨ ਪੱਥ ਸਾਰੇ C_4 ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ? C_4 ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਪੂਰਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਪਰ ਬੰਡਲ ਸ਼ੀਥ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਕਾਰਗਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 13.9 ਹੈਚ ਅਤੇ ਸਲੈਕ ਪੱਥ ਦਾ ਰੇਖਾ ਚਿੱਤਰ

13.9 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ (Photorespiration)

ਆਓ, ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਹੋਰ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਜਾਨਣ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਹੜੀ C_3 ਅਤੇ C_4 ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਅੰਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਸਮਝਣ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਕੇਵਲ ਕੈਲਵਿਨ ਪੱਥ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਪੜਾਅ ਭਾਵ CO_2 ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਬਾਰੇ ਕੁੱਝ ਹੋਰ ਜਾਣਕਾਰੀ ਲੈਣੀ ਪਵੇਗੀ। ਇਹ ਉਹ ਕਿਰਿਆ ਹੈ ਜਿੱਥੇ RuBP, CO_2 ਨਾਲ ਜੁੜ ਕੇ ਤਿੰਨ ਫਾਸਫੋਗਲੀਸਰਿਕ ਐਸਿਡ (3PGA) ਦੇ ਦੋ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਗਠਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਕਿਰਿਆ ਇੱਕ ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਰੁਬਿਸਕੋ (Rubisco) ਦੁਆਰਾ ਉਤਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

$$RuBP + CO_2 \xrightarrow{RuBisCo} 2 \times 3PGA$$

ਰੁਬਿਸਕੋ ਨਾਂ ਦਾ ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਦੁਨੀਆਂ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ (ਤੁਹਾਨੂੰ ਹੈਰਾਨੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿਉਂ) ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਇਹ ਗੁਣ ਇਸਦਾ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਸਥਲ (Active Site) CO_2 ਅਤੇ O_2 ਦੋਨਾਂ ਨਾਲ ਜੁੜ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸਨੂੰ ਰੁਬਿਸਕੋ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਸੋਚ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਇਹ ਕਿਵੇਂ ਸੰਭਵ ਹੈ ? ਰੁਬਿਸਕੋ ਵਿੱਚ O_2 ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ CO_2 ਲਈ ਵੱਧ ਖਿੱਚ (Affinity) ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਕੇ ਜੇ ਅਜਿਹਾ ਨਾ ਹੁੰਦਾ ਤਾਂ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ? ਇਹ ਬੰਧਨ ਦੀ ਖਿੱਚ ਮੁਕਾਬਲੇ ਦੀ ਹੈ। O_2 ਜਾਂ CO_2 ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਹੜਾ ਬੰਧਨ ਬਣਾਵੇਗਾ, ਇਹ ਉਸਦੀ ਸਾਪੇਖ ਸੰਘਣਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। C_3 ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ O_2 ਰੁਬਿਸਕੋ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ CO_2 ਦਾ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਥੇ RuBP 3-PGA ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋਣ ਦੀ ਬਜਾਏ ਆਕਸੀਜਨ ਰਾਹੀਂ ਸੰਯੋਜਿਤ ਹੋ ਕੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਫਾਸਫੋਗਲੀਸਿਰੇਟ (Phosphoglycerate) ਅਤੇ ਫਾਸਫੋਗਲਾਈਕੋਲੇਟ (Phosphoglycolate) ਦਾ ਇੱਕ ਅਣੂ ਬਣਾਂਦੇ ਹਨ ਜਿਸਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਸ਼ੱਕਰ ਅਤੇ ATP ਦਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਬਲਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚ ATP ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਦੇ ਨਾਲ CO_2 ਵੀ ਨਿਕਲਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ATP ਜਾਂ NADPH ਦਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਇੱਕ ਅਣਉਪਯੋਗੀ (Useless) ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਹੈ। C_4 ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਇਸਦਾ ਕਾਰਣ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਅਜਿਹੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਐਨਜਾਈਮ ਸਥਲ ਤੇ CO_2 ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਧਾ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਅਜਿਹਾ ਤਦ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦ ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ ਸੈੱਲਾਂ ਦਾ C_4 ਅਮਲ ਬੰਡਲ ਸ਼ੀਥ ਵਿੱਚ ਟੁੱਟ ਕੇ CO_2 ਨੂੰ ਮੁਕਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ CO_2 ਦੀ ਅੰਤਰਸੈਲੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਯਕੀਨੀ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਰੁਬਿਸਕੋ ਕਾਰਬੋਕਸੀਲੇਸ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਇਸਦੀ ਆਕਸੀਜਨੇਸ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਹੁਣ, ਤੁਸੀਂ ਜਾਂਣਦੇ ਹੋ ਕਿ C_4 ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਹੁਣ ਤੁਸੀਂ ਸ਼ਾਇਦ ਸਮਝ ਗਏ ਹੋਵੋਗੇ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਉਤਪਾਦਕਤਾ ਅਤੇ ਉਤਪਾਦਨ ਕਿਉਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਇਹ ਪੌਦੇ ਉੱਚ ਤਾਪਮਾਨ ਨੂੰ ਵੀ ਸਹਿਣ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ।

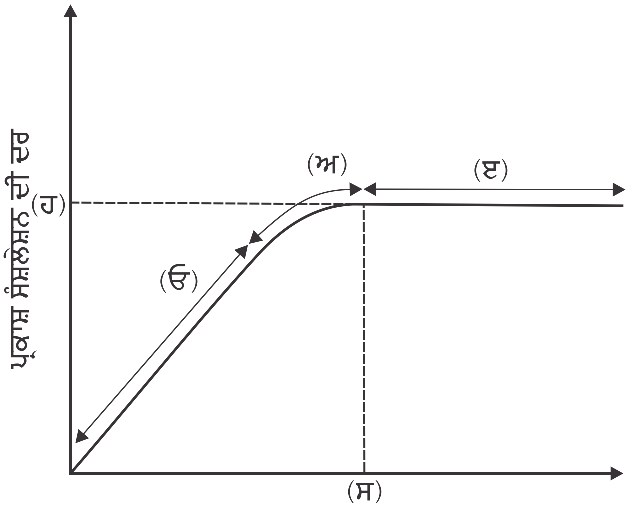
ਉਪਰੋਕਤ ਚਰਚਾ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਕੀ ਤੁਸੀ ਉਹਨਾਂ ਪੌਦਿਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ C_3 ਅਤੇ C_4 ਪੱਥ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਸਾਰਨੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸੂਚਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਭਰੋ।

13.10 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਾਰਕ (Factors Affecting Photosynthesis)

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਾਰਕਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਬਾਰੇ ਜਾਨਣਾ ਜਰੂਰੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੀ ਦਰ ਪੌਦਿਆਂ ਅਤੇ ਫਸਲਾਂ ਦੇ ਉਤਪਾਦਨ ਜਾਨਣ ਲਈ ਬਹੁਤ ਹੀ ਮਹਤੱਵਪੂਰਨ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਈ ਕਾਰਕਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਹੜੇ ਬਾਹਰੀ ਅਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਦੋਵੇਂ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਪੌਦਾ ਕਾਰਕਾਂ ਵਿੱਚ ਗਿਣਤੀ, ਆਕਾਰ, ਉਮਰ ਅਤੇ ਪੱਤਿਆਂ ਦੀ ਤਰਤੀਬ, ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ ਸੈੱਲ ਅਤੇ ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ, ਅੰਦਰੂਨੀ CO_2 ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਅਤੇ ਕਲੋਰੋਫਿਲ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਆਦਿ ਹਨ। ਪੌਦੇ ਦੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕਾਰਕ ਪੌਦੇ ਦਾ ਵਾਧਾ ਅਤੇ ਅਨੁਵੰਸ਼ਿਕੀ ਪੂਰਬਅਨੁਕੂਲਿਤਾ (Predisposition) ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਸਾਰਨੀ 13.1 C_3 ਅਤੇ C_4 ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚਕਾਰ ਅੰਤਰ ਕੱਢਣ ਲਈ ਇਸ ਸਾਰਨੀ ਦੇ ਕਾਲਮ 2 ਅਤੇ 3 ਭਰੋ।

ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾਵਾਂ	C_3 ਪੌਦੇ	$_4$ ਪੌਦੇ	ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਚੁਣੋ
ਸੈੱਲ ਕਿਸਮ ਜਿਸ ਵਿੱਚ			ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ/ਬੰਡਲ ਸ਼ੀਥ/ਦੋਵੇਂ
ਕੈਲਵਿਨ ਚੱਕਰ ਪੂਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੈੱਲ ਕਿਸਮ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਮੁੱਢਲੀ			ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ/ਬੰਡਲ ਸ਼ੀਥ/ਦੋਵੇਂ
ਕਾਰਬੋਕਸਲੀਕਰਨ ਕਿਰਿਆ ਵਾਪਰਦੀ ਹੈ। ਇੱਕ ਪੱਤੇ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੇ ਕਿਸਮ ਦੇ			ਦੋ: ਬੰਡਲ ਸ਼ੀਥ ਅਤੇ ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ
			ਇੱਕ : ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ
ਸੈੱਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ CO_2 ਦਾ			ਤਿੰਨ: ਬੰਡਲ ਸ਼ੀਥ, ਪੈਲੀਸੇਡ,
ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਕਰਦੇ ਹਨ।			ਸੰਪੋਜੀ ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ
CO_2 ਦਾ ਮੁੱਢਲਾ ਗ੍ਰਾਹੀ ਕੌਣ ਹੈ ? ਮੁੱਢਲੇ CO_2 ਗ੍ਰਾਹੀ ਵਿੱਚ ਕਾਰਬਨ ਦੀ			RuBP/PEP/PGA 5/4/3
ਗਿਣਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ?			
CO_2 ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਦਾ ਮੁੱਢਲਾ ਉਤਪਾਦ ਕਿਹੜਾ ਹੈ?			PGA/OAA/RuBP/PEP
CO_2 ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਦੇ ਮੁਢੱਲੇ ਉਤਪਾਦ			3/4/5
ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੇ ਕਾਰਬਨ ਹਨ ?			
ਕੀ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ RuBisCO ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਕੀ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ PEP Case ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਕਿੰਨਾ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ			ਹਾਂ/ਨਾ/ਹਮੇਸ਼ਾ ਨਹੀਂ ਹਾਂ/ਨਾ/ਹਮੇਸ਼ਾ ਨਹੀਂ ਮੀਜੋਫਿਲ/ਬੰਡਲ ਸੀਥ/ਕੋਈ ਨਹੀਂ
RuBisCO ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਉੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ CO_2 ਦੇ			ਘੱਟ/ਉੱਚ/ਮੱਧਮ
ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਦੀ ਦਰ			
ਕੀ ਘੱਟ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ			ਉੱਚ/ਨਾ ਮਾਤਰ/ਕਦੇ-ਕਦੇ
ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ?			
ਕੀ ਉੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ			ਉੱਚ/ਨਾ ਮਾਤਰ/ਕਦੇ-ਕਦੇ
ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ?			
ਕੀ ਘੱਟ CO_2 ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ			ਉੱਚ/ਨਾ ਮਾਤਰ/ਕਦੇ-ਕਦੇ
ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ?			
ਕੀ ਉੱਚ CO_2 ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ?			ਉੱਚ/ਨਾ ਮਾਤਰ/ਕਦੇ-ਕਦੇ
ਅਨੁਕੂਲਨਤਾ ਤਾਪਮਾਨ (Optimum Temperatue)			30-40°C/20-25°C/40°C ਤੋਂ ਵੱਧ
ਉਦਾਹਰਣਾਂ			ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਪੱਤਿਆਂ ਦੇ ਖੜੇ ਭਾਗ ਕੱਟੋ ਅਤੇ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਹੇਠਾਂ ਰੱਖ ਕੇ ਕਰੈਂਜ ਬਣਤਰ ਵੇਖੋ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਢੁਕਵੇਂ ਕਾਲਮਾਂ ਵਿੱਚ ਭਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 13.10 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਦਰ ਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਗ੍ਰਾਫ

ਬਾਹਰੀ ਕਾਰਕ ਹਨ ਸੂਰਜ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਤਾਪ, CO_2 ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਅਤੇ ਪਾਣੀ। ਪੌਦਿਆਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸਾਰੇ ਕਾਰਕ ਇੱਕ ਸਮੇਂ ਇਕੱਠੇ ਹੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਭਾਵੇਂ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਕਾਰਕ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਨਾਲ਼-ਨਾਲ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਜਾਂ CO_2 ਦੇ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਫਿਰ ਵੀ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕੋਈ ਵੀ ਇੱਕ ਕਾਰਕ ਇਸਦੀ ਦਰ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਜਾਂ ਸੀਮਿਤ ਕਰਨ ਦਾ ਮੁੱਖ ਕਾਰਣ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸਮੇਂ ਤੇ ਉਪ ਅਨੁਕੂਲਤਮ ਪੱਧਰ (Sub Optimal Levels) ਤੇ ਉਪਲਬੱਧ ਕਾਰਕ ਰਾਹੀਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੀ ਦਰ ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਜਦ ਅਨੇਕਾਂ ਕਾਰਕ ਕਿਸੀ (ਜੈਵ) ਰਾਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਬਲੈਕਮੈਨ (1950) ਦਾ ਲਾਅ ਆਫ ਲੀਮੀਟਿੰਗ ਫੈਕਟਰ (Blackman's Law of Limiting Factors) ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ ਆਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਅਨੁਸਾਰ ਜੇ ਕੋਈ ਰਾਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਇੱਕ ਜਾਂ ਵੱਧ ਕਾਰਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸਦੀ ਦਰ ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਨ ਉਸ ਨੇੜੇ ਦੇ ਕਾਰਕ ਰਾਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਹੜਾ ਨਿਊਨਤਮ ਮਾਨ ਵਾਲਾ ਹੋਵੇ। ਜੇ ਉਸ ਕਾਰਕ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਬਦਲ ਦਿੱਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਉਹ ਕਾਰਕ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਸਿੱਧਾ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਇੱਕ ਹਰਾ ਪੱਤਾ ਅਧਿਕਤਮ ਅਨੁਕੂਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਤੇ CO_2 ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਦੇ ਬਾਵਜੂਦ ਜੇ ਤਾਪਮਾਨ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਨਹੀਂ ਕਰੇਗਾ। ਇਸ ਪੱਤੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਤਾਂ ਹੀ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋਵੇਗਾ ਜੇ ਲੋੜੀਂਦਾ ਤਾਪਮਾਨ (Optimal Temperature) ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ।

13.10.1 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (Light)

ਜਦ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸਣ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਾਰਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਗੁਣਵੱਤਾ, ਇਸਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਅਤੇ ਦੀਪਤਕਾਲ (Duration of Exposure to Light) ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਕਰਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਇੱਥੇ ਘੱਟ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤੀਬਰਤਾ ਅਤੇ ਅਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਤੇ CO_2 ਦੇ ਯੋਗਿਕੀਕਰਨ ਦੀ ਦਰ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਇੱਕ ਰੇਖੀ ਸੰਬੰਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤੀਬਰਤਾ ਹੋਣ ਤੇ ਇਸ ਦਰ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵਾਧਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ, ਬਾਕੀ ਕਾਰਕ ਸੀਮਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 13.10)। ਇਸ ਵਿੱਚ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਵਾਲੀ ਦਿਲਚਸਪ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤਾ (Light Saturation) ਪੂਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ 10% ਤੇ ਹੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਛਾਂ ਜਾ ਘਣੇ ਜੰਗਲਾਂ ਵਿੱਚ ਉੱਗਣ ਵਾਲ਼ੇ ਪੌਦਿਆਂ ਨੂੰ ਛੱਡ ਕੇ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸ਼ਾਇਦ ਹੀ ਸੀਮਾਕਾਰੀ ਕਾਰਕ ਹੋਵੇ। ਇੱਕ ਸੀਮਾ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਲੋਰੋਫਿਲ ਦੇ ਵਿਘਟਨ ਦਾ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੀ ਦਰ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

13.10.2 ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ (Carbon Dioxide Concenteration)

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਵਿੱਚ CO_2 ਇੱਕ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਸੀਮਾਕਾਰੀ ਕਾਰਕ (Limiting Factor) ਹੈ। ਵਾਯੁਮੰਡਲ ਵਿੱਚ CO_2 ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਹੈ (0.03 ਅਤੇ 0.04% ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ)। CO_2 ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ 0.05% ਤੱਕ ਵਾਧੇ ਕਾਰਨ CO_2 ਦੇ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਦੀ ਦਰ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਪਰ ਇਸ ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਲੰਬੇ ਸਮੇਂ ਲਈ ਹਾਨੀਕਾਰਕ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ।

C_3 ਅਤੇ C_4 ਪੌਦੇ CO_2 ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਅਨੁਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਘੱਟ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਹਾਲਤਾਂ ਦੇ ਦਿਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵੀ ਸਮੂਹ ਉੱਚ CO_2 ਸੰਘਣਤਾ ਪ੍ਰਤੀ ਅਨੁਕਿਰਿਆ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ। ਉੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ C_3 ਅਤੇ C_4 ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੀ ਵਧੀ ਦਰ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਇਹ ਧਿਆਨ ਦੇਣਾ ਮਹੱਵਪੂਰਨ ਹੈ ਕਿ C_4 ਪੌਦੇ ਲਗਭਗ $360 \mu L L^{-1}$ ਤੇ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਜਦ ਕਿ C_3 ਵਧੀ ਹੋਈ C_3 ਸੰਘਣਤਾ ਤੇ ਕਿਰਿਆ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸੰਘਣਤਾ ਕੇਵਲ $450 \mu L L^{-1}$ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਹੀ ਦਿਖਾਈ ਦੇਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ CO_2 ਦਾ ਪੱਧਰ C_3 ਪੌਦਿਆਂ ਲਈ ਸੀਮਾਕਾਰੀ (Limiting) ਹੈ।

ਸੱਚਾਈ ਤਾਂ ਇਹ ਹੈ ਕਿ C_3 ਪੌਦੇ ਉੱਚਤਮ CO_2 ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਅਨੁਕਿਰਿਆ (Respond) ਕਰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਿੱਚ ਉਤਪਾਦਨ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਗ੍ਰੀਨ ਹਾਉਸ ਫਸਲਾਂ ਜਿਵੇਂ ਟਮਾਟਰ ਅਤੇ ਸ਼ਿਮਲਾ ਮਿਰਚ (Bell Pepper) ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ CO_2 ਤੋਂ ਭਰਪੂਰ ਵਾਤਾਵਰਨ ਵਿੱਚ ਵੱਧਣ ਦਾ ਮੌਕਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕੀ ਉੱਚ ਪੈਦਾਵਾਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇ।

13.10.3 ਤਾਪਮਾਨ (Temperature)

ਅਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆ (Dark Reaction) ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਤਾਪਮਾਨ ਦੁਆਰਾ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਭਾਵੇਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆ (Light Reaction) ਵੀ ਤਾਪ ਸੰਵੇਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪਰ ਉਹਨਾਂ ਤੇ ਤਾਪਮਾਨ ਦਾ ਕਾਫੀ ਘੱਟ ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। C_4 ਪੌਦੇ ਉੱਚ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਅਨੁਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੀ ਦਰ ਵੀ ਉੱਚੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਦ ਕਿ C_3 ਪੌਦਿਆਂ ਲਈ ਲੋੜੀਂਦਾ ਤਾਪਮਾਨ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਲਈ ਢੁੱਕਵਾਂ ਤਾਪਮਾਨ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਅਨੁਕੂਲਿਤ ਆਵਾਸ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਊਸ਼ਨ ਕਟਿਬੰਧੀ ਪੌਦਿਆਂ ਲਈ ਲੋੜੀਂਦਾ ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਚਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਮਸ਼ੀਤੋਸ਼ਣ ਜਲਵਾਯੂ (Temperate Climates) ਵਿੱਚ ਉੱਗਣ ਵਾਲੇ ਪੌਦਿਆਂ ਲਈ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਘੱਟ ਤਾਪਮਾਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

13.10.4 ਪਾਣੀ (Water)

ਭਾਵੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਇੱਕ ਮਹਤੱਵਪੂਰਨ ਪ੍ਰਤਿਕਿਰਿਆ ਅਭਿਕਾਰਕ ਹੈ। ਪਰ ਫਿਰ ਵੀ ਕਾਰਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪੂਰੇ ਪੌਦੇ ਤੇ ਪੈਂਦਾ ਹੈ, ਨਾ ਕਿ ਸਿੱਧੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਤੇ। ਜਲ ਤਣਾਓ (Water Stress) ਸਟੋਮੇਟਾ ਨੂੰ ਬੰਦ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ CO_2 ਦੀ ਉਪਲਬਧਤਾ ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਜਲ ਤਣਾਉ ਨਾਲ ਪੱਤੇ ਮੁਰਝਾ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਨਾਲ ਪੱਤੇ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਢਾਹੂ ਉਸਾਰੂ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵੀ ਘੱਟ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ।

ਸਾਰ (Summary)

ਪੌਦੇ ਆਪਣੇ ਭੋਜਨ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਰਾਹੀਂ ਆਪ ਤਿਆਰ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੌਰਾਨ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਉਪਲਬੱਧ CO_2 ਪੱਤਿਆਂ ਦੇ ਸਟੋਮੇਟਾ ਰਾਹੀਂ ਲਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕਾਰਬੋਹਾਈਡਰੇਟਸ ਮੁੱਖ ਤੌਰ ਤੇ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ (ਸ਼ੱਕਰ) ਅਤੇ ਸਟਾਰਚ ਬਣਾਉਣ ਵਿੱਚ ਵਰਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਪੌਦੇ ਦੇ ਹਰੇ ਭਾਗਾਂ ਮੁੱਖ ਤੌਰ ਤੇ ਪੱਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪੂਰਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪੱਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਜ਼ਿਆਦਾ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹੜੇ CO_2 ਦੇ ਯੋਗਿਕੀਕਰਨ (ਸਥਿਰੀਕਰਨ) (CO_2 Fixation) ਲਈ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆ ਲਈ ਝਿੱਲੀਆਂ ਉਹ ਸਥਾਨ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਜਿੱਥੇ ਕੀਮੋਸਿੰਥੇਟਿਕ ਪੱਥ ਸਟਰੋਮਾਂ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੇ ਦੋ ਪੜਾਅ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆ ਅਤੇ ਕਾਰਬਨ ਸਥਿਰੀਕਰਨ ਕਿਰਿਆ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਐਨਟੀਨਾ (Antenna) ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਵਰਣਕਾਂ ਰਾਹੀਂ ਸੋਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਰਿਆ ਕੇਂਦਰ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਕਲੋਰੋਫਿਲ a ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਭੇਜ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਦੋ ਫੋਟੋਸਿਸਟਮ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ) PSI ਅਤੇ PSII ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। PSI ਦੇ ਕਿਰਿਆ ਕੇਂਦਰ ਵਿੱਚ ਕਲੋਰੋਫਿਲ a P700 ਦੇ ਅਣੂ ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 700nm ਨੂੰ ਸੋਖਦੇ ਹਨ ਜਦਕਿ PSII ਵਿੱਚ ਇੱਕ P680 ਕਿਰਿਆ ਕੇਂਦਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ 680nm ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਸੋਖਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੋਖਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤੇਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ PS II ਤੇ PSI ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹੋਏ ਅੰਤ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਪੱਧਰ ਅੰਤਰ ਥਾਇਲਾਕੋਇਡ ਦੀ ਝਿੱਲੀ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ATP ਐਨਜ਼ਾਇਮ ਦੇ ਹਿੱਸੇ F_O ਤੋਂ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਦੀ ਗਤੀ ਕਾਰਨ ਇਹ ਪੱਧਰ ਅੰਤਰ ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ATP ਦੇ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਲਈ ਬਹੁਤ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਪਾਣੀ ਦੇ ਅਣੂ ਦਾ ਵਿਘਟਨ PSII ਦੇ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ O_2 ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਛੱਡੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ PSII ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਸਥਾਨਾਂਤਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਕਾਰਬਨ ਯੌਗਿਕੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਰੁਬਿਸਕੋ ਦੁਆਰਾ CO_2 ਇੱਕ 5 ਕਾਰਬਨ ਯੋਗਿਕ RuBP ਨਾਲ ਜੁੜ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ 3 ਕਾਰਬਨ PGA ਦੇ ਦੋ ਅਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ ਬਾਅਦ ਕੈਲਵਿਨ ਚੱਕਰ ਰਾਹੀਂ ਇਹ ਖੰਡ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ RuBP ਮੁੜ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੌਰਾਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆ ਦੁਆਰਾ ਸੰਸ਼ਲਿਸ਼ਟ ATP ਅਤੇ NADPH ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਹੀ C_3 ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਰਿਬਸਕੋ ਇੱਕ ਬੇਲੋੜੀ ਆਕਸੀਜਨੇਸ਼ਨ ਕਿਰਿਆ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਉਤਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਕੁੱਝ ਉਸ਼ਣ ਕਟਿਬੰਧੀ ਪੌਦੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਸਨੂੰ C_4 ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਮੀਜ਼ੋਫਿਲ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਪੂਰਨ ਹੋਣ ਵਾਲੇ CO_2 ਯੋਗਿਕੀਕਰਨ ਦੇ ਉਤਪਾਦ ਇੱਕ 4 ਕਾਰਬਨ ਯੋਗਿਕ ਹਨ। ਬੰਡਲ ਸ਼ੀਥ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਕੈਲਵਿਨ ਪੱਥ ਚਲਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਾਰਬੋਹਾਈਡਰੇਟ ਦਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ

1. ਇੱਕ ਪੌਦੇ ਨੂੰ ਬਾਹਰੋਂ ਵੇਖ ਕੇ ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਦੱਸ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕੀ ਉਹ C_3 ਹੈ ਜਾਂ C_4 ? ਕਿਵੇਂ ਅਤੇ ਕਿਉਂ ?
2. ਇੱਕ ਪੌਦੇ ਦੀ ਅੰਦਰੂਨੀ ਬਣਤਰ ਨੂੰ ਵੇਖ ਕੇ ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਦਸ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਉਹ C_3 ਹੈ ਜਾਂ C_4 ? ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ।
3. ਭਾਵੇਂ C_4 ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਸੈੱਲ ਜੈਵ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ-ਕੈਲਵਿਨ ਪੱਥ ਦਾ ਵਹਿਨ ਕਰਦੇ ਹਨ ਫਿਰ ਵੀ ਉਹ ਉੱਚ ਉਤਪਾਦਕਤਾ ਵਾਲੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਕੀ ਇਸ ਤੇ ਚਰਚਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਅਜਿਹਾ ਕਿਉਂ ਹੈ ?

4. ਰੁਬਿਸਕੋ (RuBisCO) ਇੱਕ ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਹੈ ਜਿਹੜਾ ਕਾਰਬੋਕਸੀਲੇਸ ਅਤੇ ਆਕਸੀਜਨੇਸ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੰਮ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਅਜਿਹਾ ਕਿਉਂ ਮੰਨਦੇ ਹੋ ਕੀ C_4 ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਰੁਬਿਸਕੋ ਵੱਧ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਕਾਰਬੋਕਸੀਲੇਸ਼ਣ ਕਰਦਾ ਹੈ ?
5. ਮੰਨ ਲਓ ਇੱਥੇ ਇੱਕ ਕਲੋਰੋਫਿਲ b ਦੀ ਉੱਚ ਸੰਘਣਤਾ ਵਾਲ਼ੇ ਪਰ ਕਲੋਰੋਫਿਲ a ਦੀ ਕਮੀ ਵਾਲੇ ਪੌਦੇ ਸਨ। ਕੀ ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਰਦੇ ਹੋਣਗੇ ? ਤਾਂ ਫਿਰ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਕਲੋਰੋਫਿਲ ਕਿਉਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਫਿਰ ਦੂਜੇ ਸਹਾਇਕ ਵਰਣਕਾਂ ਦੀ ਕੀ ਲੋੜ ਹੈ ?
6. ਜੇ ਪੱਤੇ ਨੂੰ ਹਨੇਰੇ ਵਿੱਚ ਰੱਖ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਉਸਦਾ ਰੰਗ ਤਰਤੀਬਵਾਰ ਪੀਲਾ ਜਾਂ ਹਰਾ ਪੀਲਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ? ਤੁਹਾਡੀ ਸਮਝ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਹੜੇ ਵਰਣਕ ਵੱਧ ਸਥਾਈ ਹਨ ?
7. ਇੱਕ ਹੀ ਪੌਦੇ ਦੇ ਪੱਤੇ ਦਾ ਛਾਂ ਵਾਲਾ (ਉਲਟਾ) ਭਾਗ ਵੇਖੋ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਚਮਕ ਵਾਲੇ (ਸਿੱਧੇ) ਭਾਗ ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰੋ ਜਾਂ ਗਮਲੇ ਵਿੱਚ ਲੱਗੇ ਧੁੱਪ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਹੋਏ ਅਤੇ ਛਾਂ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਹੋਏ ਪੌਦਿਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰੋ। ਕਿਹੜਾ ਗੂੜੇ ਰੰਗ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਉਂ ?
8. ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੀ ਦਰ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਕੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪੈਂਦਾ ਹੈ ? (ਚਿੱਤਰ 13.10)। ਗ੍ਰਾਫ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ।
   (ੳ) ਵੱਕਰ (Curve) ਦੇ ਕਿਸ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ(ੳ, ਅ, ਜਾਂ ੲ) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇੱਕ ਸੀਮਾਕਾਰੀ ਕਾਰਕ ਹੈ ?
   (ਅ) ੳ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸੀਮਾਕਾਰੀ ਕਾਰਕ ਕਿਹੜੇ ਹਨ ?
   (ੲ) ਵੱਕਰ ਵਿੱਚ ੲ ਅਤੇ ਸ ਕੀ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ?
9. ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰੋ
   (ੳ) C_3 ਅਤੇ C_4 ਪੱਥ
   (ਅ) ਚੱਕਰੀ ਅਤੇ ਅਚੱਕਰੀ ਫੋਟੋਫਾਸਫੋਰੀਲੇਸ਼ਣ
   (ੲ) C_3 ਅਤੇ C_4 ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਪੱਤਿਆਂ ਦੀ ਅੰਦਰੂਨੀ ਬਣਤਰ

ਅਧਿਆਇ—14

ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ

RESPIRATION IN PLANTS

14.1 ਕੀ ਪੌਦੇ ਸਾਹ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ?

(Do plants Respire ?)

14.2 ਗਲਾਈਕੋਲਾਈਸਿਸ

Glycolysis

14.3 ਖਮੀਰਣ

Fermentation

14.4 ਆਕਸੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ

Aerobic Respiration

14.5 ਸਾਹ ਸੰਤੁਲਨ ਚਾਰਟ

The respiratory Balance Sheet

14.6 ਐਮਫੀਬੋਲਿਕ ਪੱਥ।

Amphibolic Pathway

14.7 ਸਾਹ ਗੁਣਾਂਕ

Respiration Quotient

ਅਸੀਂ ਸਾਰੇ ਜਿੰਦਾਂ ਰਹਿਣ ਲਈ ਸਾਹ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ, ਪਰ ਜੀਵਨ ਲਈ ਸਾਹ ਏਨਾ ਜਰੂਰੀ ਕਿਉਂ ਹੈ? ਜਦ ਅਸੀਂ ਸਾਹ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਕੀ ਸਾਰੇ ਸਜੀਵ, ਭਾਵੇਂ ਪੌਦੇ ਹੋਣ ਜਾਂ ਸੂਖ਼ਮਜੀਵ ਸਾਹ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ? ਜੇ ਅਜਿਹਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿਵੇਂ ?

ਸਾਰੇ ਸਜੀਵਾਂ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਰੋਜ਼ਾਨਾ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ ਸੋਖਣ (Absorption), ਪਰਿਵਹਨ (Transport), ਗਤੀ (Movement), ਪ੍ਰਜਣਨ (Reproduction) ਵਰਗੇ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਲਈ ਇਥੋਂ ਤੱਕ ਕੇ ਸਾਹ ਲੈਣ ਲਈ ਵੀ ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਸਾਰੀ ਊਰਜਾ ਕਿਥੋਂ ਆਂਦੀ ਹੈ ? ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਊਰਜਾ ਲਈ ਅਸੀਂ ਭੋਜਨ ਖਾਂਦੇ ਹਾਂ, ਪਰ ਇਹ ਊਰਜਾ ਭੋਜਨ ਤੋਂ ਕਿਵੇਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ? ਇਹ ਊਰਜਾ ਕਿਵੇਂ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਆਂਉਦੀ ਹੈ ? ਕੀ ਸਾਰੀਆਂ ਕਿਸਮਾਂ ਦੇ ਭੋਜਨ ਪਦਾਰਥਾਂ ਤੋਂ ਬਰਾਬਰ ਕਿਸਮ ਦੀ ਊਰਜਾ ਮਿਲਦੀ ਹੈ ? ਕੀ ਪੌਦੇ ਭੋਜਨ ਕਰਦੇ ਹਨ ? ਪੌਦੇ ਇਹ ਊਰਜਾ ਕਿਥੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਸੂਖ਼ਮਜੀਵ ਕਿਹੜੇ ਭੋਜਨ ਤੋਂ ਇਹ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ?

ਉੱਪਰ ਪੁਛੇ ਗਏ ਬਹੁਤੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ 'ਚ ਤੁਹਾਨੂੰ ਇਹ ਹੈਰਾਨੀ ਹੋਵੇਗੀ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਮੇਲ਼ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਪਰ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਸਾਹ ਲੈਣ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਅਤੇ ਭੋਜਨ ਪਦਾਰਥਾਂ ਤੋਂ ਮੁਕਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਊਰਜਾ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ ਸਮਾਨਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਸਮਝਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰੀਏ ਕਿ ਇਹ ਕਿਵੇਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਜੈਵ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਲਈ ਲੋੜੀਂਦੀ ਸਾਰੀ ਊਰਜਾ ਕੁੱਝ ਵੱਡੇ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਆਕਸੀਕਰਣ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਭੋਜਨ ਪਦਾਰਥ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਕੇਵਲ ਹਰੇ ਪੌਦੇ ਜਾਂ ਨੀਲੇ ਹਰੇ ਬੈਕਟੀਰੀਆ ਆਪਣਾ ਭੋਜਨ ਆਪ ਬਣਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਿਰਿਆ ਰਾਹੀਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਰਸਾਇਣਿਕ ਊਰਜਾ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਕੇ ਕਾਰਬੋਹਾਈਡ੍ਰੇਟ ਗਲੂਕੋਜ਼, ਸੁਕਰੋਜ਼ ਅਤੇ ਸਟਾਰਚ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਯਾਦ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਹਰੇ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਸਾਰੇ ਸੈੱਲਾਂ, ਟਿਸ਼ੂਆਂ, ਅੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਿਰਿਆ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ, ਕੇਵਲ ਉਹ ਸੈੱਲ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਹ ਹੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ ਹਰੇ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਸਾਰੇ ਅੰਗ, ਟਿਸ਼ੂ ਜਾਂ ਸੈੱਲ ਹਰੇ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਵਿਚ ਆਕਸੀਕਰਣ ਲਈ ਭੋਜਨ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਲਈ ਭੋਜਨ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਗੈਰ ਹਰੇ (Non Green) ਭਾਗਾਂ ਵਿਚ ਪਰਿਵਹਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੰਤੂ ਪਰਪੋਸ਼ੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਉਹ ਆਪਣਾ ਭੋਜਨ ਪੌਦਿਆਂ ਤੋਂ ਸਿੱਧੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ (ਸ਼ਾਕਾਹਾਰੀ) ਜਾਂ ਅਸਿੱਧੇ ਰੂਪ (ਮਾਸਾਹਾਰੀ) ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਮਿਤ੍ਰ ਜੀਵੀ ਜਿਵੇਂ ਉੱਲੀ, ਮਰੇ

ਹੋਏ ਜਾਂ ਗਲ਼ੇ ਸੜੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਜਾਣ ਲੈਣਾ ਬਹੁਤ ਹੀ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਹੈ ਕਿ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ ਸਾਹ ਲਈ ਲੋੜੀਂਦੇ ਭੋਜਨ ਪਦਾਰਥ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਰਾਹੀਂ ਹੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਸੈੱਲਮਈ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ (Cellular Respiration) ਜਾਂ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਭੋਜਨ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਟੁੱਟਣ ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲ਼ੀ ਊਰਜਾ ਦੀ ਕਾਰਜ ਵਿਧੀ ਅਤੇ ATP ਦੇ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਨੂੰ ਸਮਝਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਬਿਨਾਂ ਸ਼ੱਕ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ ਵਿੱਚ ਸੰਪੂਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਯੂਕੈਰੀਓਟ (Eukaryots ਵਿੱਚ), ਜਦਕਿ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਗੁੰਝਲ਼ਦਾਰ (Complex) ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਵਿਘਟਨ ਸੈੱਲ ਦ੍ਰਵ ਅਤੇ ਮਾਈਟੋਕੌਂਡਰੀਆ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਉਹ ਵੀ ਕੇਵਲ ਯੁਕੇਰਿਉਟ ਵਿੱਚ) ਜਦਕਿ ਸੈਲਾਂ ਵਿੱਚ ਗੁੰਝਲ਼ਦਾਰ (Complex) ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਕਾਰਬਨ-ਕਾਰਬਨ (C-C) ਬੰਧਨ ਦੇ ਆਕਸੀਕਰਣ ਹੋਣ ਤੇ ਕਾਫੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮੁਕਤ ਹੋਣਾ ਸਾਹ ਲੈਣਾ (Respiration) ਕਹਿਲਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਜਿਸ ਯੌਗਿਕ ਦਾ ਆਕਸੀਕਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਸ ਨੂੰ ਸਾਹ ਆਧਾਰ (Respiratory Substrate) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਕਾਰਬੋਹਾਈਡ੍ਰੇਟਸ ਦੇ ਆਕਸੀਕਰਣ ਤੋਂ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪਰ ਕੁਝ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਹਾਲਤਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟੀਨ, ਚਰਬੀ ਅਤੇ ਇੱਥੋਂ ਤਕ ਕੇ ਕਾਰਬਨਿਕ ਅਮਲ ਵੀ ਸਾਹ ਆਧਾਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਆ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਅੰਦਰ ਆਕਸੀਕਰਣ ਦੌਰਾਨ ਸਾਹ ਆਧਾਰ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਸਾਰੀ ਊਰਜਾ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਇੱਕੋ ਵਾਰ ਮੁਕਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਐਨਜ਼ਾਇਮ ਦੁਆਰਾ ਨਿਅੰਤਰਿਤ ਪੜਾਅ-ਦਰ-ਪੜਾਅ ਧੀਮੀਆਂ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਹੜੀ ਰਸਾਇਣਿਕ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਥੇ ਇਹ ਸਮਝ ਲੈਣਾ ਜਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਸਾਹ ਦੌਰਾਨ ਆਕਸੀਕਰਣ ਦੁਆਰਾ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀ ਊਰਜਾ ਸਿੱਧੀ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਆਂਦੀ (ਜਾਂ ਨਹੀਂ ਵੀ ਆ ਸਕਦੀ) ਪਰ ਇਹ ATP ਦੇ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਊਰਜਾ ਦੀ ਜਦ ਵੀ ਜਿਥੇ ਵੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਹ ਟੁੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰਾਂ ATP ਸੈੱਲਾਂ ਲਈ ਊਰਜਾ ਕਰਮੀ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦੇ ਹਨ। ATP ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਊਰਜਾ ਜੀਵ-ਧਾਰੀਆਂ ਦੀਆਂ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਊਰਜਾ ਲੋੜੀਦੀਆਂ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਆਂਦੀ ਹੈ। ਸਾਹ ਦੌਰਾਨ ਨਿਰਮਤ ਕਾਰਬਨਿਕ ਪਦਾਰਥ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਦੂਜੇ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਲਈ ਅਗੇਤਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੰਮ ਆਂਦੇ ਹਨ।

14.1 ਕੀ ਪੌਦੇ ਸਾਹ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ? —(Do Plants Respire ?)

ਇਸ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਦਾ ਕੋਈ ਸਿੱਧਾ ਉਤਰ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਹਾਂ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸਾਹ ਲੈਣ ਲਈ ਆਕਸੀਜਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਉਹ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ (CO_2) ਵੀ ਛਡਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਕਾਰਣ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਅਜਿਹੀ ਵਿਵਸਥਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਆਕਸੀਜਨ (O_2) ਦੀ ਉਪਲਬੱਧਤਾ (ਪੂਰਤੀ) ਨਿਸਚਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਜੰਤੂਆਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗੈਸਾਂ ਦੀ ਅਦਲਾ-ਬਦਲੀ ਲਈ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਅੰਗ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ, ਪਰ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇਸ ਉਦੇਸ਼ ਲਈ ਛੇਦ ਜਾਂ ਸਟੋਮਾਟਾ (Stomata) ਅਤੇ ਲੈਂਟੀਸੈੱਲ (Lenticel) ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪੌਦੇ ਬਿਨਾਂ ਸਾਹ ਅੰਗਾਂ ਦੇ ਕਿਵੇਂ ਸਾਹ ਲੈਂਦੇ ਹਨ, ਇਸਦੇ ਕਈ ਕਾਰਣ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਪਹਿਲਾ ਕਾਰਣ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਪੌਦਿਆਂ ਦਾ ਹਰ ਭਾਗ ਗੈਸੀ ਅਦਲਾ-ਬਦਲੀ ਦੀ ਲੋੜ ਦਾ ਧਿਆਨ ਰੱਖਦਾ ਹੈ। ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਇੱਕ ਭਾਗ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਭਾਗ ਤਕ ਗੈਸਾਂ ਦਾ ਪਰਿਵਹਨ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਦੂਜਾ ਕਾਰਣ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਗੈਸਾਂ ਦੀ ਅਦਲਾ-ਬਦਲੀ ਦੀ ਬਹੁਤੀ ਮੰਗ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਜੜ੍ਹ, ਤਨਾਂ ਤੇ ਪੱਤੇ ਵਿੱਚ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਜੰਤੂਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬੜੀ ਧੀਮੀ ਦਰ ਨਾਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕੇਵਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੌਰਾਨ ਗੈਸਾਂ ਦੀ ਵੱਧ ਅਦਲਾ-ਬਦਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸਾਰੇ ਪੱਤੇ ਪੂਰਣ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਨੁਕੂਲਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਕਿ ਇਸ ਸਮੇਂ ਦੌਰਾਨ ਆਪਣੀ ਲੋੜ ਦਾ ਧਿਆਨ ਰੱਖਦੇ ਹਨ। ਜਦ ਸੈੱਲ ਸਾਹ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਆਕਸੀਜਨ ਦੀ ਉਪਲਬੱਧਤਾ ਦੀ ਕੋਈ ਘਾਟ ਨਹੀਂ ਆਂਦੀ ਕਿਉਂਕਿ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਸਲੇਸ਼ਣ ਦੌਰਾਨ ਆਕਸੀਜਨ ਨਿਕਲਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ। ਤੀਜਾ ਕਾਰਣ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਵੱਡੇ ਭਾਰੀ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਗੈਸਾਂ ਬਹੁਤੀ ਦੂਰੀ ਤਕ ਬਿਸਰਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਹਰ ਸਜੀਵ ਸੈੱਲ ਪੌਦਿਆਂ ਦੀ

ਸਤਹਿ ਦੇ ਬਿਲਕੁਲ ਨੇੜੇ ਸਥਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪੱਤੇ ਲਈ ਕਥਨ ਸੱਚਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਪੁਛ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਮੋਟੇ ਲਕੜੀ ਵਾਲੇ ਤਨੇ ਅਤੇ ਜੜ੍ਹ ਲਈ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਤਨੇ ਵਿੱਚ ਸਜੀਵ ਸੈੱਲ, ਛਿਲ ਦੇ ਹੇਠਾਂ ਪਤਲੀ ਸਤਹਿ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਛਿਦਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਲੈਂਟੀਸੈਲ (Lenticel) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅੰਦਰ ਦੇ ਸੈੱਲ ਮ੍ਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਯੰਤਰਿਕ ਸਹਾਇਤਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਸਤਹਿ ਹਵਾ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਪੇਰੇਨਕਾਇਮਾ (Parenchyma) ਸੈੱਲਾਂ ਰਾਹੀਂ ਇਸ ਕਾਰਜ ਨੂੰ ਅੱਗੇ ਵਧਾਉਂਦੇ ਹਨ ਜਿਹੜਾ ਕਿ ਹਵਾਧਾਨੀਆਂ (Gas Air Spaces) ਰਾਹੀਂ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਜੁੜੀਆਂ ਹੋਈਆਂ ਜਾਲ ਰੂਪੀ ਰਚਨਾਵਾਂ ਕਾਰਣ ਸੰਭਵ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਦੇ ਪੂਰਣ ਦਹਿਨ ਪਿਛੋਂ ਅੰਤਿਮ ਉਤਪਾਦ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਅਕਸਾਈਡ (CO_2) ਅਤੇ ਪਾਣੀ (H_2O) ਦੇ ਨਾਲ ਊਰਜਾ ਨਿਕਲਦੀ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਵੱਡਾ ਭਾਗ ਤਾਪ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਿਕਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਇਹ ਊਰਜਾ ਸੈੱਲਾਂ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸਦੀ ਵਰਤੋਂ ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਦੂਜੇ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਵਿੱਚ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ।

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{ਊਰਜਾ}$$

ਪੌਦੇ ਸੈੱਲ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਭੋਜਨ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਅਣੂ ਦੀ ਢਾਹੁ-ਕਿਰਿਆ (Catabolism) ਨਾਲ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀ ਸੰਪੂਰਨ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਗਰਮੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਾ ਨਿਕਲੇ। ਮੁੱਖ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਦਾ ਆਕਸੀਕਰਣ ਇਕ ਪੜਾਅ ਵਿੱਚ ਨਾ ਹੋ ਕੇ ਛੋਟੇ-ਛੋਟੇ ਅਨੇਕਾਂ ਪੜਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਪੜਾਅ ਇਨੇ ਵੱਡੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀ ਬਹੁਤੀ ਊਰਜਾ ATP ਦੇ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਵਿੱਚ ਵਰਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਕਿਵੇਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਹ ਹੀ ਸਾਹ ਦਾ ਇਤਿਹਾਸ ਹੈ ਸਾਹ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿਧੀ ਦੌਰਾਨ ਆਕਸੀਜਨ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ, ਪਾਣੀ ਤੇ ਊਰਜਾ ਉਤਪਾਦ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਿਕਲਦੇ ਹਨ। ਜਲਣ ਕਿਰਿਆ ਲਈ ਆਕਸੀਜਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਰ ਕੁੱਝ ਸੈੱਲ ਆਕਸੀਜਨ ਦੀ ਹੋਂਦ ਅਤੇ ਅਣਹੋਂਦ ਵਿੱਚ ਵੀ ਜੀਵਤ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਅਜਿਹੀਆਂ ਹਾਲਤਾ ਬਾਰੇ (ਅਤੇ ਜੀਵਾਂ ਬਾਰੇ) ਸੋਚ ਸਕਦੇ ਹੋ ਜਿੱਥੇ ਆਕਸੀਜਨ ਉਪਲਬਧ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ? ਵਿਸ਼ਵਾਸ ਕਰਨ ਲਈ ਕਈ ਕਾਰਣ ਹਨ ਕਿ ਪਹਿਲਾ ਸੈੱਲ ਇਸ ਗ੍ਰਹਿ ਤੇ ਅਜਿਹੇ ਵਾਤਾਵਰਣ ਵਿੱਚ ਮਿਲਿਆ ਸੀ ਜਿਥੇ ਆਕਸੀਜਨ ਉਪਲਬਧ ਨਹੀਂ ਸੀ। ਅੱਜ ਵੀ ਉਪਲਬਧ ਸਜੀਵਾਂ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਅਣਆਕਸੀ (ਆਕਸੀਜਨ ਰਹਿਤ) ਵਾਤਾਵਰਣ ਪ੍ਰਤੀ ਆਪਣੇ ਆਪ ਨੂੰ ਅਨੁਕੂਲਿਤ ਕਰ ਚੁੱਕੇ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕੁੱਝ ਵਿਕਲਪੀ ਅਣਆਕਸੀ ਹਨ ਜਦਕਿ ਕੁੱਝ ਲਈ ਅਣ ਆਕਸੀ ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਲੋੜ ਬਿਨਾਂ ਵਿਕਲਪ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਹਰ ਹਾਲਤ ਵਿੱਚ ਸਾਰੇ ਜੀਵਾਂ ਵਿੱਚ ਐਂਨਜ਼ਾਇਮ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਨੂੰ ਬਿਨਾਂ ਆਕਸੀਜਨ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਤੋਂ ਅੰਸ਼ਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਦਾ ਪਾਈਰੁਵਿਕ ਅਮਲ ਵਿਚ ਟੁੱਟਣਾਂ ਗਲਾਈਕੋਲਾਇਸਿਸ (Glycolysis) ਕਹਲਾਉਂਦਾ ਹੈ।

14.2 ਗਲਾਈਕੋਲਾਇਸਿਸ (Glycolysis)

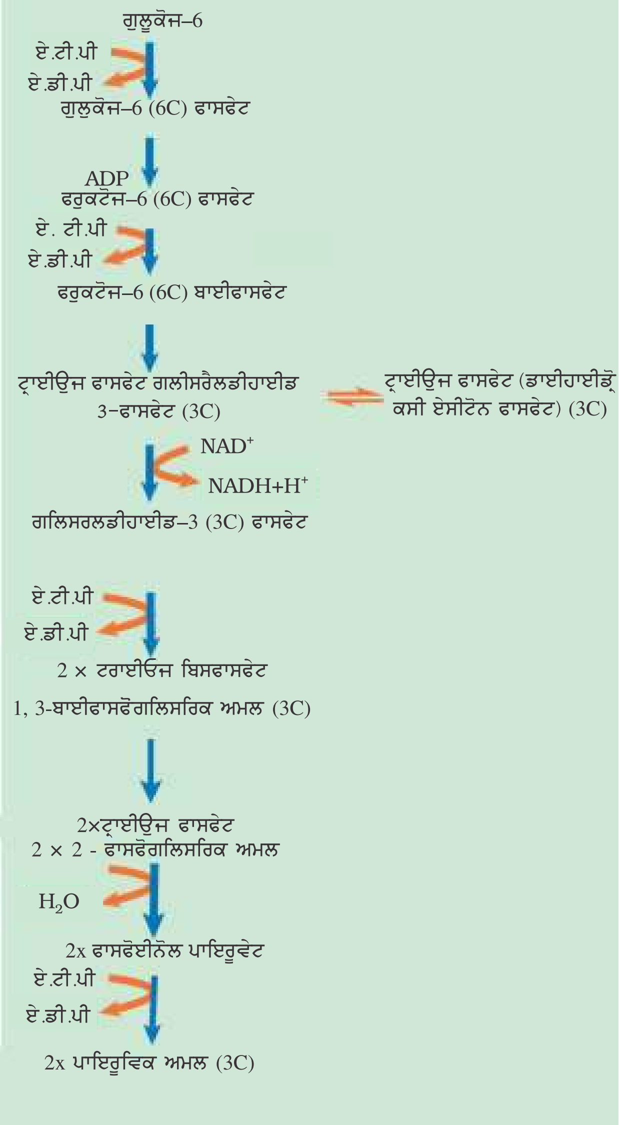
ਗਲਾਈਕੋਲਾਇਸਸ ਸ਼ਬਦ ਦੀ ਉਤਪਤੀ ਗ੍ਰੀਕ ਸ਼ਬਦ ਗਲਾਈਕੋਸ (Glycose) ਭਾਵ ਖੰਡ ਅਤੇ ਲਾਈਸਿਸ ਭਾਵ ਟੁੱਟਣਾਂ ਤੋਂ ਹੋਈ ਹੈ। ਗਲਾਈਕੋਲਾਇਸਿਸ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਗੁਸਟਾਵ, ਇਮਬੈਡਨ, ਓਟੋ ਮੇਅਰ ਹੌਫ ਅਤੇ ਜੇ ਪਾਰਨਸ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ (EMP Pathway) (ਈ.ਐਮ.ਪੀ.ਪੱਥ) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅਣਆਕਸੀ ਜੀਵਾਂ ਵਿੱਚ ਸਾਹ ਹੀ ਕੇਵਲ ਅਜਿਹੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ। ਗਲਾਈਕੋਲਾਈਸਿਸ ਸੈੱਲ ਦ੍ਰਵ ਵਿਚ ਸੰਪਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਾਰੇ ਸਜੀਵਾਂ ਵਿੱਚ ਵਾਪਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਅੰਸ਼ਕ ਆਕਸੀਕਰਣ ਰਾਹੀਂ ਪਾਈਰੁਵਿਕ ਅਮਲ ਦੇ ਦੋ ਅਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਗੁਲੂਕੋਜ ਸੂਕਰੋਜ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ

ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸ਼ਲਿਸ਼ਤ ਕਾਰਬਨ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦਾ ਅੰਤਮ ਉਤੱਪਾਦ ਹੈ ਜਾਂ ਜਮ੍ਹਾਂ ਕੀਤੇ ਕਾਰਬੋਹਾਈਡ੍ਰੇਟਸ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੂਕਰੋਜ ਇਨਵਰਟੇਸ ਨਾਂ ਦੇ ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਅਤੇ ਫਰਕਟੋਜ਼ ਵਿੱਚ ਪਰਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਹ ਦੋਵੇਂ ਮੋਨੋਸੈਕਰਾਈਡਜ਼ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਗਲਾਈਕੋਲਿਟਿਕ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਅਤੇ ਫਰਕਟੋਜ਼, ਹੈਲਮੋਕਾਈਨੇਜ ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਰਾਹੀਂ ਫਾਸਫੋਰੀਕ੍ਰਿਤ ਹੋ ਕੇ ਗੁਲੂਕੋਜ਼-6 ਫਾਸਫੇਟ ਬਣਾਂਦੇ ਹਨ। ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਦਾ ਫਾਸਫੀਕ੍ਰਿਤ ਰੂਪ ਆਈਸੋਮੈਰੀਜ਼ਮ (Isomerism) ਰਾਹੀਂ ਫਰਕਟੋਜ਼-6 ਫਾਸ਼ਫੇਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਅਤੇ ਫਰਕੋਟਜ ਦੀ ਢਾਹੂ-ਉਸਾਰੂ ਕਿਰਿਆ ਤੋਂ ਬਾਦ ਦੇ ਕ੍ਰਮ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਗਲਾਈਕੋਲੇਸਿਸ ਦੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਪੜਾਅ ਚਿੱਤਰ (14.1) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ। ਗਲਾਈਕੋਲਾਇਸਿਸ ਦੀਆਂ ਦਸ ਲੜੀਵਾਰ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨ ਐਨਜਾਈਮ ਰਾਹੀਂ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਤੋਂ ਪਾਇਰੂਵੇਟ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਗਲਾਈਕੋਲਿਸਸ ਦੇ ਭਿੰਨ ਪੜਾਅ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਦੌਰਾਨ ਉਨ੍ਹਾਂ ਪੜਾਵਾਂ ਉੱਤੇ ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਏ.ਟੀ.ਪੀ. ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਏ.ਟੀ.ਪੀ. ਊਰਜਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ (ਇਸ ਮਾਮਲੇ ਵਿੱਚ ਜਾਂ ($NADH+H^+$) ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਏ ਟੀ ਪੀ. ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਦੋਂ ਪੜਾਆਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪਹਿਲੇ ਪੜਾਅ ਵਿੱਚ ਜਦ ਗੁਲੂਕੋਜ਼-6 ਫਾਸਫੇਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਜੇ ਪੜਾਅ ਵਿੱਚ ਫਰੁਕਟੋਜ਼ ਫਾਸਫੇਟ ਦਾ ਫਰੁਕਟੋਜ਼ 1, 6 ਬਿਸ ਫਾਸਫੇਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਫਰੁਕਟੋਜ਼ 1, 6 ਬਿਸਫਾਸਫੇਟ ਟੁੱਟ ਕੇ ਡਾਈਹਾਈਡਰਾਕਸੀ ਐਸੀਟੋਨ ਫਾਸਫੇਟ ਅਤੇ 3- ਫਾਸਫੋਗਲਿਸਰੈਲਡੀਹਾਈਡ (ਪੀ.ਜੀ.ਏ. ਐਲ) ਬਣਦਾ ਹੈ। ਜਦ 3- ਬਾਈਫਾਸਫੋਗਲਿਸਰੈਲਡੀਹਾਈਡ (ਪੀ.ਜੀ.ਏ.ਐਲ.) 1, 3 ਬਾਈਫਾਸਫੋਗਲਿਸਰੇਟ (ਬੀ.ਪੀ.ਜੀ.ਏ.) ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ NAD^+ ਤੋਂ $NADH + H^+$ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪੀ. ਜੀ. ਏ. ਐਲ ਤੋਂ ਦੋ ਸਮਾਨ ਢਾਹੂ-ਉਸਾਰੂ ਕਿਰਿਆ (ਰਿਡਾਕਸ) ਦੋ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਵੱਖ ਹੋ ਕੇ NAD^+ ਦੇ ਇੱਕ ਅਣੂ ਵੱਲ ਸਥਾਨੰਤਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪੀ.ਜੀ.ਏ.ਐਲ. ਆਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਹੋ ਕੇ ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਫਾਸਫੇਟ ਨਾਲ ਮਿਲ ਕੇ ਬੀ.ਪੀ.ਜੀ.ਏ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਬੀ.ਪੀ.ਜੀ.ਏ. ਦਾ 3-ਫਾਸਫੋਗਲਿਸਰਿਕ ਅਮਲ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਊਰਜਾ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਊਰਜਾ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਏ.ਟੀ.ਪੀ. (ATP) ਨਿਰਮਾਣ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪੀ.ਈ.ਪੀ. (PEP) ਦੇ ਪਾਇਰੂਵਿਕ ਅਮਲ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੌਰਾਨ ਵੀ ਏ.ਟੀ.ਪੀ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਗਣਨਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਇੱਕ ਅਣੂ ਤੋਂ ਕਿੰਨੇ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ?



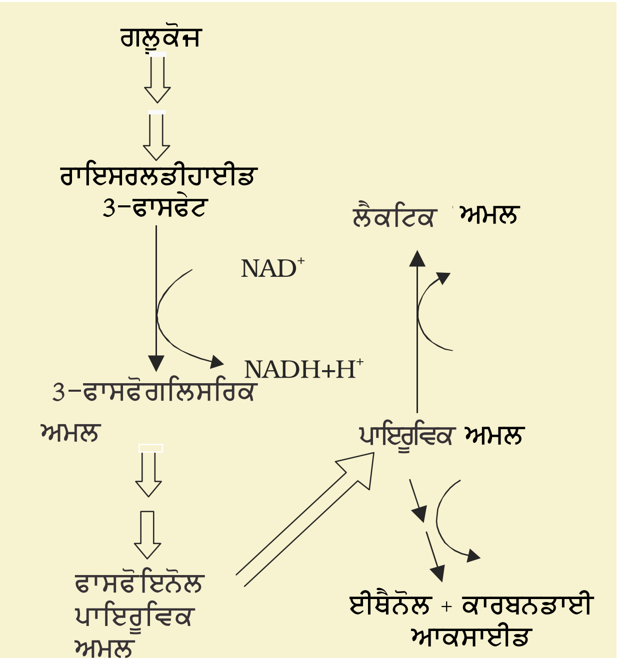
ਚਿੱਤਰ 14.1 ਗਲਾਈਕੋਲਾਇਸਿਸ ਦੇ ਪੜਾਅ

ਪਾਇਰੂਵਿਕ ਅਮਲ ਗਲਾਈਕੋਲਾਇਸਿਸ ਦਾ ਮੁੱਖ ਉਤਪਾਦ ਹੈ। ਪਾਇਰੂਵੇਟ ਦਾ ਢਾਹੂ-ਉਸਾਰੂ ਭਵਿੱਖ ਕੀ ਹੈ ? ਇਹ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਲੋੜ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਇੱਥੇ ਤਿੰਨ ਮੁੱਖ ਤਰੀਕੇ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਰਾਹੀਂ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਸੈੱਲ ਗਲਾਈਕੋਲਇਸਿਸ ਰਾਹੀਂ ਉਤਪੰਨ ਪਾਇਰੂਵਿਕ ਅਮਲ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਲੈਕਟਿਕ ਅਮਲ ਖਮੀਰਣ, ਅਲਕੋਹੋਲਿਕ ਖਮੀਰਣ ਅਤੇ ਆਕਸੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਹਨ। ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਪ੍ਰੋਕੈਰੀਓਟ ਅਤੇ ਇੱਕ ਸੈੱਲੀ ਯੂਕੈਰੀਓਟ ਵਿੱਚ ਖਮੀਰਣ ਅਣ ਆਕਸੀ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਦੇ ਪੂਰਣ ਆਕਸੀਕਰਣ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਬਣਨ ਲਈ ਸਜੀਵਾਂ ਵਿੱਚ ਕਰੈਬ ਚੱਕਰ ਰਾਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਆਕਸੀ-ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਜਾ ਸਾਹ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਆਕਸੀਜਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

14.3 ਖਮੀਰਣ (Fermentation)

ਖਮੀਰਣ ਕਿਰਿਆ ਦੌਰਾਨ ਖਮੀਰ (Yeast) ਦੁਆਰਾ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਦਾ ਅਣਆਕਸੀ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ਆਕਸੀਕਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪੜਾਵਾਂ ਦੌਰਾਨ ਪਾਇਰੂਵਿਕ ਅਮਲ, ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ ਗੈਸ ਅਤੇ ਈਥੇਨੌਲ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਪਾਇਰੂਵਿਕ ਅਮਲ, ਡੀਕਾਰਬੋਕਸੀਲੇਜ ਅਤੇ ਅਲਕੋਹਲ ਡੀਹਾਈਡਰੋਜੀਨੇਸ ਇਸ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਉਤਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਦੂਜੇ ਜੀਵ ਜਿਵੇਂ ਕੁੱਝ ਬੈਕਟੀਰੀਆ ਪਾਇਰੂਵਿਕ ਅਮਲ ਤੋਂ ਲੈਕਟਿਕ ਅਮਲ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪੜਾਅ ਚਿੱਤਰ 14.2 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ। ਜੰਤੂਆਂ ਦੇ ਮਾਸਪੇਸ਼ੀ ਸੈੱਲਾਂ ਨੂੰ ਸਰੀਰਿਕ ਕਸਰਤ ਦੌਰਾਨ ਜਦ ਸਾਹ ਲਈ ਆਕਸੀਜਨ ਘੱਟ ਮਿਲਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਪਾਇਰੂਵਿਕ ਅਮਲ ਲੈਕਟੇਟ ਡੀਹਾਈਡਰੋਜੀਨੇਸ ਐਨਜਾਇਮ ਰਾਹੀਂ ਲੈਕਟਿਕ ਅਮਲ ਵਿੱਚ ਲਘੁਕ੍ਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਲਘੁਕਾਰੀ $NADH + H^+$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਮੁੜ ਦੋਵਾਂ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ NAD^+ ਵਿੱਚ ਆਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਲੈਕਟਿਕ ਅਮਲ ਅਤੇ ਅਲਕੋਹਲ ਦੋਵਾਂ ਵਿੱਚ ਖਮੀਰਣ ਕਿਰਿਆ ਰਾਹੀਂ ਲੋੜੀਂਦੀ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਤੋਂ 7 ਪ੍ਰਤੀਸ਼ਤ ਤੋਂ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਪੂਰਣ ਊਰਜਾ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਉੱਚ ਊਰਜਾ ਬੰਧਨ ਵਾਲ਼ੇ ATP ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਵਿੱਚ ਨਹੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਮਲ ਅਤੇ ਅਲਕੋਹਲ ਬਣਨ ਵਾਲੀ ਉਤਪਾਦ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਖਤਰਨਾਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਦੇ ਇੱਕ ਅਣੂ ਤੋਂ ਖਮੀਰਣ ਤੋਂ ਬਾਦ ਅਲਕੋਹਲ ਜਾਂ ਲੈਕਟਿਕ ਅਮਲ ਬਣਨ ਦੇ ਦੌਰਾਨ ਕਿੰਨੇ ਸ਼ੁੱਧ ਏ.ਟੀ.ਪੀ. ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਗਲਾਈਕੋਲਾਇਸਿਸ ਦੌਰਾਨ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਆਣ ਵਾਲੀ ਏ.ਟੀ.ਪੀ (ATP) ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਘਟਾਕੇ ਗਿਣਤੀ ਕਰੋ ਕਿ ਕਿੰਨੇ ਏ.ਟੀ.ਪੀ. ਦਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ? ਜਦ ਅਲਕੋਹਲ ਦੀ ਮਾਤਰਾ 13 ਪ੍ਰਤੀਸ਼ਤ ਜਾਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਖਮੀਰ ਲਈ ਇਹ ਮੌਤ ਦਾ ਕਾਰਣ ਬਣਦੀ ਹੈ। ਕੁਦਰਤੀ ਖਮੀਰਤ ਪੇਯ (Fermented Drinks) ਵਿੱਚ ਅਲਕੋਹਲ ਦੀ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਸੰਘਣਤਾ ਕਿੰਨੀ ਹੋਵੇਗੀ ? ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਸੋਚ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਨਸ਼ੀਲੇ ਪੇਯ (ਸ਼ਰਾਬ) ਵਿੱਚ ਅਲਕੋਹਲ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਇਸ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਸੰਘਣਤਾ ਤੋਂ ਵੱਧ ਕਿਵੇਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ?



ਚਿੱਤਰ 14.2 ਸਾਹਕਿਰਿਆ ਦਾ ਪੱਥ

ਉਹ ਕਿਹੜੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਰਾਹੀਂ ਜੀਵਾਂ ਵਿੱਚ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਦਾ ਪੂਰਣ ਆਕਸੀਕਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦੌਰਾਨ ਮੁਕਤ ਊਰਜਾ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀਆਂ ਢਾਹੂ-ਉਸਾਰੂ ਲੋੜਾਂ ਅਨੁਸਾਰ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ

ਏ.ਟੀ.ਪੀ. (ATP) ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਰਦੀ ਹੈ ? ਯੂਕੈਰੀਓਟ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸਾਰੇ ਪੜਾਅ ਮਾਈਟੋਕੌਂਡਰੀਆ ਵਿੱਚ ਸੰਪਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਲਈ ਆਕਸੀਜਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਆਕਸੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਉਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਰਾਹੀਂ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਆਕਸੀਜਨ ਦੀ ਹੋਂਦ ਵਿੱਚ ਆਕਸੀਕਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸ ਤੋਂ ਬਾਦ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ, ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਉਰਜਾ ਨਿਕਲਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਉੱਚ ਕੋਟੀ ਦੇ ਜੀਵਾਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਕਿਰਿਆ ਬਾਰੇ ਅਗਲੇ ਖੰਡ ਵਿੱਚ ਪੜ੍ਹੋਗੇ।

14.4 ਆਕਸੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ (Aerobic Respiration)

ਮਾਈਟੋਕੌਂਡਰੀਆ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਆਕਸੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਦੌਰਾਨ ਗਲਾਈਕੋਲਾਇਸਿਸ ਦਾ ਅੰਤਿਮ ਉਤਪਾਦ ਪਾਇਰੂਵੇਟ ਸੈੱਲ ਦ੍ਰਵ ਵਿੱਚੋਂ ਮਾਈਟੋਕੌਂਡਰੀਆ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਆਕਸੀ-ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਦੀਆਂ ਮੁੱਖ ਘਟਨਾਵਾਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਨ।

* ਪਾਇਰੂਵੇਟ ਦਾ ਪੜਾਅ ਦਰ ਤਰਤੀਬ ਵਿੱਚ ਪੂਰਣ ਆਕਸੀਕਰਣ ਹੋਣ ਤੋਂ ਬਾਦ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵੱਖ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਤੋਂ ਤਿੰਨ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ ਦੇ ਅਣੂ ਵੀ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।
* ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਵੱਖ ਹੋਏ ਇੱਲੈਕਟਰਾਨ ਆਕਸੀਜਨ ਅਣੂ ਵੱਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਏ.ਟੀ.ਪੀ ਦਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਰੋਚਕ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਸਦੀ ਪਹਿਲੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਮਾਈਟੋਕੌਂਡਰੀਆ ਦੇ ਮੈਟਰਿਕਸ ਵਿੱਚ ਸੰਪਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦ ਕਿ ਦੂਜੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਮਾਈਟੋਕੌਂਡਰੀਆ ਦੀ ਅੰਦਰੂਨੀ ਝਿੱਲੀ ਤੇ ਸੰਪਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਸੈੱਲ ਦ੍ਰਵ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਕਾਰਬੋਹਾਈਡਰੇਟ ਅਤੇ ਗਲਾਈਕੋਲਿਟਿਕ ਅਮਲ, ਆਕਸੀਕਰਣ ਰਾਹੀਂ ਬਣਨ ਵਾਲਾ ਪਾਇਰੂਵੇਟ ਮਾਈਟੋਕੌਂਡਰੀਆ ਦੇ ਮੈਟਰਿਕਸ ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਹੜਾ ਆਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਕਾਰਬੌਕਸੀਲੀਕਰਣ ਦੀ ਗੁੰਝਲ਼ਦਾਰ ਸਮੂਹਕ ਕਿਰਿਆ ਰਾਹੀਂ ਪਾਇਰੂਵੇਟ ਡੀਹਾਈਡਰੋਜੀਨੇਸ ਐਂਨਜ਼ਾਈਮ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਪਾਇਰੂਵੇਟ ਡੀਹਾਈਡਰੋਜੀਨੇਸ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਕਈ ਸਹਿ ਐਂਨਜ਼ਾਈਮ ਭਾਗ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ NAD^+ ਅਤੇ ਸਹਿਐਨਜ਼ਾਇਮ A

$$\text{ਪਾਇਰੂਵਿਕ ਅਮਲ} + CoA + NAD^+ \; Mg^{+2} \xrightarrow[\text{ਪਾਇਰੂਵੇਟ ਡੀਹਾਈਡਰੋਜਨੇਸ}]{Mg^{2+}}$$

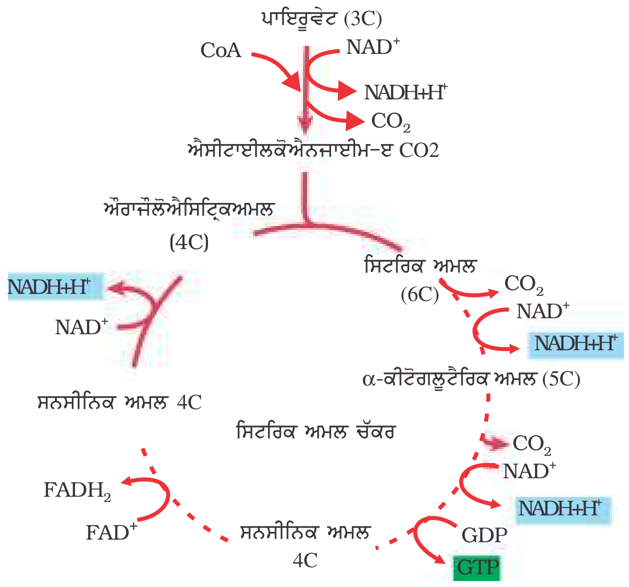
$$\text{ਪਾਇਰੂਵੇਟ ਡੀਹਾਈਡਰੋਜਨੇਸ ਐਸੀਟਾਈਲ } CoA + CO_2$$

ਇਸ ਕਿਰਿਆ ਦੌਰਾਨ ਪਾਇਰੂਵਿਕ ਅਮਲ ਦੇ ਦੋ ਅਣੂਆ ਦੀ ਢਾਹੂ-ਉਸਾਰੂ ਕਿਰਿਆ (Metabolism) ਤੋਂ ਬਾਦ NADH ਦੇ ਦੋ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਗਲਾਈਕੋਲਾਇਸਿਸ ਦੌਰਾਨ ਗੁਲੂਕੋਜ ਦੇ ਇੱਕ ਅਣੂ ਤੋਂ ਨਿਰਮਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ)

ਐਸੀਟਾਈਲ (ਸਹਿ ਐਨਜਾਈਮ ਦੇ) Co-A ਚੱਕਰੀ-ਪੱਥ ਟਰਾਈਕਾਰਬੌਕਸਿਲਿਕ ਅਮਲ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਿਸ ਨੂੰ ਸਾਧਾਰਣ ਤੌਰ ਤੇ ਵਿਗਿਆਨੀ ਹੈਨਜ ਕਰੈਬ ਦੀ ਖੋਜ ਦੇ ਕਾਰਣ ਕਰੈਬ ਚੱਕਰ (Kreb's Cycle) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

14.4.1. ਟ੍ਰਾਈਕਾਰਬੋਕਸਿਲਿਕ ਅਮਲ ਚੱਕਰ (ਟੀ.ਸੀ.ਏ.) (Tricarboxylic Acid Cycle)

ਟੀ.ਸੀ.ਏ. ਚੱਕਰ ਦੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਐਸੀਟਾਈਲ ਸਮੂਹ ਦੇ ਆਗਜੈਲੋ ਐਸਿਟਿਕ ਅਮਲ (OAA) ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਘਣਨ ਤੋਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸਿਟਰਿਕ ਅਮਲ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਚਿੱਤਰ (14.3)। ਇਹ ਕਿਰਿਆ ਸਿਟਰੇਟ ਸਿੰਥੇਜ਼ ਐਂਨਜ਼ਾਈਮ ਦੁਆਰਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸਹਿ ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਇੱਕ ਅਣੂ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤਦ ਸਿਟਰੇਟ, ਆਈਸੋਸਿਟਰੇਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਅਜਿਹਾ ਡੀ.



ਚਿੱਤਰ 14.3. ਸਿਟਰਿਕ ਅਮਲ ਚੱਕਰ

ਕਾਰਬੋਕਸੀਲੀਕਰਣ ਦੇ ਦੋ ਲਗਾਤਾਰ ਪੜਾਵਾਂ ਰਾਹੀਂ ਪੂਰਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਤੋਂ ਬਾਦ ਅਲਫਾ ਕੀਟੋ ਗਲੂਟੈਰਿਕ ਅਮਲ ਫਿਰ ਸਕਸੀਨਾਇਲ Co-A ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਿਟਰਿਕ ਅਮਲ ਦੇ ਬਚੇ ਹੋਏ ਪੜਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਸਕਸੀਨਾਇਲ ਕੋ ਐਨਜ਼ਾਈਮ Co-A (ਅਗਜ਼ੈਲੋ ਐਸਿਟਿਕ ਅਮਲ) ਵਿੱਚ ਆਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਹੋਕੇ ਚੱਕਰ ਨੂੰ ਅੱਗੇ ਵਧਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਕਸੀਨਾਇਲ Co-A ਦੇ ਸਕਸੀਨਿਕ ਅਮਲ ਦੇ ਰੂਪਾਂਤਰਣ ਦੌਰਾਨ ਜੀ.ਟੀ.ਪੀ. ਦੇ ਇੱਕ ਅਣੂ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਆਧਾਰ ਪੱਧਰੀ ਫਾਸਫੋਰੀਲੇਸ਼ਨ (Substrate Level Phosphorylation) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਜੁੜੀਵੀਆਂ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ G.T.P. (ਜੀ.ਟੀ.ਪੀ) ਜੀ.ਡੀ.ਪੀ. (GDP) ਵਿੱਚ ਰੁਪਾਂਤਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ADP ਤੋਂ ATP ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਤਿੰਨ ਥਾਵਾਂ ਅਜਿਹੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ NAD^+ ਦਾ $NADH + H^+$ ਵਿੱਚ ਲਘੂਕਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇੱਕ ਥਾਂ ਤੇ FAD^+ ਦਾ $FADH_2$ ਵਿੱਚ ਲਘੂਕਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਟੀ.ਸੀ.ਏ. ਚੱਕਰ ਰਾਹੀਂ ਐਸੀਟਾਈਲ ਸਹਿ ਐਨਜ਼ਾਇਮ CoA ਨੂੰ ਐਨਜ਼ਾਇਮ ਅਮਲ ਦੇ ਲਗਾਤਾਰ ਅਕਸੀਕਰਣ ਲਈ ਔਗਜੈਲੋ ਐਸਿਟਿਕ ਅਮਲ ਦੇ ਮੁੜ ਨਿਰਮਾਣ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਹੜਾ ਚੱਕਰ ਦਾ ਪਹਿਲਾ ਮੈਂਬਰ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ NAD^+ ਅਤੇ FAD^+ ਦਾ NADH ਅਤੇ $FADH_2$ ਨਾਲ ਤਰਤੀਬ ਵਾਰ ਮੁੜ ਉਤਪਾਦਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅੰਤ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਦੀ ਇਸ ਹਾਲਤ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਸਮੀਕਰਣ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ—

$$\text{ਪਾਇਰੂਵਿਕ ਅਮਲ} + 4NAD^+ + FAD^+ + 2H_2O + ADP + P_i \xrightarrow{\text{ਮਾਈਟੋਕੌਂਡਰੀਆ ਮੈਟਰਿਕਸ}} 3CO_2 + 4NADH + 4H^+ + FADH_2 + ATP$$

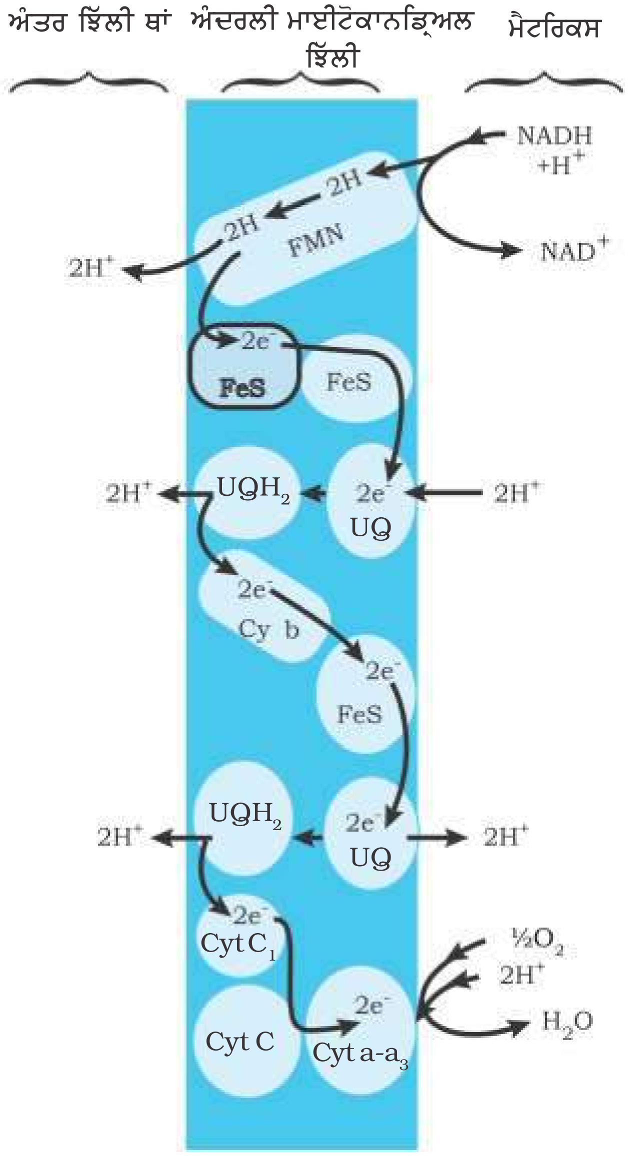
ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਵੇਖ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ ਕਿ TCA ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਗੁਲੂਕੋਜ ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਤੋਂ CO_2 ਨਿਕਲਦੀ ਹੈ, $NADH + H^+$ ਦੇ ਅੱਠ ਅਣੂ $FADH_2$ ਦੇ ਅਣੂ ਅਤੇ ATP ਦੇ ਦੋ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤੁਹਾਨੂੰ ਹੈਰਾਨੀ ਹੋ ਰਹੀ ਹੋਵੇਗੀ ਅਜੇ ਤੱਕ ਸਾਹ ਦੀ ਚਰਚਾ ਦੌਰਾਨ ਨਾ ਤੇ ਕਿਤੇ ਆਕਸੀਜਨ ਦੀ ਅਤੇ ਨਾਂ ਹੀ ATP ਦੇ ਬਹੁਤੇ ਸਾਰੇ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੀ ਰਚਨਾ ਹੋਈ ਹੈ। ਹੁਣ ਸੰਸ਼ਲਿਸ਼ਟ $NADH + H^+$ ਅਤੇ $FADH_2$ ਦੀ ਕੀ ਭੂਮਕਾ ਹੋਵੇਗੀ ? ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਸਮਝਣਾ ਪਵੇਗਾ ਕਿ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਆਕਸੀਜਨ ਦੀ ਕੀ ਭੁਮਿਕਾ ਹੈ ਅਤੇ ਏ.ਟੀ.ਪੀ. ਨਿਰਮਾਣ ਕਿਵੇਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ?

14.4.2. ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਪਰਿਵਹਨ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਅਤੇ ਆਕਸੀਕਰਣੀ ਫਾਸਫੋਰੀਲੇਸ਼ਨ Electron Transport System (ETS) and Oxidative Phosphorylation

ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਅਗਲੇ ਪੜਾਅ ਵਿੱਚ $NADH + H^+$ ਅਤੇ $FADH_2$ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਲਿਆਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਤਦ ਸੰਭਵ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਆਕਸੀਕਰਣ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਪਰਿਵਹਿਨ ਪ੍ਰਣਾਲੀ (ETS) ਰਾਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਆਕਸੀਜਨ ਕੋਲ ਚਲਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪਾਣੀ (H_2O) ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਢਾਹੂ-ਉਸਾਰੂ ਪੱਥ ਜਿਸ ਦੁਆਰਾ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਇੱਕ ਵਾਹਕ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਵਾਹਕ ਵੱਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਉਸ ਨੂੰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਰਿਵਹਿਨ ਪ੍ਰਣਾਲੀ (Electron Transport System) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 14.4) ਜਿਹੜੀ ਮਾਈਟੋਕੌਂਡਰੀਆ ਦੀ ਝਿੱਲੀ ਅੰਦਰ ਪੂਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਮਾਈਟੋਕੌਂਡਰੀਆਂ ਦੇ ਮੈਟਰਿਕਸ ਵਿੱਚ TCA ਚੱਕਰ ਦੌਰਾਨ NADH ਤੋਂ ਬਣਨ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਐਨਜਾਇਮ NADH ਡੀ-ਹਾਈਡਰੋਜੀਨੇਸ ਰਾਹੀਂ ਆਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਕੰਪਲੈਕਸ–I) ਉਸ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅੰਦਰਲੀ ਝਿੱਲੀ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਯੁਬੀਕਿਉਨੋਨ (Ubquinone) ਵੱਲ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਯੁਬੀਕਿਉਨੋਨ ਕਿਉਨੋਨ ਦਾ ਲਘੂਕਰਣ ਸਮਾਨ $FADH_2$ ਰਾਹੀਂ

ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ (ਕੰਪਲੈਕਸ-II) ਜਿਹੜਾ ਸਿਟਰਿਕ ਅਮਲ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਸਕਸੀਨੇਟ (Succinate) ਦੇ ਆਕਸੀਕਰਣ ਦੌਰਾਨ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਲਘੂਕ੍ਰਿਤ ਯੂਬੀਕਿਉਨੋਲ (Ubiquinol) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਸਾਈਟੋਕ੍ਰੋਮ ਵੱਲ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕਰਕੇ ਆਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ (ਕੰਪਲੈਕਸ–III)। ਸਾਈਟੋਕ੍ਰੋਮ C ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਹੜਾ ਅੰਦਰਲੀ ਝਿੱਲੀ ਦੀ ਬਾਹਰੀ ਪਰਤ ਨਾਲ ਚਿਪਕਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਕੰਪਲੈਕਸ-III ਅਤੇ ਕੰਪਲੈਕਸ–IV ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਣ ਦਾ ਕਾਰਜ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਵਾਹਕ ਵਜੋਂ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕੰਪਲੈਕਸ-IV ਸਾਈਟੋਕ੍ਰੋਮ–C ਆਕਸੀਡੇਜ ਕੰਪਲੈਕਸ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਸਾਈਟੋਕ੍ਰੋਮ -a, ਤੇ a3, ਅਤੇ ਦੋ ਤਾਂਬਾ ਕੇਂਦਰ ਮਿਲਦੇ ਹਨ।

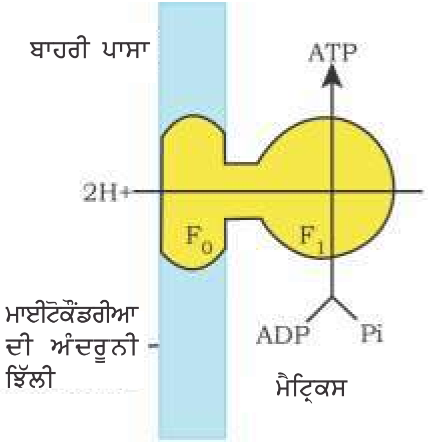
ਜਦ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਰਿਵਹਨ ਲੜੀ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਵਾਹਕ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਵਾਹਕ ਤਕ, ਕੰਪਲੈਕਸ–I ਤੋਂ ਕੰਪਲੈਕਸ-IV ਰਾਹੀਂ ਗੁਜਰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਇਹ ATP ਸਿੰਥੇਸੇਜ਼ (ਕੰਪਲੈਕਸ-V) ਨਾਲ ਜੁੜ ਕੇ ADP ਅਤੇ ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਫਾਸਫੇਟ ਤੋਂ ATP ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਦੌਰਾਨ ਸੰਸ਼ਲਿਸ਼ਟ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ATP ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾਤਾ (Electron Donor) ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। NADH ਦੇ ਇੱਕ ਅਣੂ ਦੇ ਆਕਸੀਕਰਣ ਤੋਂ ATP ਦੇ ਭਿੰਨ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦਕਿ $FADH_2$ ਦੇ ਇੱਕ ਅਣੂ ਤੋਂ ATP ਦੇ ਦੋ ਅਣੂ ਬਣਦੇ ਹਨ ਜਦ ਸਾਹ ਦੀ ਆਕਸੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਆਕਸੀਜਨ ਦੀ ਹੋਂਦ ਵਿੱਚ ਸੰਪਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੇ ਅੰਤਰ ਪੜਾਅ ਵਿੱਚ ਆਕਸੀਜਨ ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਸੀਮਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਭਾਵੇਂ ਆਕਸੀਜਨ ਦੀ ਹੋਂਦ ਬੜੀ ਜਰੂਰੀ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਪੂਰੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਤੋਂ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ H_2 ਨੂੰ ਮੁਕਤ ਕਰਕੇ ਪੂਰੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਚਲਾਂਦੀ ਹੈ। ਆਕਸੀਜਨ ਆਖਰੀ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਗ੍ਰਾਹੀ (Receptor) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਫਾਸਫੋਰੀਲੀਕਰਣ (Phosphorylation) ਦੇ ਉਲਟ, ਜਿਥੇ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਅੰਤਰ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਫਾਸਫੋਰੀਲੀਕਰਣ ਲਈ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਸਾਹ ਵਿੱਚ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਆਕਸੀਕਰਣ ਲਘੂਕਰਣ ਦੁਆਰਾ ਊਰਜਾ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਇਸ ਕਾਰਣ ਹੋਈ ਕਿਰਿਆ ਵਿਧੀ ਨੂੰ ਆਕਸੀਕਾਰੀ ਫਾਸਫੋਰੀਲੀਕਰਣ (Oxidative Phophorylisation) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 14.4. ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਰਿਵਹਨ ਤੰਤਰ (ETS)

ਝਿੱਲੀ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ATP ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿਧੀ ਬਾਰੇ ਤੁਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਵੀ ਪੜ੍ਹ ਚੁਕੇ ਹੋ ਜਿਸ ਨੂੰ ਪਿਛਲੇ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਕੈਮੀਓਸਮੋਟਿਕ ਹਾਈਪੋਥੇਸਿਸ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਦਸਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਦਸਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਰਿਵਹਨ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੌਰਾਨ ਮੁਕਤ ਊਰਜਾ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ATP ਸਿੰਥੇਜ਼ (ਕੰਪਲੈਕਸ-V) ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਏ.ਟੀ.ਪੀ. ਦੇ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ

ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਕੰਪਲੈਕਸ ਦੋ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਘਟਕਾਂ Fo ਅਤੇ F_1 ਤੋਂ ਬਣਦੇ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 14.5)। F_1 ਸਿਖਰ ਇੱਕ ਘੇਰਾ ਝਿੱਲੀ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਕੰਪਲੈਕਸ ਹੈ, ਜਿਥੇ ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਫਾਸਫੇਟ ਅਤੇ ADP ਤੋਂ ATP ਦਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਰਸਾਇਣ ਪ੍ਰੋਟੋਨ ਅੰਤਰ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਦੋ H^+ ਆਇਨ ਅੰਤਰ ਝਿੱਲੀ ਥਾਂ ਤੋਂ Fo ਵਿਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਮੈਟਰਿਕਸ ਵੱਲ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ATP ਦਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 14.5 ਮਾਈਟੋਕੌਂਡਰੀਆ ਵਿੱਚ ਏ.ਟੀ.ਪੀ. ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦਾ ਚਿਤਰਾਤਮਕ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਨ

14.5 ਸਾਹ ਸੰਤੁਲਨ ਚਾਰਟ (The Respiratory Balance Sheet)

ਹਰ ਆਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਅਣੂ ਤੋਂ ਬਣਨ ਵਾਲ਼ੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸ਼ੁਧ ATP ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਕਰਨਾ ਹੁਣ ਸੰਭਵ ਹੈ, ਪਰ ਅਸਲੀਅਤ ਵਿੱਚ ਇਹ ਇੱਕ ਸਿਧਾਂਤਕ ਅਭਿਆਸ ਹੀ ਰਹਿ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਗਿਣਤੀ ਕੁੱਝ ਨਿਸਚਿਤ ਕਲਪਨਾਵਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਹੀ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

* ਇਹ ਇੱਕ ਤਰਤੀਬ ਅਨੁਸਾਰ ਤਰਤੀਬਵਾਰ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਕਿਰਿਆਤਮਕ ਪੱਥ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕਿਰਿਆ ਆਧਾਰ (Substrate) ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਕਿਰਿਆ ਆਧਾਰ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਗਲਾਈਕੋਲਾਈਸਿਸ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਕੇ TCA ਚੱਕਰ ਅਤੇ ETS ਪੱਥ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਆਉਂਦੇ ਹਨ।
* ਗਲਾਈਕੋਲਾਈਸਿਸ ਵਿੱਚ ਸੰਸ਼ਲਿਸ਼ਟ NADH ਮਾਈਟੋਕੌਂਡਰੀਆਂ ਵਿੱਚ ਆਂਉਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਥੇ ਉਸ ਦਾ ਫਾਸਫੋਰੀਲੀਕਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
* ਪੱਥ ਦਾ ਕੋਈ ਵੀ ਮੱਧ ਵਰਤੀ ਯੋਗਿਕ ਦੂਜੇ ਯੋਗਿਕ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ।
* ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਕੇਵਲ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਦੀ ਹੀ ਵਰਤੋਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ—ਕੋਈ ਦੂਜਾ ਬਦਲਵਾਂ ਕਿਰਿਆ ਆਧਾਰ ਪੱਥ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਮਧ ਵਰਤੀ ਪੜਾਅ ਵਿੱਚ ਪਰਵੇਸ਼ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦਾ।

ਹਾਲਾਂ ਕਿ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਸਜੀਵ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਵਿੱਚ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਤਰਕਸੰਗਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ, ਸਾਰੇ ਪੱਥ ਇੱਕ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇੱਕ ਨਹੀਂ, ਬਲਕਿ ਇਕੱਠੇ ਕਾਰਜ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਸਬਸਟ੍ਰੇਟ ਲੋੜ ਅਨੁਸਾਰ ਅੰਦਰ ਅਤੇ ਬਾਹਰ ਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਲੋੜ ਅਨੁਸਾਰ ATP ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ, ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਦੀ ਦਰ ਨੂੰ ਅਨੇਕਾਂ ਵਿਧੀਆਂ ਰਾਹੀਂ ਨਿੰਅਤਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਫਿਰ ਵੀ ਇਹ ਕਿਰਿਆ ਕਰਨੀ ਉਪਯੋਗੀ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਸਜੀਵ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਵਿੱਚ ਉਰਜਾ ਦਾ ਨਿਕਾਸ ਅਤੇ ਸਗ੍ਰਹਿ ਕਰਨ ਲਈ ਇਸ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਸਰਾਹਣਯੋਗ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਆਕਸੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਦੌਰਾਨ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਦੇ ਇੱਕ ਅਣੂ ਤੋਂ ATP ਦੇ 36 ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਸ਼ੁੱਧ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

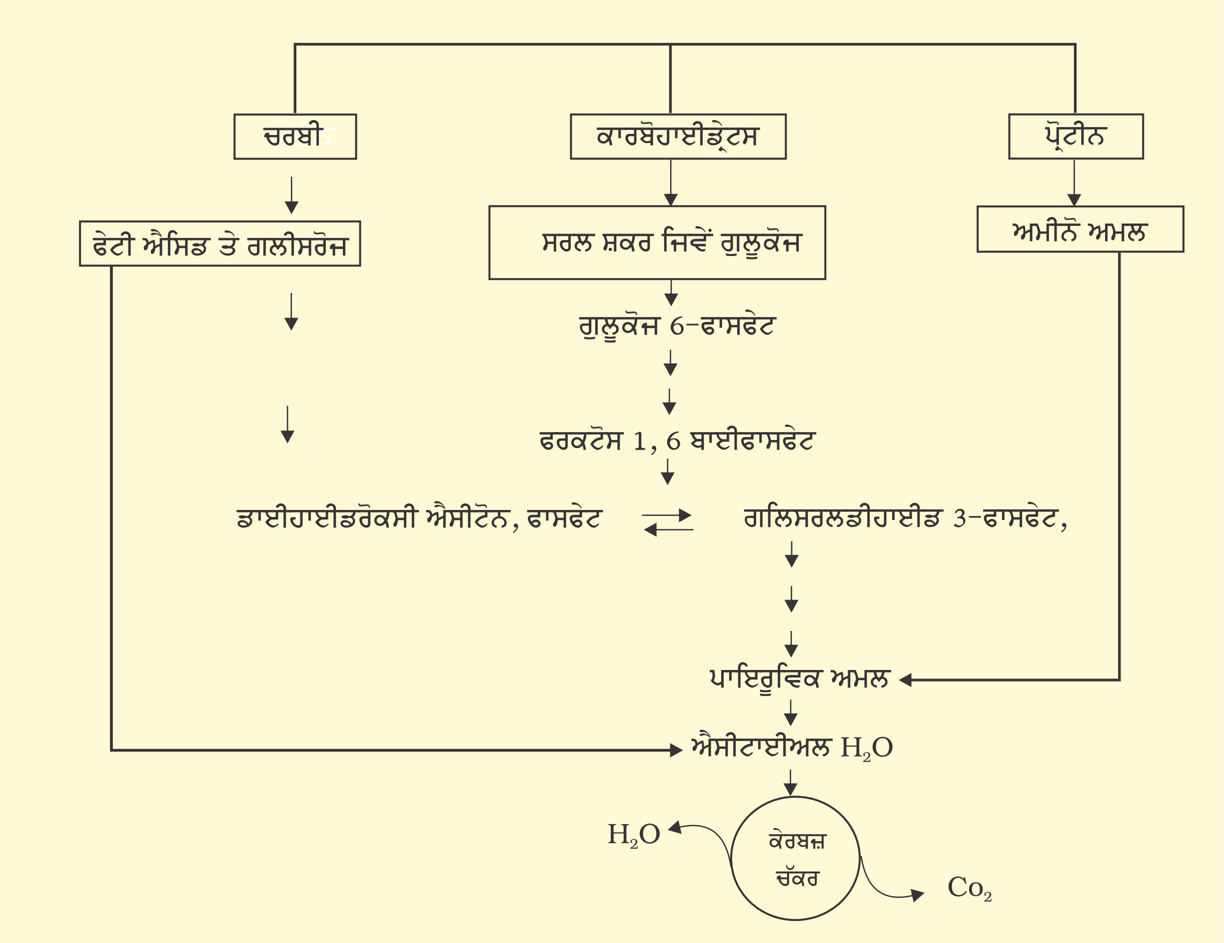
ਆਓ! ਹੁਣ ਖਮੀਰਣ ਅਤੇ ਆਕਸੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰੀਏ—

* ਖਮੀਰਣ ਵਿੱਚ ਗੁਲੂਕੋਜ ਦਾ ਅੰਸ਼ਕ ਵਿਘਟਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦਕਿ ਆਕਸੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਪੂਰਨ ਵਿਘਟਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ CO_2 ਅਤੇ H_2O ਬਣਦੇ ਹਨ।
* ਖਮੀਰਣ ਵਿੱਚ ਗੁਲੂਕੋਜ ਦੇ ਇੱਕ ਅਣੂ ਤੋਂ ਪਾਈਰੁਵਿਕ ਅਮਲ ਬਣਨ ਦੇ ਦੋਰਾਨ ATP ਦੇ ਸ਼ੁੱਧ ਦੋ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦਕਿ ਆਕਸੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ATP ਦੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਅਣੂ ਬਣਦੇ ਹਨ।

* ਖਮੀਰਣ ਵਿਚ NADH ਦਾ NAD^+ ਵਿੱਚ ਆਕਸੀਕਰਣ ਧੀਮੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦਕਿ ਆਕਸੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਇਹ ਆਕਸੀਕਰਣ ਤੇਜ਼ ਗਤੀ ਨਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

14.6 ਐਂਫੀਬੋਲਿਕ ਪੱਥ Amphibolic Pathway

ਸਾਹ ਲਈ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਇੱਕ ਅਨੁਕੂਲ ਸਬਸਟਰੇਟ ਹੈ। ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਸਾਰੇ ਕਾਰਬੋਹਾਈਡ੍ਰੇਟ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਦਸਿਆ ਜਾ ਚੁਕਿਆ ਹੈ ਕਿ ਦੂਜੇ ਸਬਸਟ੍ਰੇਟ ਵੀ ਸਾਹ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਪਰ ਇਹ ਸਾਹ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਪੜਾਅ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਆਂਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 14.6 ਨੂੰ ਵੇਖੋ ਕਿ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਸਬਸਟ੍ਰੇਟ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਕਿਥੇ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਵਸਾ ਜਾਂ ਚਰਬੀ (FAT) ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਗਲਿਸਰੋਲ ਅਤੇ ਫੈਟੀ ਐਸਿਡ (Fatty Acid) ਵਿਚ ਟੁੱਟਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਫੈਟੀ ਐਸਿਡ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਆਉਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਪਹਿਲਾ ਐਸੀਟਾਇਲ ਸਹਿ ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਬਣਕੇ ਪੱਥ ਵਿਚ ਦਾਖਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਗਲਿਸਰੋਲ ਪਹਿਲਾਂ ਬਾਈਫਾਸਫੋਰਾਲਿਸਰਾਇਡ



ਚਿੱਤਰ 14.6 ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਦੌਰਾਨ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਕਾਰਬਨਿਕ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਕਾਰਬਨਡਾਈਕਸਾਇਡ ਅਤੇ H_2O ਵਿੱਚ ਵਿਖੰਡਨ ਦਰਸਾਉਣ ਵਾਲ਼ੇ ਢਾਹੂ-ਉਸਾਰੂ ਪੱਥਾ ਦੇ ਆਪਸੀ ਸੰਬੰਧ ਦਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਨ।

(PGAL) ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋਕੇ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰੋਟੀਨ, ਪ੍ਰੋਟੀਏਜ਼ ਐਨਜ਼ਾਇਮ ਦੁਆਰਾ ਵਿਘਟਿਤ ਹੋ ਕੇ ਅਮੀਨੋ ਐਸਿਡ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਹਰ ਅਮੀਨੋ ਅਮਲ (ਡੀਐਮੀਨੇਸ਼ਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ) ਆਪਣੀ ਬਣਤਰ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਕਰੈਬਜ਼ ਚੱਕਰ (Krebs Cycle) ਦੇ ਅੰਦਰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪੜਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਕਿਉਂਕਿ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਦੌਰਾਨ ਸਬਸਟ੍ਰੇਟ ਟੁੱਟਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਪਰੰਪਰਾਗਤ ਇੱਕ ਢਾਹੂ ਕਿਰਿਆ ਹੈ (Catabolic) ਅਤੇ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਪੱਥ ਇੱਕ ਢਾਹੂ ਪੱਥ ਹੈ। ਪਰ ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਇਸਨੂੰ ਠੀਕ ਸਮਝਦੇ ਹੋ ? ਉਪਰ ਵਰਣਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਸਬਸਟ੍ਰੇਟ (Substrate) ਊਰਜਾ ਲਈ ਕਿਥੇ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਜਾਨਣਾਂ ਮੱਹਤਵਪੂਰਣ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਯੌਗਿਕ ਉਪਰੋਕਤ ਸਬਸਟ੍ਰੇਟ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਪੱਥ ਤੋਂ ਵੱਖ ਹੋਣਗੇ। ਇਸ ਲਈ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਫੈਟੀ ਐਸਿਡ ਜਦ ਸਬਸਟ੍ਰੇਟ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਆਂਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਪੱਥ ਵਿਚ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਐਸੀਟਾਇਲ ਸਹਿਐਨਜਾਇਮ (Acetyle Coenzyme) ਵਿੱਚ ਵਿਖੰਡਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦ ਸਜੀਵ ਨੂੰ ਫੈਟੀ ਐਸਿਡ ਦਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਪੱਥ ਵਿੱਚੋ ਐਸੀਟਾਈਲ ਸਹਿਐਨਜ਼ਾਈਮ ਨੂੰ ਹਟਾਉਣਾ ਪਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਪੱਥ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਜਿਹਾ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਦੇ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਅਤੇ ਵਿਖੰਡਨ ਦੋਰਾਨ ਵੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਜੀਵਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਕਿਰਿਆ ਢਾਹੂ (Catabolic) ਕਹਿਲਾਉਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਉਸਾਰੂ (Anabolism) ਕਹਿਲਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਢਾਹੂ ਅਤੇ ਉਸਾਰੂ ਦੋਵੇਂ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਇਸ ਲਈ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਪੱਥ ਨੂੰ ਐਂਫੀਬੋਲੀਕ ਪੱਥ ਕਹਿਣਾ ਉਚਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ਨਾ ਕਿ ਉਸਾਰੂ ਪੱਥ ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚ ਢਾਹੂ ਅਤੇ ਉਸਾਰੂ ਦੋਵੇਂ ਭਾਗ ਲੈਂਦੇ ਹਨ।

14.7 ਸਾਹ ਗੁਣਾਂਕ (Respiratory Quotient)

ਹੁਣ ਸਾਹ ਦੇ ਦੂਜੇ ਪੱਥ ਨੂੰ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹੋ ਕਿ ਆਕਸੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਦੌਰਾਨ ਆਕਸੀਜਨ ਵਰਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ ਛੱਡੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਸਾਹ ਦੁਆਰਾ ਛੱਡੀ ਗਈ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ ਅਤੇ ਵਰਤੀ ਗਈ ਆਕਸੀਜਨ ਦੇ ਆਇਤਨ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਨੂੰ ਸਾਹ ਅਨੁਪਾਤ (Respiratory Quotient)ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

$$RQ = \frac{\text{ਛੱਡੀ ਗਈ } CO_2 \text{ ਦਾ ਆਇਤਨ}}{\text{ਵਰਤੀ ਗਈ } O_2 \text{ ਦਾ ਆਇਤਨ}}$$

ਸਾਹ ਗੁਣਾਂਕ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਦੌਰਾਨ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਆਣ ਵਾਲੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆਧਾਰ (Substrate) ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦ ਕਾਰਬੋਹਾਈਡਰੇਟਸ ਕਿਰਿਆਧਾਰ ਵਜੋਂ ਆਕੇ ਪੂਰਣ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਕਸੀਕ੍ਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਸਾਹ ਗੁਣਾਂਕ। (ਇੱਕ) ਹੋਵੇਗਾ ਕਿਉਂਕਿ ਸਮਾਨ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ CO_2 ਅਤੇ O_2 ਤਰਤੀਬ ਵਾਰ ਛਡੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਅਤੇ ਵਰਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸਮੀਕਰਣ ਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ।

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

$$RQ = \frac{6CO_2}{6O_2} = 1.0$$

ਜਦ ਚਰਬੀ (ਤੇਲ) ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਵਰਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਸਾਹ ਗੁਣਾਂਕ 1.0 ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚਰਬੀ ਅਮਲ ਟਰਾਈਪਾਲਮੀਟਿਨ ਲਈ ਸਾਹ ਗੁਣਾਂਕ ਦੀ ਗਣਨਾ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੈ।

$$\underset{\text{ਟਰਾਈਪਾਲਮੀਟਿਨ}}{2(C_{51}H_{98}O_6)} + 145O_2 \longrightarrow 102CO_2 + 98H_2O + \text{ਊਰਜਾ}$$

$$RQ = \frac{102CO_2}{145O_2} = 0.7$$

ਜਦ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਨੂੰ ਸਬਸਟ੍ਰੇਟ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸਾਹ ਗੁਣਾਂਕ 0.9 ਹੋਵੇਗਾ। ਇੱਥੇ ਇਹ ਜਾਨਣਾ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਹੈ ਕਿ ਸਜੀਵਾਂ ਵਿੱਚ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆਧਾਰ (Substrate) ਅਕਸਰ ਇੱਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦੇ ਹਨ—ਪਰ ਸ਼ੁੱਧ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਅਤੇ ਚਰਬੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਰਿਆਧਾਰ ਵਜੋਂ ਨਹੀਂ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ।

ਸਾਰਾਂਸ਼ (Summary)

ਜੰਤੂਆਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆਂ ਜਾਂ ਗੈਸੀ ਅਦਲਾ-ਬਦਲੀ ਲਈ ਕੋਈ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਾਹ-ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਸਟੋਮੇਟਾ ਅਤੇ ਤਨਾ ਛਿਦਰਾਂ ਜਾਂ ਲੈਂਟੀਸੈਲ ਰਾਹੀਂ ਸੋਖ ਕੇ ਗੈਸਾਂ ਦੀ ਅਦਲਾ-ਬਦਲੀ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਸਾਰੇ ਸੈੱਲ ਹਵਾ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਕਾਰਬਨਿਕ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਆਕਸੀਕਰਣ ਰਾਹੀਂ C-C ਬੰਧਨਾਂ ਦੇ ਟੁੱਟਣ ਉਪਰੰਤ ਜਦ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਦੀ ਵੱਧ ਮਾਤਰਾ ਨਿਕਲ਼ਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸਨੂੰ ਸੈੱਲਮਈ ਸਾਹ-ਕਿਰਿਆ (Cellular Respiration) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸਾਹ-ਕਿਰਿਆ ਲਈ ਗੁਲੂਕੋਜ ਸਭ ਤੋਂ ਉਪਯੋਗੀ ਸਬਸਟਰੇਟ ਹੈ। ਚਰਬੀ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟੀਨ ਦੇ ਟੁੱਟਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਵੀ ਊਰਜਾ ਨਿਕਲ਼ਦੀ ਹੈ। ਸੈੱਲਮਈ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਦਾ ਪਹਿਲਾ ਪੜਾਅ ਸੈੱਲ ਦ੍ਰਵ/ਸਾਈਟੋਪਲਾਜ਼ਮ ਵਿੱਚ ਸੰਪਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਗੁਲੂਕੋਜ਼ ਦਾ ਹਰ ਅਣੂ ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਉੱਤਪ੍ਰੇਰਿਤ ਲੜੀਵੱਧ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਰਾਹੀ ਪਾਇਰੂਵਿਕ ਅਮਲ ਦੇ ਦੋ ਅਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਟੁੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਗਲਾਈਕੋਲਾਇਸਿਸ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਪਾਇਰੂਵੇਟ ਦਾ ਭਵਿਖ O_2 ਦੀ ਉਪਲਬਧਤਾ ਤੇ ਅਤੇ ਜੀਵ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਅਣਆਕਸੀ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ਖਮੀਰਣ ਰਾਹੀਂ ਲੈਕਟਿਕ ਅਮਲ ਜਾਂ ਅਲਕੋਹਲ ਬਣਦੇ ਹਨ। ਖਮੀਰਣ ਕਿਰਿਆ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰੋਕੈਰੀਓਟਸ, ਇੱਕ ਸੈੱਲੀ ਯੂਕੈਰੀਓਟ ਅਤੇ ਪੁੰਗਰਦੇ ਬੀਜਾਂ ਵਿੱਚ ਅਣਆਕਸੀ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ਸੰਪਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਯੂਕੈਰੀਓਟ ਜੀਵਾਂ ਵਿੱਚ ਆਕਸੀਜਨ (O_2) ਦੀ ਹੋਂਦ ਵਿੱਚ ਆਕਸੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ (Aerobic Respiration) ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਾਇਰੂਵਿਕ ਅਮਲ ਦੇ ਮਾਈਟੋਕੌਂਡਰੀਆ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਹਿਨ ਤੋਂ ਬਾਦ ਐਸੀਟਾਈਲ ਸਹਿ ਐਨਜਾਇਮ (CoA) ਵਿੱਚ ਰੂਪਾਂਤਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਨਾਲ ਹੀ ਕਾਰਬਨ ਡਾਈਆਕਸਾਈਡ (CO_2) ਨਿਕਲ਼ਦੀ ਹੈ। ਉਸ ਤੋਂ ਬਾਦ ਐਸੀਟਾਈਲ ਸਹਿ ਐਨਜਾਇਮ ਟੀ.ਸੀ.ਏ. ਪੱਥ ਜਾਂ ਕਰੈਬ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਹੜਾ ਮਾਈਟੋਕੌਂਡਰੀਆ ਦੇ ਮੈਟਰਿਕਸ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਰੈਬ-ਚੱਤਰ ਵਿੱਚ $NADH + H^+$ ਅਤੇ $NADH_2$ ਬਣਦੇ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਅਣੂਆਂ ਅਤੇ $NADH + H^+$ ਜੋ ਗਲਾਈਕੋਲਾਇਸਿਸ ਦੌਰਾਨ ਬਣਦਾ ਹੈ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਏ.ਟੀ.ਪੀ. ਦੇ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਮਾਈਟੋਕੌਂਡਰੀਆ ਦੀ ਅੰਦਰਲੀ ਝਿੱਲੀ ਤੇ ਮੌਜੂਦ ਵਾਹਕ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਜਿਸ ਨੂੰ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਪਰਿਵਹਿਨ ਪ੍ਰਣਾਲੀ (ETS) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਰਾਹੀਂ ਸੰਪਨ

ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਦ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਇਸ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਵਿੱਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਨਿਕਲਣ ਪਾਣੀ ਕਾਫੀ ਊਰਜਾ ਏ.ਟੀ.ਪੀ. (ATP) ਦਾ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਨੂੰ ਆਕਸੀਕਾਰੀ ਫਾਸਫੋਰੀਲੀਕਰਣ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਅੰਤਮ ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਗ੍ਰਾਹੀ (Receptor) ਆਕਸੀਜਨ (O_2) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਲਘੁਕ੍ਰਿਤ (Reduced) ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਸਾਹ-ਕਿਰਿਆ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਢਾਹੂ ਅਤੇ ਉਸਾਰੂ (Catabolic and Anabolic) ਭਾਗ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਸਨੂੰ ਐਂਫੀਬੋਲਿਕ ਪੱਥ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸਾਹ-ਗੁਣਾਂਕ ਸਾਹ ਦੌਰਾਨ ਛੱਡੀ ਗਈ CO_2 ਅਤੇ ਵਰਤੀ ਗਈ O_2 ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਾਹ-ਕਿਰਿਆ ਕਿਰਿਆਧਾਰ (Substrate) ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ

1. ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਦਸੋ।
   (ੳ) ਸਾਹ-ਕਿਰਿਆ ਅਤੇ ਜਲਣਾ।
   (ਅ) ਗਲਾਈਕੋਲਾਇਸਿਸ ਅਤੇ ਕਰੈਬ-ਚੱਕਰ।
   (ੲ) ਆਕਸੀ ਸਾਹ-ਕਿਰਿਆ ਅਤੇ ਖ਼ਮੀਰਣ।
2. ਸਾਹ ਕਿਰਿਆਧਾਰ/ਸਬਸਟਰੇਟ (Substrate) ਕੀ ਹੈ ? ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਸਾਧਾਰਣ ਕਿਰਿਆਧਾਰ ਦਾ ਨਾਂ ਦੱਸੋ।
3. ਗਲਾਈਕੋਲਾਇਸਿਸ ਦਾ ਰੇਖਾ ਚਿੱਤਰਣ ਕਰੋ।
4. ਆਕਸੀ ਸਾਹ-ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਮੁੱਖ ਪੜਾਅ ਕਿਹੜੇ-ਕਿਹੜੇ ਹਨ ? ਇਹ ਕਿੱਥੇ-ਕਿੱਥੇ ਸੰਪਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ?
5. ਕਰੈਬ ਚੱਕਰ (Krebs Cycle) ਦਾ ਪੂਰਣ ਰੇਖਾ ਚਿੱਤਰ ਬਣਾਓ।
6. ਇਲੈਕਟਰਾਨ ਪਰਿਵਹਿਨ ਪ੍ਰਣਾਲੀ (Electron Transport System) ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰੋ।
7. ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਵਿੱਚਕਾਰ ਅੰਤਰ ਲਿਖੋ।
   (ੳ) ਆਕਸੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਅਤੇ ਅਣ-ਆਕਸੀ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ
   (ਅ) ਗਲਾਈਕੋਲਾਇਸਿਸ ਅਤੇ ਖ਼ਮੀਰਣ।
   (ੲ) ਗਲਾਈਕੋਲਾਇਸਿਸ ਅਤੇ ਸਿਟਰਿਕ ਅਮਲ ਚੱਕਰ।
8. ਸ਼ੁੱਧ ਏ.ਟੀ.ਪੀ. ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਦੀ ਗਣਨਾ (ਗਿਣਤੀ) ਦੇ ਦੌਰਾਨ ਤੁਸੀਂ ਕੀ-ਕੀ ਕਲਪਨਾਵਾਂ ਕਰੋਗੇ।
9. ਸਾਹ-ਕਿਰਿਆ ਪੱਥ ਇੱਕ ਐਂਫੀਬੋਲਿਕ ਪੱਥ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਸ਼ੇ ਤੇ ਚਰਚਾ ਕਰੋ।
10. ਸਾਹ-ਗੁਣਾਂਕ (Respiratory Quotient (RQ)) ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰੋ। ਚਰਬੀ (Fat) ਲਈ ਇਸ ਦਾ ਕੀ ਮਾਨ ਹੈ।
11. ਆਕਸੀਕਾਰੀ ਫਾਸਫੋਰੀਲੀਕਰਣ (Oxidative Phosphorylation) ਕੀ ਹੈ ?
12. ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਹਰ ਪੜ੍ਹਾਅ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਕੀ ਮਹਤੱਵ ਹੈ?

ਅਧਿਆਇ—15

ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਅਤੇ ਵਿਕਾਸ

(PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT)

15.1 ਵਾਧਾ

15.1 Growth

15.2 ਵਿਭੇਦਨ, ਨਿਰਵਿਭੇਦਨ ਅਤੇ ਮੁੜਵਿਭੇਦਨ

15.2 Differentiation, Dedifferentiation and Redifferentiation

15.3 ਵਿਕਾਸ

15.3 Development

15.4 ਪੌਦਾ ਵਾਧਾ ਨਿਯੰਤਰਕ

15.4 Plant Growth *Regulators*

15.5 ਦੀਪਤਕਾਲਤਾ

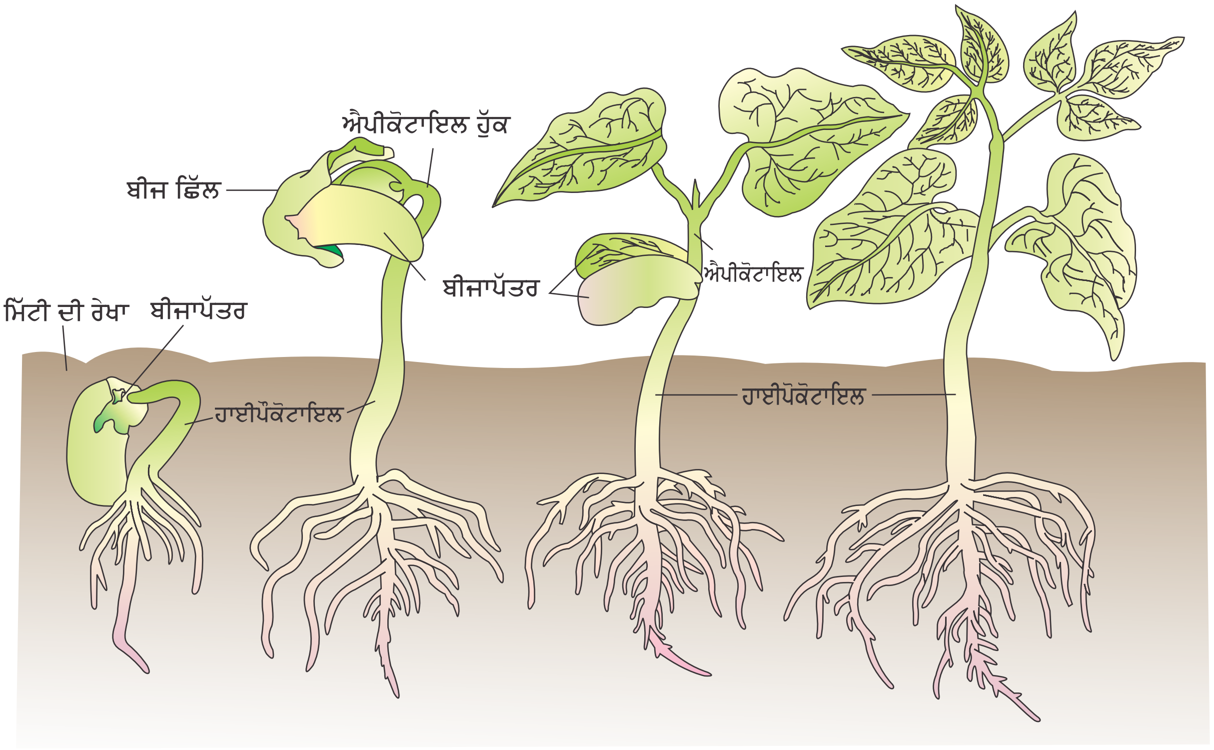
15.5 Photoperiodism

15.6 ਬੀਜ ਠੰਡਿਆਉਣਾ

15.6 Vernalisation

ਤੁਸੀਂ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਇਸ ਇਕਾਈ ਦੇ ਅਧਿਆਇ 5 ਵਿੱਚ ਫੁੱਲ ਵਾਲੇ ਪੌਦੇ ਦੇ ਸੰਗਠਨ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਕਦੇ ਸੌਚਿਆ ਹੈ ਕਿ ਜੜ੍ਹ, ਤਣਾ, ਪੱਤੇ, ਫੁੱਲ ਅਤੇ ਬੀਜਾਂ ਵਰਗੀਆਂ ਰਚਨਾਵਾਂ ਕਿੱਥੇ ਅਤੇ ਕਿਵੇਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ ਤੇ ਉਹ ਵੀ ਇੱਕ ਤਰਤੀਬ ਅਨੁਸਾਰ ? ਹੁਣ ਤੁਸੀਂ ਬੀਜ, ਪੌਦੇ (ਨਵੇਂ ਪੁੰਗਰੇ ਪੌਦੇ) ਛੋਟੇ ਪੌਦੇ ਅਤੇ ਵਿਕਸਿਤ ਪੌਦੇ ਵਰਗੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਤੋਂ ਜਾਣੂ ਹੋ ਗਏ ਹੋ। ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਵੀ ਵੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਸਾਰੇ ਰੁੱਖ ਸਮੇਂ ਦੇ ਅੰਤਰਾਲ ਵਿੱਚ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਗੋਲਾਈ (Girth) ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਵਾਧਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਭਾਵੇਂ ਉਸੇ ਰੁੱਖ ਦੇ ਪੱਤੇ, ਫੁੱਲ ਅਤੇ ਫ਼ਲ ਆਦਿ ਇੱਕ ਸੀਮਿਤ ਲੰਬਾਈ ਚੌੜਾਈ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਪਰ ਸਮੇਂ ਅਨੁਸਾਰ ਰੁੱਖ ਵਿੱਚੋਂ ਨਿਕਲਦੇ ਅਤੇ ਝੜ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਲਗਾਤਾਰ ਦੁਹਰਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇੱਕ ਪੌਦੇ ਵਿੱਚ ਫੁੱਲ ਆਉਣ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਸਰੀਰਕ ਵਾਧੇ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਕਿਉਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ? ਸਾਰੇ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਅੰਗ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਦੇ ਬਣੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਕੀ ਇੱਕ ਸੈੱਲ/ਟਿਸ਼ੂ/ਅੰਗ ਦੀ ਬਣਤਰ ਅਤੇ ਉਸ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਕਿਰਿਆ ਕਲਾਪਾਂ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਸੰਬੰਧ ਹੈ ? ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਸਾਰੇ ਸੈੱਲ ਯੁਗਮਜ ਦੀਆਂ ਸੰਤਾਨਾਂ ਜਾਂ ਵੰਸਜ (Descendents) ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਤਦ ਸਵਾਲ ਇਹ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕੀ ਕਿਉਂ ਅਤੇ ਕਿਵੇਂ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਰਚਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਕਾਰਜਾਤਮਕ (Structral and Functional) ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ? ਵਿਕਾਸ ਦੋ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦਾ ਯੋਗ ਹੈ-ਵਾਧਾ ਅਤੇ ਵਿਭੇਦਨ (ਵੱਖਰਾਉਣਾ)। ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਜਾਣਨਾ ਜਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਵਿਕਸਿਤ ਰੁੱਖ ਦਾ ਵਿਭੇਦਨ ਇੱਕ ਯੁਗਮਕ (ਇੱਕ ਨਿਸ਼ੇਚਿਤ ਅੰਡੇ) ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਕੇ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਅਤੇ ਉੱਚ ਨਿਯਮਾਂ ਵਾਲੀ ਪੜਾਅ ਦਰ ਪੜਾਅ ਘਟਨਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੌਰਾਨ ਇੱਕ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਸਰੀਰ ਬਣਤਰ ਦਾ ਗਠਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਹੜੀ ਜੜ੍ਹਾ, ਪੱਤਿਆਂ, ਟਹਿਣੀਆਂ, ਫੁੱਲਾਂ, ਫਲ਼ਾ ਅਤੇ ਬੀਜਾਂ ਦਾ ਉਤਪਾਦਨ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਅੰਤ ਉਹ ਮਰ ਜਾਂਦੇ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 15.1)।

ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ, ਤੁਸੀ ਕੁੱਝ ਉਹਨਾਂ ਕਾਰਕਾਂ ਬਾਰੇ ਪੜ੍ਹੋਗੇ ਜੋ ਕਿ ਇਸ ਵਿਭੇਦਨ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਚਲਾਉਂਦੇ ਅਤੇ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਕਾਰਕ ਪੌਦੇ ਲਈ ਅੰਦਰੂਨੀ ਅਤੇ ਬਾਹਰੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 15.1

15.1 ਵਾਧਾ (Growth)

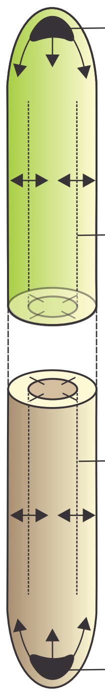
ਇੱਕ ਜੀਵਿਤ ਵਸਤੂ ਲਈ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਸਭ ਤੋਂ ਮੂਲ ਅਤੇ ਸਪਸ਼ਟ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਜਾਣਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਵਾਧਾ ਕੀ ਹੈ ? ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਇੱਕ ਘਟਕ ਜਾਂ ਅੰਗ ਜਾਂ ਇਸਦੇ ਇੱਕ ਭਾਗ ਜਾਂ ਇੱਥੋਂ ਤੱਕ ਕਿ ਇੱਕ ਸੈੱਲ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਅਪਰਤਵੇਂ (Irrevesible) ਸਥਾਈ ਵਾਧੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਵਾਧਾ ਢਾਹੂ ਉਸਾਰੂ ਕਿਰਿਆਵਾਂ (Metabolic Processes) (ਦੋਵੇਂ ਉਸਾਰੂ ਅਤੇ ਢਾਹੂ (Both Anabolic And Catabolic) ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਉਰਜਾ ਦੀ ਖਪਤ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਪੱਤੇ ਦਾ ਵਿਸਤਾਰ ਵਾਧਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਇੱਕ ਲਕੜੀ ਦੇ ਟੁਕੜੇ ਨੂੰ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਪਾਕੇ ਉਸ ਵਿੱਚ ਹੋਏ ਫੈਲਾਅ ਜਾਂ ਵਿਸਤਾਰ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਿਵੇਂ ਕਰੋਗੇ ?

15.1.1. ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਅਪਰਿਸਿਤ ਹੈ। (Plant Growth Generally is Indeterminate)

ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਅਨੋਖੇ ਢੰਗ ਨਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਪੌਦੇ ਜੀਵਨ ਭਰ ਅਸੀਮਿਤ ਵਾਧੇ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਨੂੰ ਸੰਜੋਈ ਬੈਠੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਯੋਗਤਾ ਦਾ ਕਾਰਨ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਸਰੀਰ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਖਾਸ ਥਾਵਾਂ ਤੇ ਵਿਭਾਜਨ ਯੋਗ (ਮੇਰੀਸਟੇਮ) ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਹੈ। ਅਜਿਹੇ ਮੇਰੀਸਟੇਮਿਕ (Meristems) ਟਿਸ਼ੂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਨ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਨਿਰੰਤਰਤਾ (Divide and Self Perpetuate)

ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਭਾਵੇਂ ਇਹ ਉਤਪਾਦ ਜਲਦੀ ਹੀ ਵਿਭਾਜਨ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਗੁਆ ਬੈਠਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਅਜਿਹੇ ਸੈੱਲ ਜਿਹੜੇ ਵਿਭਾਜਨ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਗੁਆ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਉਹ ਪੌਦਾ ਸਰੀਰ ਦੀ ਰਚਨਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਵਾਧਾ ਜਿੱਥੇ ਵਿਭਾਜਨ ਯੋਗਤਾ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਨਾਲ ਪੌਦੇ ਦੇ ਸਰੀਰ ਵਿੱਚ ਹਮੇਸ਼ਾ ਨਵੇਂ ਸੈੱਲ ਜੋੜੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਉਸਨੂੰ ਵਾਧੇ ਦਾ ਖੁਲ੍ਹਾ ਸਰੂਪ (Open Form of Growth) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ਜੇ ਮੇਰੀਸਟੇਮ ਦਾ ਵਿਭਾਜਨ ਬੰਦ ਹੋ ਜਾਵੇ ? ਕੀ ਕਦੇ ਅਜਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ?

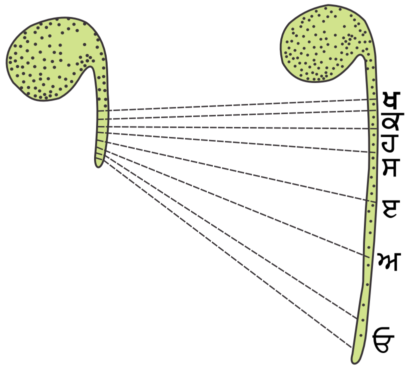
ਤੁਸੀਂ ਅਧਿਆਇ 6 ਵਿੱਚ ਜੜ੍ਹ ਦੇ ਐਪੀਕਲ ਮੈਰੀਸਟੇਮ ਅਤੇ ਟਹਿਣੀ ਦੇ ਐਪੀਕਲ ਮੇਰੀਸਟੇਮ ਦੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਵਿਭਾਜਨ ਯੋਗਤਾ ਬਾਰੇ ਪੜ੍ਹਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਪੌਦੇ ਦੇ ਮੁੱਢਲੇ ਵਾਧੇ ਲਈ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਪੌਦੇ ਦੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਸਮਾਨਅੰਤਰ ਵਾਧੇ ਵਿੱਚ ਹਿੱਸੇਦਾਰੀ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਦੋ ਬੀਜ ਪੱਤਰੀ (Dicotyledonous) ਅਤੇ ਨੰਗੇ ਬੀਜਾਂ ਵਾਲੇ ਪੌਦਿਆਂ (Gymnosperms) ਵਿੱਚ ਲੇਟਰਲ ਮੇਰੀਸਟੇਮ (Lateral Meristem), ਵੈਸਕੂਲਰ ਕੈਂਬੀਅਮ ਅਤੇ ਕਾਰਕ ਕੈਮਬੀਅਮ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਮੈਰੀਸਟਮ ਉਹਨਾਂ ਅੰਗਾਂ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਅਤੇ ਲੰਬਾਈ ਵਧਾਉਂਦੇ ਹਨ ਜਿੱਥੇ ਇਹ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸਨੂੰ ਸੈਕੰਡਰੀ ਵਾਧੇ ਦੇ ਨਾਂ ਨਾਲ ਜਾਣਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 15.2)।



ਚਿੱਤਰ 15.2 ਜੜ੍ਹ ਦਾ ਐਪੀਕਲ ਮੇਰੀਸਟੇਮ, ਟਹਿਣੀ ਦਾ ਐਪੀਕਲ ਮੇਰੀਸਟੇਮ ਅਤੇ ਵੈਸਕੂਲਰ ਕੈਬੀਅਮ ਦਾ ਰੇਖਾ ਚਿੱਤਰ। ਸੈੱਲ ਅਤੇ ਅੰਗ ਦੇ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਤੀਰ

15.1.2 ਵਾਧਾ ਮਾਪਣ ਯੋਗ ਹੈ। (Growth is Measurable)

ਸੈੱਲ ਪੱਧਰ ਤੇ ਵਾਧਾ ਮੁੱਖ ਤੌਰ ਤੇ ਜੀਵ ਦ੍ਰਵ (Protoplasm) ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਦਾ ਨਤੀਜਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਪਰੋਟੋਪਲਾਜ਼ਮ ਦੇ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਸਿੱਧਾ ਮਾਪਣਾ ਔਖਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਕੁੱਝ ਹੋਰ ਮਾਤਰਾਵਾਂ ਨੂੰ ਮਾਪਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਹੜੀਆਂ ਘੱਟ ਵੱਧ ਇਸੇ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਮਾਪ ਦੰਡਾਂ ਰਾਹੀਂ ਮਾਪਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੁੱਝ ਇੱਕ ਮਾਪ ਢੰਡ ਇਹ ਹਨ ਤਾਜੇ ਭਾਰ ਦਾ ਵਾਧਾ, ਖੁਸ਼ਕ ਭਾਰ, ਲੰਬਾਈ ਖੇਤਰਫਲ, ਆਇਤਨ ਅਤੇ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਆਦਿ। ਤੁਹਾਨੂੰ ਇਹ ਜਾਣ ਕੇ ਹੈਰਾਨੀ ਹੋਵੇਗੀ ਕਿ ਇੱਕ ਮੱਕੀ ਦੀ ਜੜ੍ਹ ਸਿਖਰ ਦੇ ਮੈਰੀਮਟੇਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀ ਘੰਟੇ 17,500 ਜਾਂ ਵੱਧ ਨਵੇਂ ਸੈੱਲ ਪੈਦਾ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ ਜਦਕਿ ਇੱਕ ਤਰਬੂਜ਼ ਦੇ ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਅਕਾਰ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ 3,50,000 ਗੁਣਾ ਤੱਕ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਹਿਲੇ ਵਾਲੀ ਉਦਾਹਰਣ ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਦੇ ਵਾਧੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਦਕਿ ਬਾਅਦ ਵਾਲੇ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਸੈੱਲ ਦੇ ਆਕਾਰ ਦੇ ਵਾਧੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਆ

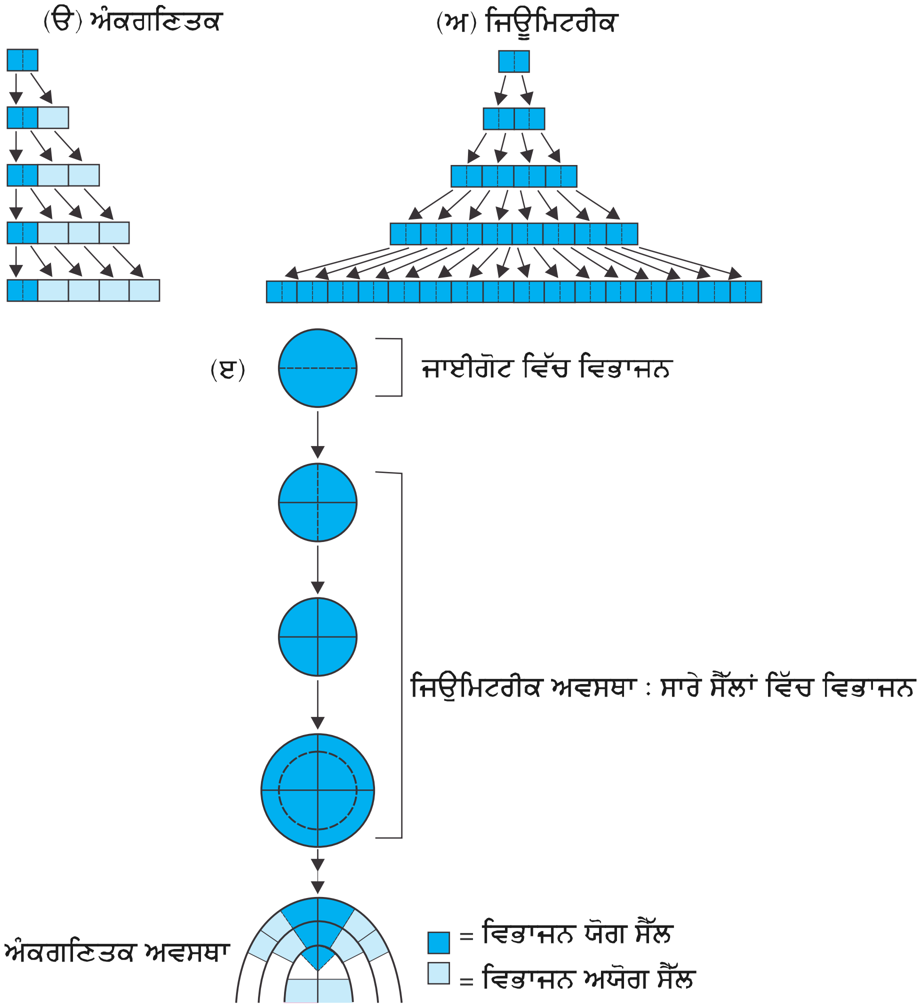


ਚਿੱਤਰ 15.3 ਵਾਧਾ ਖੇਤਰ ਦੀ ਪਛਾਣ ਸਮਾਨ ਅੰਤਰ ਰੇਖਾ ਤਕਨੀਕ ਰਾਹੀਂ ਖੇਤਰ ੳ ਅ ੲ ਸ ਹ ਜਿਹੜੇ ਸਿਖਰ ਤੋਂ ਪਿੱਛੇ ਹਨ, ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵੱਧਦੇ ਹਨ।

ਗਿਆ ਹੈ। ਇੱਕ ਪਰਾਗਨਲੀ ਦਾ ਵਾਧਾ ਲੰਬਾਈ ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਦਾ ਇੱਕ ਚੰਗਾ ਮਾਪਦੰਡ ਹੈ ਜਦਕਿ ਦੋ ਤਲਾਂ (Dorsiventral) ਵਾਲੇ ਪੱਤੇ ਦੇ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਉਸਦੇ ਸਤਿਹ ਖੇਤਰਫਲ (Surface Area) ਦੇ ਵਾਧੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮਾਪਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

15.1.3 ਵਾਧੇ ਦੇ ਪੜਾਅ (Phases of Growth)

ਵਾਧੇ ਦੇ ਸਮਾਂਕਾਲ ਨੂੰ ਮੁੱਖ ਤੌਰ ਤੇ ਤਿੰਨ ਪੜਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡਿਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਵਿਭਾਜਨਯੋਗ (Meristematic), ਵਾਧਾ (Elongation) ਅਤੇ ਪੱਕਣਾ (Maturation) (ਚਿੱਤਰ 15.3)। ਆਓ, ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਜੜ੍ਹ ਸਿਖਰ ਨੂੰ ਵੇਖੀਏ ਅਤੇ ਸਮਝੀਏ। ਮੇਰੀਸਟੇਮ ਪੜਾਅ ਵਿੱਚ ਸੈੱਲ ਜੜ੍ਹ ਸਿਖਰ ਅਤੇ ਤਣਾ ਸਿਖਰ ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚ ਲਗਾਤਾਰ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਦੋਵਾਂ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਸੈੱਲ ਜੀਵ ਦ੍ਰਵ ਭਰਪੂਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਸਪਸ਼ਟ ਕੇਂਦਰਕ ਜਾਂ ਨਾਭਿਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਸੈੱਲ ਭਿੱਤੀ



ਚਿੱਤਰ 15.4 (ੳ) ਅੰਕਗਣਿਤਕ (ਅ) ਜਿਉਮਿਟਰਿਕ ਵਾਧਾ ਅਤੇ (ੲ) ਜਿਉਮਿਟਰਿਕ ਅਤੇ ਅੰਕਗਣਿਤਕ ਅਵਸਥਾ ਨੂੰ ਵਿਖਾਉਂਦਾ ਹੋਇਆ ਭਰੁਣ ਵਿਕਾਸ ਦੇ ਪੜਾਅ

ਸੈਲੂਲੋਜ਼ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਮੇਰੀਸਟੇਮੇਟਿਕ ਦੇ (ਠੀਕ ਅੱਗੇ ਨੋਕ ਤੋ ਦੂਰ) ਸੈੱਲ ਲੰਬਾਈ ਕਰਨ ਦੇ ਪੜਾਅ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਪੜਾਅ ਵਿੱਚ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਵਧੀ ਹੋਈ ਰਸਧਾਨੀ, ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਆਕਾਰ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਅਤੇ ਨਵੀਂ ਸੈੱਲ ਭਿੱਤੀ ਤੇ ਜਮਾਓ (Desposition) ਆਦਿ ਮੁੱਖ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾਵਾਂ ਹਨ। ਮੁੱਖ ਟਹਿਣੀ ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਭਾਵ ਵਾਧਾ ਖੇਤਰ ਦੇ ਨੇੜੇ ਧੁਰੇ ਦਾ ਉਹ ਭਾਗ ਮੌਜੂਦ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਹੜਾ ਕਿ ਪਕਿਆਈ ਦੇ ਪੜਾਅ ਵਿੱਚ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਸੈੱਲ ਆਪਣੇ ਅੰਤਿਮ ਆਕਾਰ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਰਸਧਾਨੀ ਸਿਖਰਹੱਦ ਤੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਧਿਆਇ 6 ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਜਿਹਨਾਂ ਟਿਸ਼ੂਆਂ/ਸੈੱਲਾਂ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਉਹ ਇਸ ਪੜਾਅ ਦੀ ਅਗੁਵਾਈ ਕਰਦੇ ਹਨ।

15.1.4 ਵਾਧਾ ਦਰ (Growth Rate)

ਸਮੇਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਦੌਰਾਨ ਹੋਏ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਵਾਧਾ ਦਰ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਵਾਧੇ ਦੀ ਦਰ ਨੂੰ ਅੰਕਗਣਿਤਕ ਢੰਗ ਨਾਲ (ਚਿੱਤਰ 15.4) ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਜੀਵ ਜਾਂ ਉਸਦੇ ਅੰਗ ਕਈ ਢੰਗਾਂ ਨਾਲ ਹੋਰ ਸੈੱਲ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਵਾਧਾ ਦਰ ਅੰਕਗਣਿਤਕ ਜਾਂ ਰੇਖਾ ਗਣਿਤਕ ਵਧਾ (Magnification) ਨਾਲ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਅੰਕ ਗਣਿਤਕ ਵਾਧੇ ਵਿੱਚ ਸਮ ਸੂਤਰੀ ਵਿਭਾਜਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਕੇਵਲ ਇੱਕ ਸੂਤਰੀ ਸੰਤਾਨ ਸੈੱਲ ਲਗਾਤਾਰ ਵਿਭਾਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਜਦਕਿ ਦੂਜੇ ਸੈੱਲ ਵਿਭੇਦਤ ਅਤੇ ਵਿਕਸਿਤ ਹੁੰਦੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅੰਕਗਣਿਤਕ ਵਾਧਾ ਇੱਕ ਸਰਲ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਨਿਸਚਿਤ ਦਰ ਤੇ ਜੜ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। (ਚਿੱਤਰ 15.5) ਨੂੰ ਦੇਖੋ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਅੰਗ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਸਮੇਂ ਦੇ ਵਿਰੁੱਧ ਅਲੇਪਿਤ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋ ਰੇਖੀ ਵੱਕਰ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

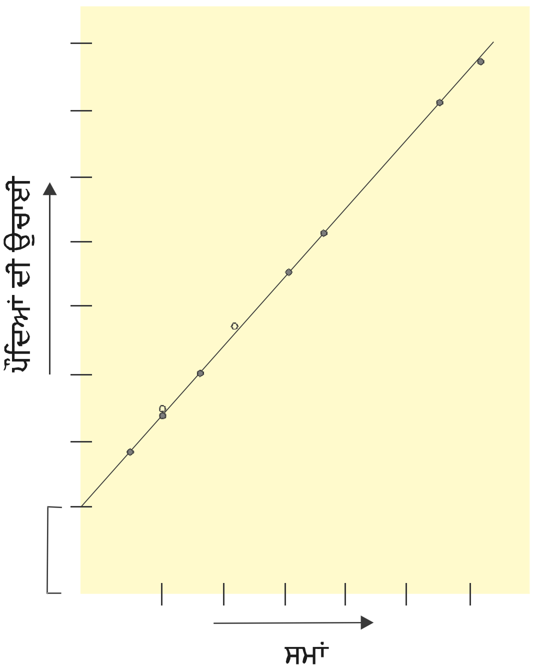
$L_t = L_0 + rt$

L_t = ਸਮੇਂ ‘t’ ਦੇ ਸਮੇਂ ਲੰਬਾਈ

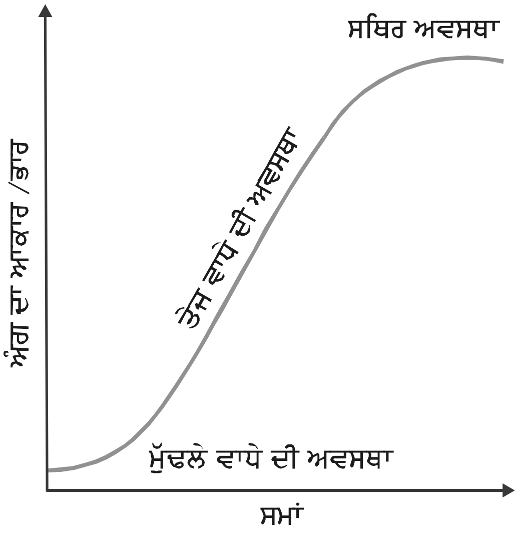
L_0 = ਸਮੇਂ ਜ਼ੀਰੋ ਦੇ ਸਮੇਂ ਲੰਬਾਈ

r = ਵਾਧਾ ਦਰ / ਵਾਧਾ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਸਮਾਂ

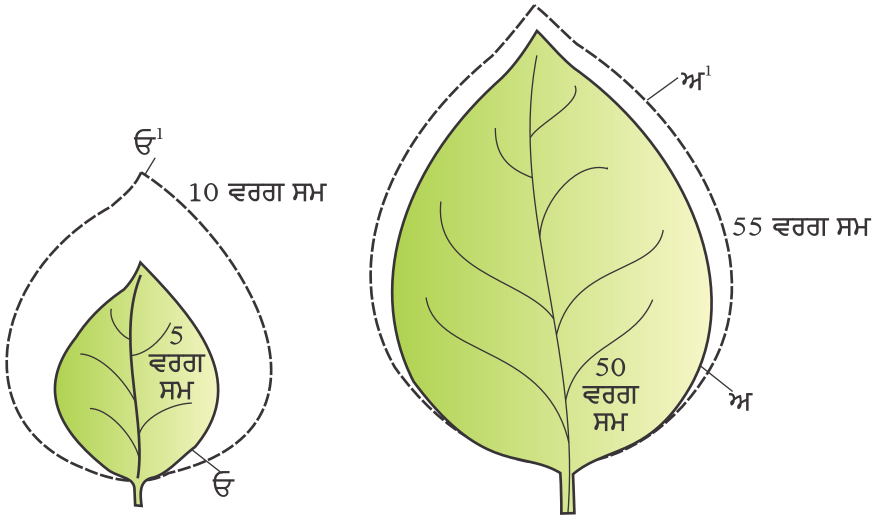
ਆਓ, ਹੁਣ ਦੇਖੀਏ, ਜਿਉਮਿਟਰੀਕ ਵਾਧੇ ਵਿੱਚ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ ਵਿੱਚ ਮੁੱਢਲਾ ਵਾਧਾ ਧੀਮਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਮੁੱਢਲੇ ਵਾਧੇ ਦੀ ਅਵਸਥਾ) ਅਤੇ ਇਸਤੋਂ ਬਾਅਦ ਤੇਜ਼ ਗਤੀ ਨਾਲ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਦੋਵੇਂ ਸੰਤਾਨ ਸੈੱਲ ਸਮ ਸੂਤਰੀ ਸੈੱਲ ਵਿਭਾਜਨ ਦਾ ਪਿੱਛਾ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਵਿਭਾਜਿਤ ਹੋਣ ਤੱਕ ਲਗਾਤਾਰ ਅਜਿਹੀ ਕਾਬਲਿਅਤ ਬਨਾਈ ਰੱਖਦੇ ਹਨ। ਹਲਾਂਕਿ ਸੀਮਿਤ ਪੋਸ਼ਣ ਪੂਰਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਵਾਧਾ ਵੀ ਧੀਮਾ ਹੁੰਦਾ ਹੋਇਆ ਸਥਿਰ ਅਵਸਥਾ ਵੱਲ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਸਮੇਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਵਾਧੇ ਦੇ ਮਾਪ ਦੰਡ ਨਿਯੋਜਿਤ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਅੰਗਰੇਜੀ ਦੇ ਆਕਾਰ ਦਾ ਸਿਗਮੋਈਡ (Sigmoid) ਜਾਂ S ਵੱਕਰ (S-



ਚਿੱਤਰ 15.5 ਸਥਿਰ ਰੇਖੀ ਵਾਧਾ, ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਸਮੇਂ ਵਿਰੁੱਧ ਗ੍ਰਾਫ



ਚਿੱਤਰ 15.6 ਇੱਕ ਆਦਰਸ਼ ਸਿਗਮੋਈਡ ਵਾਧਾ ਵੱਕਰ ਸਾਧਾਰਨ ਸੈੱਲਾਂ ਅਤੇ ਉੱਚ ਪੌਦਿਆਂ ਅਤੇ ਪੌਦਾ ਅੰਗਾ ਲਈ ਇੱਕ ਸਾਧਾਰਨ ਵੱਕਰ



ਚਿੱਤਰ 15.7 ਨਿਰਪੇਖ ਅਤੇ ਸਾਪੇਖ ਵਾਧਾ ਦਰ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਦਾ ਰੇਖਾ ਚਿੱਤਰ ੳ ਅਤੇ ਅ ਪੱਤਿਆਂ ਨੂੰ ਵੇਖੋ। ਦੋਵਾਂ ਨੇ ਆਪਣੇ ਖੇਤਰਫਲ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ੳ ਤੋਂ ੳ-1 ਅਤੇ ਅ ਤੋਂ ਅ-1, 5 ਸਮ ਵਧਾ ਲਏ ਹਨ।

Curve) ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 15.6)। S ਵੱਕਰ ਸਾਰੇ ਜੀਵਿਤ ਪ੍ਰਾਣੀਆਂ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਹੈ ਜਿਹੜੇ ਕੁਦਰਤੀ ਵਾਤਾਵਰਨ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਰਹੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਸਾਰੇ ਸੈੱਲਾਂ, ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਅਤੇ ਪੌਦੇ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਅੰਗਾਂ ਲਈ ਇੱਕ ਆਦਰਸ਼ ਹੈ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਅਜਿਹੀਆਂ ਹੋਰ ਵੀ ਉਦਾਹਰਣਾਂ ਬਾਰੇ ਸੋਚ ਸਕਦੇ ਹੋ ? ਮੌਸਮੀ ਕਿਰਿਆ ਕਲਾਪ ਪ੍ਰਗਟ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਰੁੱਖ ਤੋਂ ਤੁਸੀਂ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵੱਕਰ ਦੀ ਆਸ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ। ਤੇਜ਼ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਗਟਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

$W_1 = W_0 e^{rt}$

W_1 = ਅੰਤਿਮ ਆਕਾਰ (ਭਾਰ, ਉਚਾਈ, ਗਿਣਤੀ, ਆਦਿ)

W_0 = ਮੁੱਢਲੇ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ

r = ਵਾਧਾ ਦਰ

t = ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ

e = ਸੁਭਾਵਿਕ ਲਘੁਗਣਿਤ ਦਾ ਆਧਾਰ

ਇਥੇ r = ਇੱਕ ਸਾਪੇਖ ਵਾਧਾ ਦਰ ਅਤੇ ਨਾਲ ਹੀ ਪੌਦੇ ਦੁਆਰਾ ਨਵੀਂ ਪੌਦਾ ਸਮੱਗਰੀ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਨੂੰ ਮਾਪਣ ਲਈ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਇੱਕ ਕਾਰਜਕੁਸ਼ਲ ਸੂਚਕਾਂਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ W_1 ਦਾ ਅੰਤਿਮ ਆਕਾਰ W_0 ਦੇ ਮੁੱਢਲੇ ਆਕਾਰ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਜੀਵਿਤ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੇ ਵਾਧੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਮਾਤ੍ਰਕ ਤੁਲਨਾ ਵੀ ਦੋ ਤਰੀਕਿਆਂ ਨਾਲ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ (i) ਮਾਪਣਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਸਮੇਂ ਦੇ ਕੁੱਲ ਵਾਧੇ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਜਿਸਨੂੰ ਨਿਰਪੇਖ ਵਾਧਾ ਦਰ (Absolute Growth Rate) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। (ii) ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਯੂਨਿਟ ਦੇ ਸਮੇਂ ਦੇ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਆਮ ਆਧਾਰ ਤੇ ਪ੍ਰਗਟ ਕਰਨਾ, ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀ ਯੂਨਿਟ ਮੁੱਢਲਾ ਮਾਪਢੰਡ ਨੂੰ ਸਾਪੇਖ ਵਾਧਾ ਦਰ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। (ਚਿੱਤਰ 15.7) ਜਿੱਥੇ ਦੋ ਪੱਤੇ ੳ ਅਤੇ ਅ ਭਿੰਨ ਆਕਾਰਾਂ ਦੇ ਵਿਖਾਏ ਗਏ ਹਨ, ਪਰ ਇੱਕ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਪੂਰੇ ਖੇਤਰਫਲ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਸਮਾਨ ਹੈ ਪਰ ਫਿਰ ਵੀ ਇੱਕ ਵਿੱਚ ਸਾਪੇਖ ਵਾਧਾ ਦਰ ਵੱਧ ਹੈ। ਇਹ ਕਿਹੜਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਉਂ ?

15.1.5 ਵਾਧੇ ਲਈ ਸ਼ਰਤਾ (Conditions For Growth)

ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਲਿਖਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ ਕੀ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਵਾਧੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਚੀਜਾਂ ਕੀ ਹਨ? ਇਸ ਸੂਚੀ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ, ਆਕਸੀਜਨ ਅਤੇ ਪੋਸ਼ਕ ਤੱਤ ਜ਼ਰੂਰ ਹੋਣੇ ਚਾਹੀਦੇ ਹਨ ਜੋ ਵਾਧੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹਨ। ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਸੈੱਲ ਵੱਡੇ ਹੋ ਕੇ ਆਪਣੇ ਆਕਾਰ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਲਈ ਪਾਣੀ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਪੌਦੇ ਦੇ ਵਾਧੇ ਅਤੇ ਉਸਦਾ ਵਿਕਾਸ, ਉਸਦੀਆਂ ਪਾਣੀ ਦੀਆਂ ਹਾਲਤਾਂ ਜਾਂ ਉਪਲਬਧਤਾ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੈ। ਵਾਧੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਐਨਜਾਈਮਾਂ ਦੀ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲਤਾ ਲਈ ਪਾਣੀ ਇੱਕ ਮਾਧਿਅਮ ਉਪਲਬਧ ਕਰਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਕਸੀਜਨ ਢਾਹੂ ਉਸਾਰੂ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਮੁਕਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਮਦਦ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਪੌਦਿਆਂ ਦੁਆਰਾ ਪੋਸ਼ਕਾਂ (ਵੱਡੇ ਅਤੇ ਸੂਖਮ ਜਰੂਰੀ ਤੱਤ) ਦੀ ਲੋੜ ਜੀਵ ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸਰੋਤਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੰਮ ਕਰਨ ਲਈ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਇਸਤੋਂ ਇਲਾਵਾਂ ਹਰ ਪੌਦੇ ਲਈ ਅਨੁਕੂਲ ਤਾਪਮਾਨ ਸੀਮਾ ਹੈ ਜਿਹੜੀ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਾਧੇ ਲਈ ਅਤਿਅੰਤ ਅਨੁਕੂਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਾਪ ਦੇ ਘੇਰੇ ਤੋਂ ਕਿਸੇ ਵੀ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦਾ ਵਿਚਲਣ ਉਸਦੀ ਹੋਂਦ ਲਈ ਘਾਤਕ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਵਾਤਾਵਰਨੀ ਸੰਕੇਤ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਤੇ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਵਾਧੇ ਦੀਆਂ ਕੁੱਝ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਜਾਂ ਕੁੱਝ ਪੜਾਵਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

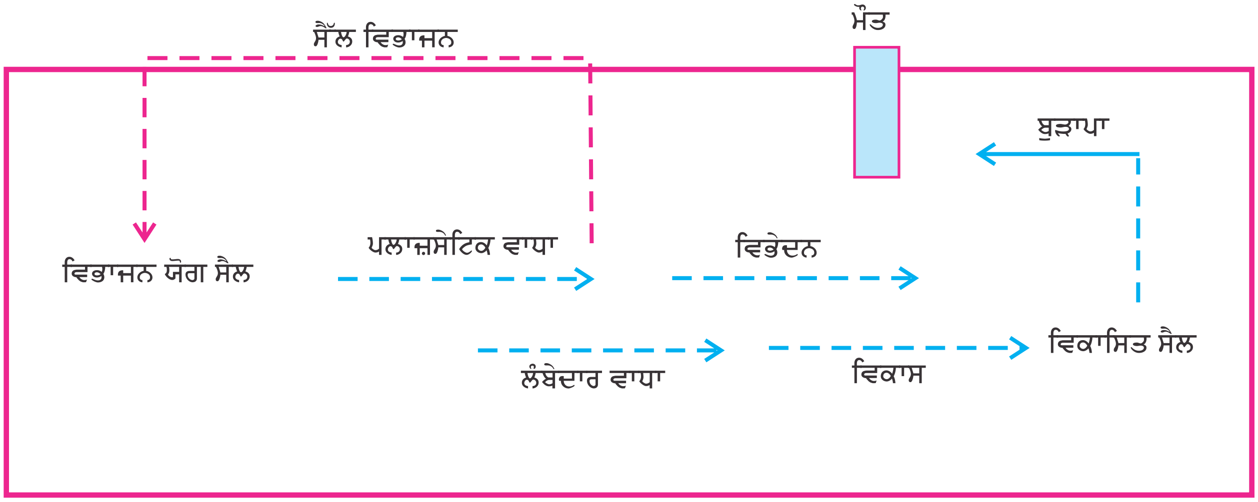
15.2 ਵਿਭੇਦਨ, ਅਵਿਭੇਦਨ ਅਤੇ ਮੁੜ ਵਿਭੇਦਨ (Differentiation, Dediferentiation and Redifferentiation)

ਜੜ੍ਹ ਸਿਖਰ ਵਿਭਾਜਨ ਯੋਗ ਅਤੇ ਟਹਿਣੀ ਸਿਖਰ ਵਿਭਾਜਨ ਯੋਗ ਅਤੇ ਕੈਂਬੀਅਮ ਵਿਭੇਦਨ ਯੋਗ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਕਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਪੂਰਾ ਕਰਨ ਲਈ ਵਿਕਸਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਵਿਕਾਸ ਵੱਲ ਹੋਂਦ ਵਾਲੀ ਕਾਰਜਕਾਰਨੀ ਨੂੰ ਵਿਭੇਦਨ ਜਾਂ ਵੱਖਰਾਉਣਾ (Differentiation) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਉਹ ਆਪਣੀ ਸੈੱਲ ਭਿੱਤੀ ਅਤੇ ਜੀਵ ਦ੍ਰਵ ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚ ਹੀ ਜਾਂ ਕੁੱਝ ਵੱਡੇ ਬਣਤਰੀ ਬਦਲਣ ਵਿੱਚੋਂ ਲੰਘਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਨ ਵਜੋਂ ਇੱਕ ਵਹਿਣੀ ਤੱਤ ਦੇ ਬਣਨ ਵਿੱਚ ਸੈੱਲ ਆਪਣੇ ਜੀਵ ਦ੍ਰਵ ਨੂੰ ਗੁਆ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਇਹ ਬਹੁਤ ਮਜਬੂਤ ਤਣਾਅਯੁਕਤ ਲਿਗਨਿਨ, ਸੈਲੂਲੋਜ ਯੁਕਤ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸੈੱਲ ਭਿੱਤੀ ਵਿੱਚ ਵਿਕਸਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਹੜੀ ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਅਤਿਅੰਤ ਤਨਾਅ (Extreme tension) ਵਿੱਚ ਵੀ ਪਾਣੀ ਦੇ ਵਹਾਅ ਲਈ ਢੁੱਕਵੀਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਸਰੀਰ ਦੀ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਬਣਤਰੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾਵਾਂ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਨਾਲ ਸਬੰਧੰਤ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲਤਾ ਨਾਲ ਸਬੰਧ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ ਕਰੋ।

ਪੌਦੇ ਹੋਰ ਰੋਚਕ ਤੱਥ ਵੀ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਜੀਵਿਤ ਵਿਭੇਦਿਤ ਸੈੱਲ ਕੁੱਝ ਖਾਸ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਨ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਮੁੜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਯੋਗਤਾ ਨੂੰ ਨਿਰਵਿਭੇਦਨ (Dedifferentiation) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਅੰਤਰਫੈਸੀਕੂਲਰ ਕੈਂਬੀਅਮ (Interfascicular) ਅਤੇ ਕਾਰਕ ਕੈਂਬੀਅਮ ਨਿਰਵਿਭੇਦਿਤ ਸੈੱਲਾਂ/ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਕੀਤੇ ਸੈੱਲ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਨ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਗੁਆ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਇੱਕ ਲੱਕੜੀ ਵਾਲੇ ਦੋ ਬੀਜ ਪੱਤਰੀ ਪੌਦੇ ਦੇ ਕੁੱਝ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਦੀ ਸੂਚੀ ਬਣਾਉ ਜਿਹੜੇ ਮੁੜ ਵਿਭੇਦਨ ਦੇ ਉਤਪਾਦ ਹੋਣ। ਤੁਸੀਂ ਇੱਕ ਗਸੌਲੀ (Tumour) ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਿਵੇਂ ਕਰੋਗੇ ?

ਤੁਸੀਂ ਅਜਿਹੇ ਪੇਰਨਕਾਇਮਾ ਸੈੱਲਾਂ ਨੂੰ ਕੀ ਕਹੋਗੇ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਟਿਸ਼ੂ ਕਲਚਰ ਦੌਰਾਨ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰਵਾਇਆ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ ?

ਉਪਭਾਗ 15.1.1 ਵੱਲ ਧਿਆਨ ਮਾਰੋ, ਅਸੀਂ ਦਸਿਆ ਸੀ ਕੇ ਪੌਦੇ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਖੁੱਲ੍ਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਭਾਵ ਇਹ ਸੀਮਿਤ ਜਾਂ ਅਸੀਮਿਤ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਹੁਣ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭੇਦਨ ਵੀ ਖੁੱਲਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਠੀਕ ਉਸੇ ਮੇਰੀਸਟੇਮ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਹੋਏ ਸੈੱਲ/ਟਿਸ਼ੂ ਵਿਕਸਿਤ ਹੋਣ ਤੇ ਭਿੰਨ ਰਚਨਾਵਾਂ ਤਿਆਰ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸੈੱਲ/ਟਿਸ਼ੂ ਦੇ ਵਿਕਾਸ ਸਮੇਂ ਅੰਤਿਮ ਬਣਤਰ ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਥਾਂ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਐਪੀਕਲ ਮੇਰੀਸਟੇਮ ਤੋਂ ਦੂਰ ਸੈੱਲ ਜੜ੍ਹ ਟੋਪੀ ਸੈੱਲਾਂ (Root Cap cells) ਵਿੱਚ ਵਿਭੇਦਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜਦਕਿ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਬਾਹਰਲੇ ਵਲੇਵਿਆਂ ਵੱਲ ਧੱਕ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਉਹ ਬਾਹਰੀ ਛਿੱਲ (Epidermis) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਕਸਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਖੁੱਲੇ ਵਿਭੇਦਨ ਦੀਆਂ ਹੋਰ ਉਦਾਹਰਨਾਂ ਦੇਣਾ ਚਾਹੋਗੇ ਜੋ ਸੈੱਲਾਂ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਅਤੇ ਪੌਦੇ ਅੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਸਥਾਨ ਦੇ ਸਬੰਧਾਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।

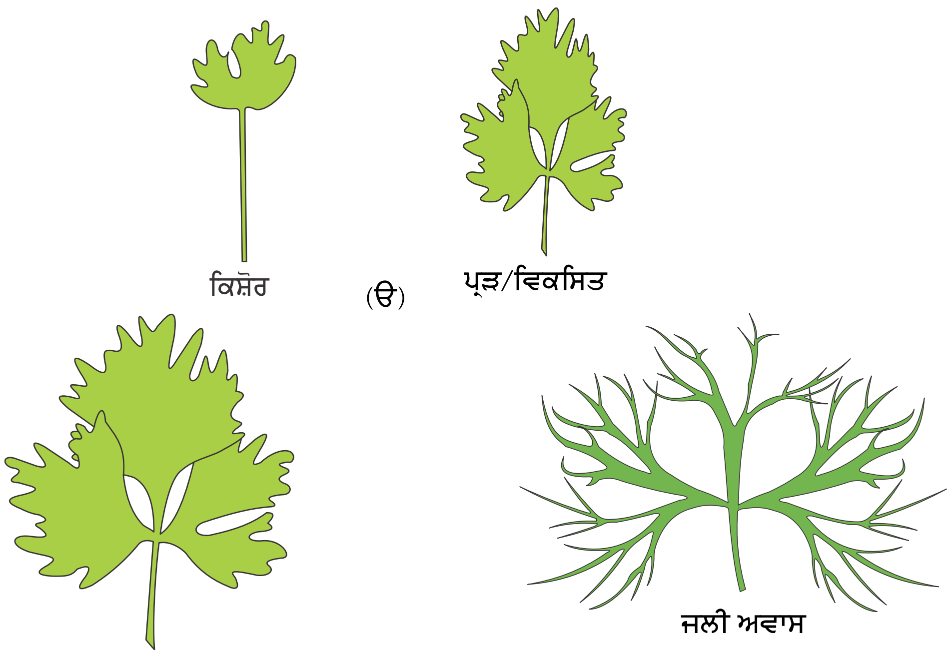


ਚਿੱਤਰ 15.8 ਇੱਕ ਪੌਦਾ ਸੈੱਲ ਦੇ ਵਿਕਾਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੀ ਤਰਤੀਬ

15.3 ਵਿਕਾਸ (Development)

ਵਿਕਾਸ ਉਹ ਸ਼ਬਦ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਅਧੀਨ ਇੱਕ ਜੀਵ ਦੇ ਜੀਵਨ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਸਾਰੇ ਬਦਲਾਵ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹਨ ਜਿਹੜੇ ਬੀਜ ਦੇ ਪੁੰਗਰਨ ਅਤੇ ਬੁੜਾਪੇ ਵਿਚਕਾਰ ਆਉਂਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 15.8 ਵਿੱਚ ਉੱਚ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਸੈੱਲਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਵਿਕਾਸ ਦੀਆਂ ਤਰਤੀਬਵਾਰ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਨੂੰ ਰੇਖਾ ਚਿੱਤਰ ਰਾਹੀਂ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਟਿਸ਼ੂ/ਅੰਗਾਂ ਤੇ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਪੌਦੇ ਵਾਤਾਵਰਨ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਕਾਰਨ ਜਾਂ ਜੀਵਨ ਦੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਪੜਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪੱਖਾਂ ਨੂੰ ਅਪਣਾਉਂਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਕਿ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਰਚਨਾਵਾਂ ਦਾ ਗਠਨ ਕਰ ਸਕਣ। ਇਸ ਯੋਗਤਾ ਨੂੰ ਪਲਾਸਟੀਸਿਟੀ (Plasticity) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਕਪਾਹ, ਧਨੀਆ ਅਤੇ ਲਾਰਕਸਪਰ ਵਿੱਚ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਆਕਾਰ ਦੇ ਪੱਤਿਆਂ ਦਾ ਆਕਾਰ ਕਿਸ਼ੋਰਅਵਸਥਾ ਅਤੇ ਵਿਕਸਿਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਬਟਰਕ ਕੱਪ ਵਿੱਚ ਪੱਤਿਆ ਦਾ ਆਕਾਰ ਹਵਾਈ ਭਾਗਾਂ (Aerial Parts) ਵਿੱਚ ਵੱਖ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 15.9)। ਪੱਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਿਖਮਪਰਨਤਾ (Heterophylly) ਪਲਾਸਟੀਸਿਟੀ ਦੀ ਇੱਕ ਉਦਾਹਰਨ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 15.9 (ੳ) ਲਾਰਕਸਪਰ ਅਤੇ (ਅ) ਬਟਰਕਪ ਵਿੱਚ ਵਿਖਮਪਰਨਤਾ (Heterophylly)

ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਪੌਦੇ ਦੇ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ, ਵਿਭੇਦਨ ਅਤੇ ਵਿਕਾਸ ਬਹੁਤ ਹੀ ਨੇੜੇ ਦਾ ਸਬੰਧ ਰੱਖਣ ਵਾਲੀਆਂ ਘਟਨਾਵਾਂ ਹਨ। ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਵਿਕਾਸ ਨੂੰ ਵੱਧਦੇ ਅਤੇ ਵਿਭੇਦਨ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮਾਪਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਿਕਾਸ ਭਾਵ ਵਾਧਾ ਅਤੇ ਵਿਭੇਦਨ ਦੋਵੇਂ ਅੰਦਰੂਨੀ ਅਤੇ ਬਾਹਰੀ ਕਾਰਕਾਂ ਨਾਲ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਅੰਦਰੂਨੀ ਕਾਰਕਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰਾਸੈੱਲੀ (ਅਨੁਵੰਸ਼ਿਕੀ) ਅਤੇ ਅੰਤਰਸੈੱਲੀ ਕਾਰਕ (ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪੌਦਾ ਵਾਧਾ ਨਿਯੰਤਰਕ ਰਸਾਇਣ) ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਦਕਿ ਬਾਹਰੀ ਕਾਰਕਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਤਾਪਮਾਨ, ਪਾਣੀ, ਆਕਸੀਜਨ ਅਤੇ ਪੋਸ਼ਕ ਆਦਿ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

15.4 ਪੌਦਾ ਵਾਧਾ ਨਿਯੰਤਰਕ (Plant Growth Regulators)

15.4.1 ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾਵਾਂ (Characterstics)

ਪੌਦਾ ਵ੍ਰਿਧੀ ਨਿਯੰਤਰਕ (Plant Growth Regulators) ਭਿੰਨ ਰਸਾਇਣਿਕ ਘਟਕਾਂ ਵਾਲੇ ਸਾਧਾਰਨ ਅਤੇ ਛੋਟੇ ਅਣੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇੰਡੋਲ (Indole) ਯੋਗਿਕ (ਇੰਡੋਲ-3 ਐਸਟਿਕ ਐਸਿਡ (IAA), ਐਡੀਨਾਈਨ (Adenine) ਵਿਉਤਪਨ (Derivatives) (N^6-ਫਰਫਯਿਰਾਈਲ ਐਮਿਨੋ ਪੁਇਰਾਈਨ, ਕੀਨੇਟਿਨ (N^6- Furfurylamino Purine, Kinetin) ਕਾਰੋਟੀਨੋਈਡ ਦੇ ਵਿਉਤਪਨ (ਐਬਸੀਸਿਕ ਐਸਿਡ, ABA), ਟਰਪੀਨਜ (Terpenes) (ਜਿਬਰੇਲਿਕਐਸਿਡ, GA3 ਜਾਂ ਗੈਸਾਂ (ਈਥਾਈਲੀਨ, (C_2H_4)) ਪੌਦਾ ਵ੍ਰਿਧੀ ਨਿਯਾਮਕ ਨੂੰ ਪੌਦਾ ਵਾਧਾ ਪਦਾਰਥ, ਪੌਦਾ ਹਾਰਮੌਨਜ ਜਾਂ ਬਨਸਪਤੀ ਹਾਰਮੌਨਜ (Plant Hormones/Phytohormones) ਦੇ ਨਾਂ ਨਾਲ ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

ਪੌਦਾ ਵਾਧਾ ਨਿਯਾਮਕ (Plant Growth Hormones) ਨੂੰ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਇੱਕ ਸਜੀਵ ਪੌਦੇ ਵਿੱਚ ਉਸਦੀ ਕਾਰਜਸ਼ੀਲਤਾ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਦੋ ਸਮੂਹਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। PGRs ਦਾ ਇੱਕ ਸਮੂਹ ਵਾਧਾ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸੈੱਲ ਵਾਧਾ, ਸੈੱਲ ਵਿਕਾਸ, ਰਚਨਾ ਵਿਭਾਜਨ, ਅਨੁਵਰਤਨੀ ਵਾਧਾ (Tropic Growth), ਫੁੱਲ ਖਿੜਨਾ, ਫਲ਼ ਲਗਣਾ ਅਤੇ ਬੀਜ ਆਦਿ। ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਪੌਦਾ ਵਾਧਾ ਨਿਯਾਮਕ (PGRs) ਵੀ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਆਕਸਿਨ, ਗਿਬਰਲਿਨ ਤੇ ਸਾਈਟੋਕਾਈਨਿਨ। ਉਸਦੇ ਸਮੂਹ ਦੇ ਦੂਜੇ (PGRs) ਅਤੇ ਦਬਾਓ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਪੌਦਿਆਂ ਦੀ ਅਨੁਕਿਰਿਆ ਸਮੂਹ ਦੇ ਦੂਜੇ PGRs ਵਿੱਚ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਉਹ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਵਾਧਾ ਰੋਕੂ ਕਿਰਿਆਵਾਂ

ਜਿਵੇਂ ਸੁਪਤ ਅਵਸਥਾ (Dormancy) ਅਤੇ ਪੱਤਝੜ (Abscission) ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਵੀ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਐਬਸਿਸਕ ਐਸਿਡ PGRs ਇਸੇ ਸਮੂਹ ਦਾ ਮੈਂਬਰ ਹੈ। ਗੈਸ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਈਥੀਲੀਨ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸਮੂਹ ਨਾਲ ਬੈਠ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਪਰ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਇਹ ਇੱਕ ਵਾਧਾ ਰੋਕੂ (Growth Inhibitor) ਕਿਰਿਆਕਲਾਪਾਂ ਵਿੱਚ ਆਉਂਦਾ ਹੈ।

15.4.2. ਪੌਦਾ ਵਾਧਾ ਨਿਯੰਤਰਕਾਂ ਦੀ ਖੋਜ (Discovery of Plant Growth Regulators)

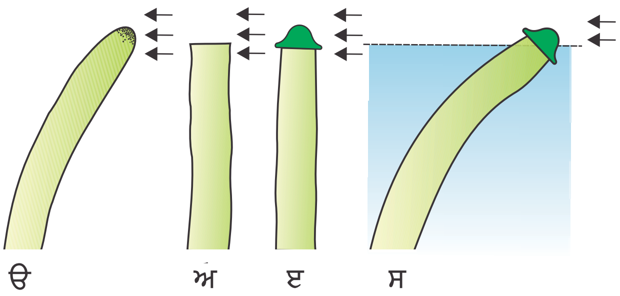
ਦਿਲਚਸਪ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ PGR ਦੇ ਪੰਜ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਸਮੂਹਾਂ ਵਿੱਚ ਹਰ ਇੱਕ ਦੀ ਖੋਜ ਇੱਕ ਸੰਯੋਗ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਚਾਰਲਸ ਡਾਰਵਿਨ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪੁੱਤਰ ਫਰਾਂਸਿਸ ਡਾਰਵਿਨ ਦੇ ਅਵਲੋਕਨਾਂ ਤੋਂ ਹੋਈ। ਜਦ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਵੇਖਿਆ ਕਿ ਕਨਾਰੀ ਘਾਹ (Canary Grass) ਦੇ ਪੁੰਗਾਰ (Coleoptile) ਇੱਕ ਪਾਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਅਨੁਕਿਰਿਆ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸਰੋਤ ਵੱਲ ਵਾਧਾ (ਫੋਟੋਟਰੋਪਿਜਮ) ਕਰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੀ ਇੱਕ ਲੰਬੀ ਲੜੀ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਸਿੱਟਾ ਕੱਢਿਆ ਗਿਆ ਕਿ ਪੁੰਗਾਰ ਦੀ ਨੋਕ (Coleoptile) ਸੰਚਾਰਨੀ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ ਹੈ ਜਿਹੜੀ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪੁੰਗਾਰ ਦੇ ਮੁੜਨ ਦਾ ਕਾਰਨ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 15.10)। ਆਕਸਿਨ (Auxins) ਦੀ ਖੋਜ ਐਫ.ਡਬਲਿਓ.ਵੇਂਟ (F.W. Went) ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਜਵੀ ਦੀ ਪੁੰਗਾਰ ਦੇ ਸਿਖਰ ਤੋਂ ਕੀਤੀ ਗਈ।

ਬੈਕੇਨ (bakane) ਧਾਨ ਦੇ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਬੀਜਾਂ ਦੀ ਬੀਮਾਰੀ ਹੈ ਜੋ ਰੋਗਕਾਰੀ ਉੱਲੀ ਜਿਬਰੇਲਾ ਫਿਉਜੀਕੋਰਾਈ (Gibberella Fujikuroi) ਦੁਆਰਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਈ. ਕੁਰੋਸਿਵਾ ਨੇ ਰੋਗ ਰਹਿਤ ਧਾਨ ਦੇ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਰੋਗ ਲੱਛਣਾਂ ਨੂੰ ਲੱਭਿਆ ਜਦ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਉੱਲੀ ਦੇ ਜੀਵਾਣੂ ਰਹਿਤ ਫਿਲਟਰੇਟ ਨਾਲ ਉਪਚਾਰਿਤ (Treat) ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਕਾਰਕ ਦੀ ਪਹਿਚਾਨ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਜਿਬਰੈਲਿਕ ਐਸਿਡ ਵਜੋਂ ਹੋਈ।

ਐਫ ਸਕੂਗ (F.Skoog) ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਸਾਥੀਆਂ ਨੇ ਵੇਖਿਆ ਕਿ ਤੰਬਾਕੂ ਦੇ ਤਣੇ ਦੀਆਂ ਪੋਰੀਆਂ (In ternodal) ਕੈਲਸ ਤੋਂ ਉਦੋਂ (ਨਿਰਵਿਭੇਦਤ ਸੈੱਲਾਂ ਦਾ ਸਮੂਹ ਸਾਰੇ) (A mass of Undifferentiated Cells) ਪੁੰਗਰੀਆਂ ਜਦੋਂ ਆਕਸਿਨ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਵਹਿਣੀ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਦਾ ਸੱਤ (Extracts), ਖਮੀਰ ਦਾ ਸੱਤ ਜਾਂ ਨਾਰੀਅਲ ਦਾ ਦੁੱਧ ਜਾਂ DNA ਪੂਰਕ (Supplemented) ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ। ਸਕੂਗ ਅਤੇ ਮਿਲਰ ਨੇ ਸਾਈਟੋਕਾਈਨੇਸਿਸ ਨੂੰ ਵਧਾਉਣ ਵਾਲੇ ਇਸ ਤੱਤ ਨੂੰ ਪਛਾਣਿਆਂ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਕ੍ਰਿਸ਼ਟਲੀਕਰਨ ਕੀਤਾ ਤੇ ਇਸਨੂੰ ਕਾਈਨੇਟਿਨ ਦਾ ਨਾਂ ਦਿੱਤਾ।

1960 ਦੇ ਮੱਧ ਵਿੱਚ ਤਿੰਨ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਵਿਗਿਆਨੀਆਂ ਨੇ ਸੁਤੰਤਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਤਿੰਨ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਨਿਰੋਧਕਾਂ (Inhibitors) ਦਾ ਸ਼ੁਧੀਕਰਨ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਰਾਸਾਇਣਿਕ ਸਰੂਪ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ। ਉਹ ਨਿਰੋਧਕ ਬੀ, ਬਿਲਗਨ II ਅਤੇ ਡੋਰਮਿਨ ਹੈ। ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਇਹ ਤਿੰਨੋਂ ਰਸਾਇਣਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਰਾਬਰ ਪਾਏ ਗਏ। ਇਸਦਾ ਨਾਂ ਐਬਸਿਸਕ ਅਮਲ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ।

ਕੋਸਿੰਸ (Cousins) ਨੇ ਇਹ ਸੁਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕੀਤਾ ਕੀ ਪੱਕੇ ਹੋਏ ਸੰਤਰੇ ਵਿੱਚੋਂ ਨਿਕਲਿਆ ਹੋਇਆ ਇੱਕ ਵਾਸ਼ਪਸ਼ੀਲ ਤੱਤ ਸਟੋਰ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਬਿਨਾਂ ਪੱਕੇ ਕੇਲੇ ਨੂੰ ਛੇਤੀ ਪਕਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤੱਤ ਦਾ ਨਾਂ ਈਥੀਲੀਨ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਜੋ ਇੱਕ ਗੈਸੀ PGRs ਹੈ। ਆਓ, ਅਸੀਂ ਹੁਣ ਇਹਨਾਂ ਪੰਜਾਂ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ PGR ਦੇ ਸਰੀਰ ਉੱਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਦਾ ਅਗਲੇ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਅਧਿਐਨ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।



ਚਿੱਤਰ 15.10 ਮੁੰਗਾਰ ਦੇ ਸਿਖਰ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਜਿੱਥੇ ਆਕਸਿਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਤੀਰ

15.4.3. ਪੌਦਾ ਵਾਧਾ ਨਿਯੰਤਰਕਾਂ ਦੇ ਸਰੀਰਕ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵ (Physiological Effects of Plant Growth Regulators)

15.4.3.1. ਆਕਸਿਨ (Auxins)

ਆਕਸਿਨ (ਯੂਨਾਨੀ ਸ਼ਬਦ ਆਕਸੇਨ : ਵਧਨਾ) ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਮਨੁੱਖ ਦੇ ਪਿਸ਼ਾਬ ਵਿੱਚੋਂ ਕੱਢਿਆ ਗਿਆ। ਸ਼ਬਦ 'ਆਕਸਿਨ' ਇਨਡੋਲ-3 ਐਸਟਿਕ ਅਮਲ (IAA) ਅਤੇ ਦੂਜੇ ਕੁਦਰਤੀ ਅਤੇ ਸੰਸ਼ਲਿਸ਼ਟ ਯੋਗਿਕ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਹੋਵੇ, ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਤਣੇ ਅਤੇ ਜੜ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਧਦੇ ਹੋਏ ਸਿਖਰਾਂ (ਨੋਕਾਂ) ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਥੋਂ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲਤਾ ਵਾਲੇ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਆਕਸਿਨ ਜਿਵੇ IAA ਅਤੇ ਇਨਡੋਲ ਬਿਊਟੀਰਿਕ ਐਸਿਡ (IBA) ਪੌਦੇ ਤੋਂ ਕੱਢਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਨੈਫਥਲੀਨ ਐਸਟਿਕ ਅਮਲ (NAA) ਅਤੇ 2, 4-D (2,4-ਡਾਈਕਲੋਰੋਫਿਨੋਕਸੀਐਸਟਿਕ ਐਸਿਡ ਬਣਾਉਟੀ ਆਕਸਿਨ ਹਨ। ਆਕਸਿਨ ਦੇ ਉਪਯੋਗਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ਾਲ ਘੇਰਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਬਾਗਬਾਨੀ ਅਤੇ ਖੇਤੀਬਾੜੀ ਵਿੱਚ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

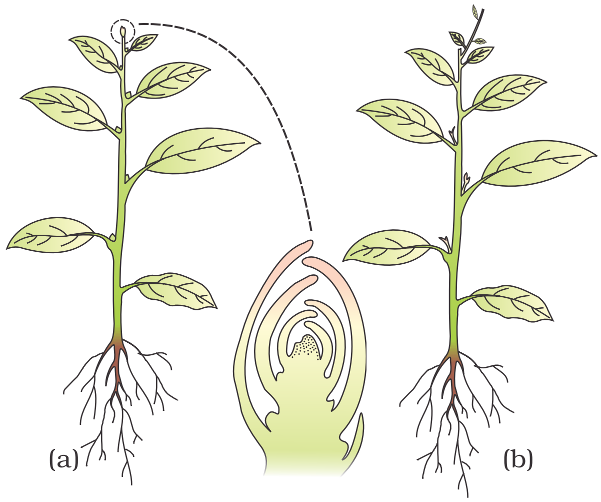
ਇਹ ਤਣਿਆਂ ਦੀਆਂ ਕਲਮਾਂ (Cuttings) ਵਿੱਚ ਜੜ੍ਹਾਂ ਫੁੱਟਣ (Rootng) ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦੀ ਹੈ ਜਿਹੜੀ ਕੀ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਵਾਧੇ ਵਿੱਚ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਵਰਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਆਕਸਿਨ ਫੁੱਲ ਖਿੜਨ ਨੂੰ ਵਧਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਅਨਾਨਾਸ ਵਿੱਚ। ਇਹ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਪੱਤੇ ਅਤੇ ਫਲਾਂ ਨੂੰ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਡਿੱਗਣ ਤੋਂ ਬਚਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਪੁਰਾਣੇ ਅਤੇ ਵਿਕਸਿਤ ਪੱਤਿਆਂ ਤੇ ਫਲਾਂ ਦੇ ਝੜਣ ਨੂੰ ਵਧਾਉਂਦੇ ਹਨ।

ਕੁੱਝ ਉੱਚ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਕਰਦੀਆਂ ਨੁਕੀਲੀ ਕਲੀਆਂ (Apical bud) ਐਕਸਲਰੀ ਬਡ (Axillary buds) ਦੇ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਰੋਕ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸਨੂੰ ਐਪੀਕਲ ਡੋਮੀਨੰਸ (Apical Dominance) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਤਣਾਂ/ਟਹਿਣੀ ਸਿਖਰਾਂ ਨੂੰ ਹਟਾਉਣ (Decapitation) ਨਾਲ ਲੇਟਰਲ ਬਡ ਦਾ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਦੇਖੋ ਚਿੱਤਰ 15.11)। ਇਹ ਗੱਲ ਸਾਰਵਜਨਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਚਾਹ ਦੇ ਪੌਦੇ ਲਗਾਉਣ ਅਤੇ ਬਾੜ ਬਣਾਉਣ (Hedge Making) ਵਿੱਚ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਦੱਸ ਸਕਦੇ ਹੋ ਅਜਿਹਾ ਕਿਉਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਆਕਸਿਨ ਬੀਜ ਰਹਿਤ ਫਲਾਂ ਨੂੰ ਵੀ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਟਮਾਟਰ ਵਿੱਚ। ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਬੂਟੀਨਾਸ਼ਕ (Herbicides) ਵਜੋਂ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। 2, 4-D, ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਦੋ ਬੀਜ ਪੱਤਰੀ ਨਦੀਨਾਂ ਦਾ ਨਾਸ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਇੱਕ ਬੀਜ ਪੱਤਰੀ ਪੌਦਿਆਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਇਸਦੀ ਵਰਤੋਂ ਮਾਲੀਆਂ (Gardeners) ਰਾਹੀਂ ਬਾਗ ਤਿਆਰ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਆਕਸਿਨ ਜ਼ਾਈਲਮ ਬਿਖਰਾਉਣ ਨੂੰ ਨਿਯੰਤਰਨ ਕਰਨ ਅਤੇ ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਵਿਭਾਜਨ ਵਿੱਚ ਸਹਾਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

15.4.3.2. ਗਿਬਰਲਿਨਸ (Gibberellins)

ਗਿਬਰਲਿਨਸ ਇੱਕ ਹੋਰ ਕਿਸਮ ਦਾ ਪ੍ਰੋਤਸਾਹਕ (Promotery PGR) ਹੈ। 100 ਤੋਂ ਵੱਧ ਗਿਬਰਲਿਨਸ ਦੀ ਸੂਚਨਾ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਜੀਵਾਂ ਤੋਂ ਆ ਚੁੱਕੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਉੱਲੀ ਅਤੇ ਉੱਚ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ। ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਜੀਏ$_1$ (GA_1), ਜੀਏ$_2$ (GA_2), ਜੀਏ$_3$(GA_3) ਆਦਿ ਨਾਵਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਹਲਾਂਕਿ ਜੀਏ$_3$ (GA_3) ਉਹ ਜਿਬਰਲਿਨ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਖੋਜ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸੀ ਅਤੇ ਇਹ ਗਿਬਰਲਿਨਸ ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤੀ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਕਿਸਮ ਹੈ। ਸਾਰੇ ਜੀਏ ਐਸ (GAs) ਤੇਜ਼ਾਬੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਦੀ ਸਰੀਰਕ ਅਨੁਕਿਰਿਆ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਧੁਰੇ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਵਧਾਉਣ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਰੱਖਦੇ ਹਨ। ਇਸਲਈ ਅੰਗੂਰ ਦੇ ਤਣੇ (Stalk) ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਵਧਾਉਣ ਵਿੱਚ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਗਿਬਰਲਿਨਸ ਸੇਬ ਵਰਗੇ ਫਲਾਂ ਨੂੰ ਲੰਬਾ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ ਤਾਂਕਿ ਉਹ ਢੁੱਕਵਾ ਆਕਾਰ ਲੈ ਸਕਣ। ਇਹ ਬੁੜਾਪਾ ਆਉਣ ਨੂੰ ਵੀ ਰੋਕਦੇ ਹਨ ਤਾਂਕਿ ਫੱਲ ਰੁੱਖ ਉੱਤੇ ਵੱਧ ਸਮਾਂ ਰਹਿ ਸਕਣ ਅਤੇ ਬਾਜਾਰ ਵਿੱਚ ਉਪਲੱਬਧ ਹੋਣ। GA_3 ਨੂੰ ਸ਼ਰਾਬ (ਅਲਕੋਹਲ) ਉਦਯੋਗ ਵਿੱਚ ਮਾਲਟਿੰਗ (Malting) ਵਿਧੀ ਦੀ ਗਤੀ ਵਧਾਉਣ ਲਈ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਗੰਨੇ ਦੇ ਰਸ ਵਿੱਚ ਕਾਰਬੋਹਾਈਡਰੇਟ ਖੰਡ ਜਾਂ ਸ਼ੱਕਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਗੰਨੇ

ਦੀ ਖੇਤੀ ਵਿੱਚੋ ਗਿਬਰਲਿਨਸ ਛਿੜਕਣ ਤੇ ਗੰਨੇ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਵਧਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਨਾਲ ਉਪਜ 20 ਟਨ ਪ੍ਰਤੀ ਏਕੜ ਤੋਂ ਵੀ ਜ਼ਿਆਦਾ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। GA ਛਿੜਕਣ ਤੇ ਛੋਟੇ ਕੋਨੀਕਲ ਰੁੱਖਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਕਾਸ ਤੇਜ਼ ਗਤੀ ਨਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਬੀਜ ਜਲਦੀ ਹੀ ਤਿਆਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਗਿਬਰਲਿਨਸ ਚਕੁੰਦਰ, ਪੱਤਾ ਗੋਭੀ ਅਤੇ ਹੋਰ ਰੋਜੇਟੀ (Rosette) ਸੁਭਾਅ ਵਾਲੇ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਫੁੱਲ ਖਿਲਣ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਦੇ ਸਮੇਂ ਨੂੰ ਲੰਬਾ ਕਰਕੇ (Bolting) ਵਧਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 15. 11 ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਐਪੀਕਲ ਡੋਮੀਨੰਸ
(ੳ) ਐਪੀਕਲ ਬਡ ਸਮੇਤ ਪੌਦਾ
(ਅ) ਐਪੀਕਲ ਬਡ ਤੋਂ ਬਿਨਾਂ ਪੌਦਾ। ਐਪੀਕਲ ਬਡ ਨੂੰ ਹਟਾ ਕੇ ਲੇਟਰਲ ਬਡ ਦਾ ਪੁੰਗਰਨਾ ਧਿਆਨ ਨਾਲ ਦੇਖੋ।

15.4.3.3 ਸਾਈਟੋਕਾਈਨਿਨਸ (Cytokinins)

ਸਾਈਟੋਕਾਈਨਿਨਸ ਆਪਣਾ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਭਾਵ ਸਾਈਟੋਕਿਨੇਸਿਸ (Cytokinesis) ਤੇ ਪਾਉਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਕਾਈਨੀਨਿ (ਐਡਨਿਨ ਦਾ ਰੁਪਾਂਤਿਰਤ ਰੁਪ, ਇਕ ਪਿਊਰਿਨ) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਟੋਕਲੇਵਡ ਹਿਰਰਿੰਗ (Autoclaved herring) ਦੇ ਸ਼ੁਕਰਾਣੂ ਦੇ DNA ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲੱਭਿਆ ਗਿਆ ਸੀ। ਕਾਈਨੀਨ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਕੁਦਰਤੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ। ਸਾਈਟੋਕਾਈਨਿਨਸ ਵਰਗੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਖੋਜ ਦੇ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਮੱਕੀ ਦੇ ਕਰਨਲ (Corn-Kernels), ਨਾਰੀਅਲ ਦੇ ਦੁੱਧ ਤੋਂ ਜਿਆਟਿਨ (Zeatin) ਵੱਖ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਜਿਆਟਿਨ ਦੀ ਖੋਜ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਅਨੇਕਾਂ ਕੁਦਰਤੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਾਈਟੋਕਾਈਨਿਨਸ ਅਤੇ ਸੈੱਲ ਵਿਭਾਜਕ ਪ੍ਰੋਤਸਾਹਕ (Promoter)। ਪਛਾਣੇ ਗਏ। ਕੁਦਰਤੀ ਸਾਈਟੋਕਾਈਨਿਨਸ ਉਹਨਾਂ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਸੰਸ਼ਲਿਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿੱਥੇ ਤੇਜ਼ੀ ਨਾਲ ਸੈੱਲ ਵਿਭਾਜਨ ਸੰਪਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਜੜ੍ਹ ਸਿਖਰ, ਵਿਕਾਸਸ਼ੀਲ ਟਹਿਣੀ, ਕਲੀਆਂ ਅਤੇ ਕੱਚੇ ਫਲ਼ਾਂ (Young Fruits) ਆਦਿ। ਇਹ ਨਵੇਂ ਪੱਤਿਆਂ ਦੇ ਕਲੋਰੋਪਲਾਸਟ, ਟਹਿਣੀ ਦੀ ਮੋਟਾਈ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਅਤੇ ਆਲ਼ੇ ਦੁਆਲ਼ੇ ਟਹਿਣੀਆਂ (Adventitious Shoot) ਨਿਕਲਣ ਵਿੱਚ ਮਦਦ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸਾਈਟੋਕਾਈਨਿਨਸ ਸਿਖਰ ਵਾਧੇ ਦੀ ਪ੍ਰਧਾਨਤਾ (Apical Dominance) ਤੋਂ ਛੁਟਕਾਰਾ ਦਿਵਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪੌਸ਼ਕਾਂ ਦੇ ਸੰਚਾਰਣ (Mobilisation) ਨੂੰ ਵਧਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਪੱਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਬੁੜਾਪੇ ਵਿੱਚ ਦੇਰੀ ਲਿਆਉਣ ਵਿੱਚ ਮਦਦ ਮਿਲਦੀ ਹੈ।

15.4.3.4 ਈਥੀਲੀਨ (Ethylene)

ਈਥੀਲੀਨ ਇੱਕ ਗੈਸੀ ਪੌਦਾ ਵਾਧਾ ਨਿਯੰਤਰਕ (PGR) ਹੈ। ਇਹ ਬੁੜਾਪਾ ਅਵਸਥਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਅਤੇ ਪੱਕੇ ਹੋਏ ਫਲ਼ਾਂ ਵਿੱਚ ਭਾਰੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਸੰਸਲਿਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਈਥੀਲੀਨ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸਿੱਧੀ ਲੰਬਾਈ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ (Horizontal Growth), ਤਣੇ ਦਾ ਮੋਟਾ ਹੋਣਾ ਅਤੇ ਦੋ ਬੀਜ ਪੱਤਰੀ ਪੁੰਗਾਰਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕੁੰਡੀਆਂ ਬਣਾਉਣਾ (Hook Formation) ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਈਥੀਲੀਨ ਬੁੜਾਪਾ (Senescence) ਅਤੇ ਪਤੱਝੜ (Abscission) ਨੂੰ ਮੁੱਖ ਤੌਰ ਤੇ ਫੁੱਲਾਂ ਅਤੇ ਪੱਤਿਆ ਵਿੱਚ ਵਧਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਫਲਾਂ ਨੂੰ ਪਕਾਉਣ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਫਲਾਂ ਦੇ ਪੱਕਣ ਦੇ ਦੌਰਾਨ ਇਹ ਸਾਹ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸਾਹ ਗਤੀ ਦੇ ਇਸ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਕਲਾਈਮੈਕਟਿਕ ਸਾਹ ਕਿਰਿਆ (Respiratory Climactic) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਈਥੀਲੀਨ ਬੀਜਾਂ ਅਤੇ ਕਲੀਆਂ ਦੀ ਨਿੰਦਰ ਅਵਸਥਾ (Dormancy) ਨੂੰ ਤੋੜਦੀ ਹੈ, ਮੂੰਗਫਲੀ ਦੇ ਬੀਜਾਂ ਵਿੱਚ ਪੁੰਗਾਰ ਨੂੰ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਆਲੂ ਦੇ ਕੰਦ (Tuber) ਨੂੰ ਪੁੰਗਾਰਦੀ ਹੈ। ਈਥੀਲੀਨ

ਡੂੰਘੇ ਪਾਣੀ ਦੇ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪੋਰੀਆਂ (Internode) ਨੂੰ ਤੇਜ਼ ਲੰਬਾਈ ਵਾਧੇ ਲਈ ਉਤਸਾਹਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਪੱਤੀਆਂ ਅਤੇ ਟਹਿਣੀ ਦੇ ਉਪਰਲੇ ਭਾਗਾਂ ਨੂੰ ਪਾਣੀ ਤੋਂ ਉੱਪਰ ਰੱਖਣ ਵਿੱਚ ਮਦਦ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਈਥੀਲੀਨ ਜੜ੍ਹ ਵਾਧਾ ਅਤੇ ਜੜ੍ਹ ਰੋਮ ਨੂੰ ਵੀ ਪ੍ਰੋਤਸਾਹਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪੌਦੇ ਨੂੰ ਵੱਧ ਸੋਖਣ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਮਦਦ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਈਥੀਲੀਨ ਅਨਾਨਾਸ ਨੂੰ ਫੁੱਲ ਲਿਆਉਣ ਅਤੇ ਇਕੋ ਸਮੇਂ ਫੁਲ ਲੱਗਣ ਵਿੱਚ (Synchronising Fruit) ਮਦਦ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਨਾਲ ਹੀ ਅੰਬ ਵਿੱਚ ਫੁੱਲ ਲੱਗਣ ਨੂੰ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਈਥੀਲੀਨ ਅਨੇਕਾਂ ਕਾਰਜਕਾਰੀ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਨੂੰ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਇਹ ਖੇਤੀਬਾੜੀ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵਰਤੀ ਜਾਣ ਵਾਲੀ PGR ਹੈ। ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵਰਤਿਆ ਜਾਣ ਵਾਲਾ ਯੋਗਿਕ ਈਥੀਫੋਨ (Ethephon) ਹੈ। ਈਥੀਫੋਨ ਜਲੀ ਘੋਲਾਂ ਤੋਂ ਅਸਾਨੀ ਨਾਲ ਸੌਖਿਆ ਅਤੇ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਹੌਲੀ-ਹੌਲੀ ਈਥੀਲੀਨ ਛੱਡਦਾ ਹੈ। ਈਥੀਫੋਨ ਟਮਾਟਰ ਅਤੇ ਸੇਬ ਦੇ ਫਲਾਂ ਨੂੰ ਪਕਾਉਣ ਦੀ ਗਤੀ ਨੂੰ ਵਧਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਫੁੱਲਾਂ ਤੇ ਫਲਾਂ ਵਿੱਚ ਝੜਣ ਨੂੰ ਤੇਜ਼ੀ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ (ਕਪਾਹ, ਚੇਰੀ ਤੇ ਅਖਰੋਟ ਵਿੱਚ ਫੱਲ ਵਿਰਲਾਪਨ)। ਇਹ ਖੀਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਮਾਦਾ ਫੁੱਲਾਂ ਨੂੰ ਵਧਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਫਸਲ ਦੀ ਪੈਦਾਵਾਰ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

15.4.3.5. ਐਬਸਿਸਕ ਐਸਿਡ (Abscisic Acid)

ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਵੀ ਦੱਸਿਆ ਜਾ ਚੁੱਕਿਆ ਹੈ, ਕਿ ਐਬਸਿਸਕ ਐਸਿਡ ਦੀ ਖੋਜ ਪੱਤਝੜ ਅਤੇ ਨਿੰਦਰ ਅਵਸਥਾ ਨੂੰ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਉਸਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਕਾਰਨ ਹੋਈ ਸੀ। ਪਰ ਦੂਜੇ PGRs ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਵੀ ਪੌਦਾ ਵਾਧਾ ਅਤੇ ਵਿਕਾਸ ਤੇ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਇਹ ਇੱਕ ਆਮ ਪੌਦਾ ਵਾਧਾ ਅਤੇ ਪੌਦਾ ਢਾਹੂ ਉਸਾਰੂ ਕਿਰਿਆ ਰੋਕਣ ਵਾਲੇ ਕਾਰਕ ਵਜੋਂ ਕੰਮ ਕਰਦਾ ਹੈ। ABA ਬੀਜ ਦੇ ਪੁੰਗਰਨ ਨੂੰ ਰੋਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸੈੱਲਾਂ ਦੇ ਐਪੀਡਰਮਿਸ ਵਿੱਚ ਸਟੋਮੇਟਾ ਦੇ ਬੰਦ ਹੋਣ ਨੂੰ ਪ੍ਰੋਤਸਾਹਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪੌਦਿਆਂ ਨੂੰ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਤਣਾਅ ਸਹਿਣ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਕਾਰਨ ਇਸਨੂੰ ਤਣਾਅ ਹਾਰਮੋਨ (Stress Hormone) ਵੀ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ABA ਬੀਜ ਦੇ ਵਿਕਾਸ, ਪੱਕਣਾਂ, ਸੁਪਤ ਅਵਸਥਾ (Dormancy) ਆਦਿ ਵਿੱਚ ਮਹਤੱਵਪੂਰਨ ਯੋਗਦਾਨ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਸੁਪਤ ਅਵਸਥਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ABA ਬੀਜ ਨੂੰ ਸੋਕੇ ਬਣਨ ਅਤੇ ਵਾਧੇ ਲਈ ਹੋਰ ਅਣਸੁਖਾਵੇ ਹਾਲਤਾਂ ਤੋਂ ਬਚਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ABA ਜਿਬਰੈਲਿਕ ਐਸਿਡ ਲਈ ਇੱਕ ਵਿਰੋਧਕ (Antagonists) ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਅਸੀ ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ, ਵਿਖਰਾਉਣਾ ਅਤੇ ਵਿਕਾਸ ਲਈ ਇੱਕ ਜਾਂ ਕਈ PGRs ਕੁੱਝ ਨਾ ਕੁੱਝ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਭੂਮੀਕਾਵਾਂ ਸੰਪੂਰਕੀ (Complimentary) ਜਾਂ ਵਿਰੋਧਕੀ (Antagonistic) ਹੋ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਭੂਮੀਕਾਵਾਂ ਨਿਜੀ ਜਾਂ ਸਮੂਹਿਕ ਹੋ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪੌਦੇ ਦੇ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ ਕਈ ਘਟਨਾਵਾਂ ਵਾਪਰਦੀਆਂ ਹਨ ਜਿੱਥੇ ਇੱਕ ਤੋਂ ਵੱਧ PGRs ਮਿਲਕੇ ਘਟਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਨ ਵਜੋਂ, ਇੱਕ ਬੀਜ ਜਾਂ ਕਲੀ ਦੀ ਸੁਪਤ ਅਵਸਥਾ, ਝੜਨਾ, ਬੁੜਾਪਾ, ਸਿਖਰ ਪ੍ਰਧਾਨਤਾ ਆਦਿ।

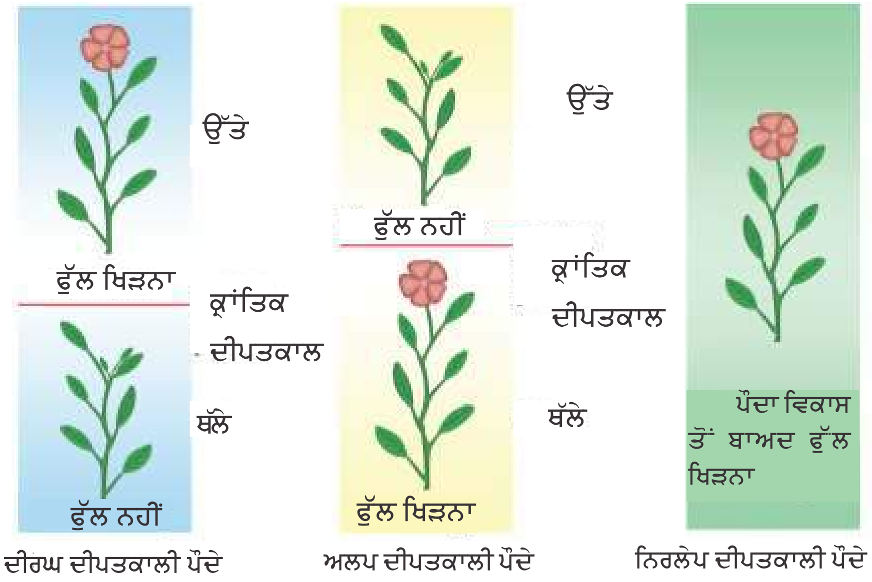
ਯਾਦ ਰੱਖੋ, PGR ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਅੰਦਰੂਨੀ ਨਿਯੰਤਰਕ ਵਜੋਂ ਹੈ। ਜਿਨੋਮਿਕ ਨਿਯੰਤਰਨ ਅਤੇ ਬਾਹਰੀ ਕਾਰਕ ਦੇ ਨਾਲ ਇਹ ਪੌਦੇ ਦੇ ਵਾਧੇ ਅਤੇ ਵਿਕਾਸ ਵਿੱਚ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਬਾਹਰੀ ਕਾਰਕ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਤਾਪਮਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੌਦੇ ਦੇ ਵਾਧੇ ਅਤੇ ਵਿਕਾਸ ਉੱਤੇ PGR ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਰਾਹੀਂ ਨਿਯੰਤਰਨ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਅਜਿਹੀਆਂ ਕੁੱਝ ਘਟਨਾਵਾਂ ਦੇ ਉਦਾਹਰਨ ਹਨ ਬਸੰਤ ਵਿੱਚ ਫੁੱਲ ਖਿੜਨੇ, ਸੁਪਤ ਅਵਸਥਾ, ਬੀਜ ਪੁੰਗਰਨਾ, ਪੌਦੀਆਂ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਆਦਿ।

ਅਸੀਂ ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਤੇ ਤਾਪ (ਦੋਵੇਂ ਬਾਹਰੀ ਕਾਰਕ ਹਨ) ਦੇ ਫੁੱਲ ਖਿੜਨ ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਬਾਰੇ ਪੜ੍ਹਾਂਗੇ।

15.5 ਦੀਪਤਕਾਲਿਤਾ (Photoperiodism)

ਅਜਿਹਾ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਕੁੱਝ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਫੁੱਲ ਲੱਗਣ ਨੂੰ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼

ਦੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸਮੇਂ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਜਿਹੇ ਪੌਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਇਸ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸਮੇਂ ਨੂੰ ਮਾਪ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ ਕੁੱਝ ਪੌਦਿਆਂ ਨੂੰ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਸਮੇਂ (Critical Duration) ਤੋਂ ਵੱਧ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਮਾਂ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜਦਕਿ ਦੂਜਿਆਂ ਪੌਦੀਆਂ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸਮਾਂ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਸਮਾਂ ਕਾਲ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ ਦੋਵੇਂ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਫੁੱਲਾਂ ਦੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਹੋ ਸਕੇ। ਪਹਿਲੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਸਮੂਹ ਨੂੰ ਦੀਰਘ ਦੀਪਤਕਾਲੀ ਪੌਦੇ (Long Day Plants) ਅਤੇ ਬਾਅਦ ਵਾਲੇ ਪੌਦਿਆਂ ਨੂੰ ਅਲਪ ਦੀਪਤਕਾਲੀ ਪੌਦੇ (Short Day Plants) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਪੌਦੇ ਅਜਿਹੇ ਵੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸਮਾਂ ਅਤੇ ਫੁੱਲ ਖਿੜਨ ਨੂੰ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਸਬੰਧ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਨਿਰਲੇਪ ਦੀਪਤਕਾਲੀ ਪੌਦੇ (Day-Neutral Plants) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 15.12)। ਇਹ ਵੀ ਪਤਾ ਹੋਵੇ ਕਿ ਕੇਵਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸਮਾਂ ਹੀ ਨਹੀਂ ਬਲਕਿ ਹਨੇਰੇ ਦਾ ਸਮਾਂ ਵੀ ਮਹਤੱਵਪੂਰਨ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕੁੱਝ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਫੁੱਲ ਕੇਵਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਤੇ ਹਨੇਰੇ ਦੇ ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ ਬਲਕਿ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਘਟਨਾ ਨੂੰ ਦੀਪਤਕਾਲਿਤਾ (Photo-periodism) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਵੀ ਮਜ਼ੇਦਾਰ ਗੱਲ ਹੈ ਕਿ ਤਣੇ ਦੀ ਸਿਖਰ ਕਲੀ ਫੁੱਲ ਖਿੜਨ ਤੋਂ



ਚਿੱਤਰ 15.12 ਦੀਪਤਕਾਲਿਤਾ : (ੳ) ਦੀਰਘ ਦੀਪਤਕਾਲੀ, ਅਲਪ ਦੀਪਤਕਾਲੀ ਅਤੇ ਨਿਰਲੇਪ ਦੀਪਤਕਾਲੀ ਪੌਦੇ

ਪਹਿਲਾਂ ਫੁੱਲ ਸਿਖਰ ਕਲੀ ਵਿੱਚ ਬਦਲਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਉਹ (ਤਣੇ ਦੀ ਸਿਖਰ ਕਲੀ) ਖੁਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਾਲ ਨੂੰ ਮਹਿਸੂਸ ਨਹੀਂ ਕਰ ਪਾਉਂਦੀ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼/ਹਨੇਰਾ ਕਾਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਪੱਤੇ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਹਾਰਮੋਨਲ ਤੱਤ (Florigen) ਫੁੱਲ ਖਿੜਣ ਲਈ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰ ਹਨ। ਫਲੋਰੀਜਨ ਪੱਤੇ ਤੋਂ ਤਣਾ ਕਲੀਆਂ ਵਿੱਚ ਫੁੱਲ ਖਿੜਨ ਨੂੰ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਤਾਂ ਹੀ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੇ ਪੌਦੇ ਲੋੜੀਂਦੇ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਦੀਪਤਕਾਲ ਲਈ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਹੋਣ।

15.6 ਬੀਜ ਠੰਡਿਆਉਣਾ (Vernalisation)

ਕੁੱਝ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਫੁੱਲ ਖਿੜਨਾ ਗੁਣਾਤਮਕ ਜਾਂ ਮਾਤਰਾਤਮਕ ਤੌਰ ਤੇ ਘੱਟ ਤਾਪਮਾਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਹੋਣ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਬੀਜ ਠੰਡਿਆਉਣਾ ਜਾਂ ਵਰਨਲਾਈਸੇਸ਼ਨ (Vernalisation) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਬੇਮੌਸਮੇ ਪ੍ਰਜਣਨ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਰੋਕਦੀ ਹੈ ਤੇ ਪੌਦੇ ਨੂੰ ਆਪਣੀ ਪ੍ਰੌੜ ਅਵਸਥਾ ਤਕ ਆਉਣ ਦਾ ਮੌਕਾ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਬੀਜ ਠੰਡਿਆਉਣਾ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਤਾਪਕਾਲ ਵਿੱਚ ਫੁੱਲ ਖਿੜਣ ਨੂੰ ਪ੍ਰੋਤਸਾਹਿਤ ਕਰਨ ਨੂੰ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਭੋਜਨ ਵਾਲੇ ਪੌਦੇ ਕਣਕ, ਜੌਂ ਤੇ ਰਾਈ ਦੀਆਂ ਦੋ ਕਿਸਮਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ, ਸਰਦੀਆਂ ਅਤੇ ਬਸੰਤ ਦੀਆਂ ਕਿਸਮਾਂ। ਬਸੰਤ

ਦੀਆਂ ਕਿਸਮਾਂ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਬਸੰਤ ਰੁੱਤ ਵਿੱਚ ਬੀਜੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਜਿਹੜੀਆਂ ਵਧਦੇ ਮੌਸਮ ਦੀ ਸਮਾਪਤੀ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਫੁੱਲਦੀਆਂ ਫਲਦੀਆਂ ਹਨ। ਸਰਦੀਆਂ ਦੀਆਂ ਕਿਸਮਾਂ ਜੇ ਬਸੰਤ ਵਿੱਚ ਬੀਜੀਆਂ ਜਾਣ ਤਾਂ ਉਹ ਮੌਸਮ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਫੁੱਲ ਦਿੰਦੀਆਂ ਹਨ ਤੇ ਨਾਂ ਹੀ ਫਲ ਦਿੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਸਰਦੀ ਦੀ ਰੁੱਤ ਵਿੱਚ ਬੀਜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪੁੰਗਾਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਰਦੀ ਬਿਤਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਫਿਰ ਬਸੰਤ ਰੁੱਤ ਵਿੱਚ ਫੁੱਲ ਤੇ ਫਲ਼ ਲਗਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਗਰਮੀ ਰੁੱਤ ਵਿੱਚ ਵੱਢ ਲਈਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ।

ਬੀਜ ਠੰਡਿਆਉਣ ਦੇ ਕੁੱਝ ਉਦਾਹਰਣ ਦੋ ਰੁੱਤੀ ਪੌਦਿਆਂ (Biennial Plants) ਵਿੱਚ ਵੀ ਮਿਲਦੇ ਹਨ। ਦੋ ਰੁੱਤੀ ਪੌਦੇ ਇੱਕ-ਇੱਕ ਅੰਡ ਕੋਸ਼ੀ (Monocarpic) ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹੜੇ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਦੂਜੀ ਰੁੱਤ ਵਿੱਚ ਫੁਲਦੇ ਫਲਦੇ ਤੇ ਮਰਦੇ ਹਨ। ਚੁਕੰਦਰ, ਪੱਤਾ ਗੋਭੀ, ਗਾਜਰ, ਮੂਲੀ ਆਦਿ ਦੋ ਰੁੱਤੀ ਪੌਦੇ ਹਨ। ਇੱਕ ਦੋ ਰੁੱਤੀ ਪੌਦੇ ਨੂੰ ਘੱਟ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰ ਦਿੱਤੇ ਜਾਣ ਤੇ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਦੀਪਤਕਾਲਿਤਾ ਕਾਰਨ ਫੁੱਲ ਖਿੜਣ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਸਾਰ (Summary)

ਵਾਧਾ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸਜੀਵ ਲਈ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਘਟਨਾ ਹੈ। ਇਹ ਇੱਕ ਦਿਸ਼ਾਵੀਂ (ਅਣਪਲਟਵੀ) ਵੱਧਣ ਯੋਗ ਅਤੇ ਮਾਪਦੰਡ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਗਟ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਆਕਾਰ, ਖੇਤਰਫਲ, ਲੰਬਾਈ, ਉਚਾਈ, ਆਇਤਨ, ਸੈੱਲ ਗਿਣਤੀ ਆਦਿ, ਇਸ ਦੌਰਾਨ ਵਧਿਆ ਹੋਇਆ ਜੀਵ ਪਦਾਰਥ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਨ ਯੋਗ ਸੈੱਲ ਮੇਰੀਸਟੈਮ ਵਾਧੇ ਦੀਆਂ ਥਾਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜੜ੍ਹ ਸਿਖਰ ਵਿਭਾਜਨ ਯੋਗ ਟਿਸ਼ੂ ਅਤੇ ਤਣਾ ਸਿਖਰ ਵਿਭਾਜਨਯੋਗ ਟਿਸ਼ੂ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਕਈ ਵਾਰ ਅੰਦਰੂਨੀ ਵਿਭਾਜਨਯੋਗ ਟਿਸ਼ੂ ਪੌਦੇ ਦੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਲੰਬੇ ਸਮੇਂ ਦੇ ਵਾਧੇ ਲਈ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਉੱਚ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਅਨਿਯਮਿਤ (Indeterminate) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੜ੍ਹ ਸਿਖਰ ਅਤੇ ਤਣਾ ਸਿਖਰ ਵਿੱਚ ਸੈੱਲ ਵਿਭਾਜਨ ਦਾ ਅਨੁਸਰਨ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਵਾਧਾ ਅੰਕਗਣਿਤਕ ਜਾ ਜਿਉਮਿਟਰਿਕ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਸੈੱਲ/ਟਿਸ਼ੂ/ਅੰਗ ਜੀਵਾਂ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਦਰ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਪੂਰੇ ਜੀਵਨ ਕਾਲ ਵਿੱਚ ਉੱਚ ਦਰ ਤੇ ਨਹੀਂ ਟਿਕੀ ਰਹਿੰਦੀ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਤਿੰਨ ਮੁੱਖ ਪੜਾਵਾਂ ਧੀਮੀ ਅਵਸਥਾ (Lag Phase), ਤੇਜ਼ ਅਵਸਥਾ (Log Phase) ਅਤੇ ਬੁੜਾਪਾ (Senescent phase) ਵਿੱਚ ਵੰਡਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜਦ ਸੈੱਲ ਆਪਣੀ ਵਿਭਾਜਿਤ ਹੋਣ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਗੁਆ ਬੈਠਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਵਿਭੇਦਨ (Differentiation) ਵੱਲ ਤੁਰ ਪੈਂਦੇ ਹਨ। ਵਿਭੇਦਨ ਕਾਰਨ ਰਚਨਾਵਾਂ ਪ੍ਰਧਾਨ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਜੋ ਉਤਪਾਦ ਦੀ ਕਿਰਿਆਤਮਕਤਾ ਨਾਲ ਜੁੜੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਸੈੱਲਾਂ, ਟਿਸ਼ੂਆਂ ਅਤੇ ਸਬੰਧੰਤ ਅੰਗਾਂ ਲਈ ਵਿਭੇਦਨ ਦੇ ਆਮ ਨਿਯਮ ਇੱਕੋ ਜਿਹੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇੱਕ ਵਿਭੇਦਿਤ ਸੈੱਲ ਫਿਰ ਵਿਭੇਦਿਤ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ ਜਾਂ ਫਿਰ ਮੁੜ ਵਿਭੇਦਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭੇਦਨ ਕਿਉਂਕਿ ਖੁੱਲਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸਲਈ ਵਿਕਾਸ ਲਚੀਲਾ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਦੂਜੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਕਾਸ ਵਾਧੇ ਅਤੇ ਵਿਭਾਜਨ ਦਾ ਜੋੜ ਹੈ।

ਪੌਦਾ ਵਾਧਾ ਅਤੇ ਵਿਕਾਸ ਬਾਹਰੀ ਅਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਦੋਹਾਂ ਕਾਰਕਾਂ ਨਾਲ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਅੰਤਰਸੈੱਲੀ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕਾਰਕ ਰਸਾਇਣਿਕ ਤੱਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਪੌਦਾ ਵਾਧਾ ਨਿਯੰਤਰਕ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ PGR ਦੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਸਮੂਹ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹੜੇ ਪੰਜ ਸਮੂਹਾਂ ਦੇ ਨਾਂ ਨਾਲ ਜਾਣੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ : ਆਕਸਿਨ, ਗਿਬਰਲਿਨਸ, ਸਾਈਟੋਕਾਈਨਿਨਸ, ਐਬਸਿਸਕ ਐਸਿਡ ਅਤੇ ਈਥੀਲੀਨ। PGRs ਪੌਦੇ ਦੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਹਿਸਿਆਂ ਵਿੱਚ ਉਤਪਾਦਿਤ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਭਿੰਨ ਵੱਖਰਾਉਣ ਅਤੇ ਵਿਕਾਸ ਦੀ ਘਟਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਕੋਈ ਵੀ PGR ਪੌਦਿਆਂ ਦੀ ਅੰਦਰੂਨੀ ਬਣਤਰ ਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ PGRs ਤੋਂ ਪ੍ਰਗਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ PGRs ਸਹਿਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ, ਸਹਿਯੋਗੀ ਜਾਂ ਵਿਰੋਧੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਤਾਪਮਾਨ, ਆਕਸੀਜਨ ਪੱਧਰ, ਗੁਰੂਤਾ ਅਤੇ ਅਜਿਹੇ ਹੀ ਹੋਰ ਬਾਹਰੀ ਕਾਰਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਕੁੱਝ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਫੁੱਲ ਖਿੜਨਾ ਦੀਪਤਕਾਲਿਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਦੀਪਤਕਾਲਿਤਾ ਦੇ

ਆਧਾਰ ਤੇ ਪੌਦਿਆਂ ਨੂੰ ਭਿੰਨ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡਿਆ ਗਿਆ ਹੈ-ਅਲਪ ਦੀਪਤਕਾਲੀ ਪੌਦੇ, ਦੀਰਘ ਦੀਪਤਕਾਲੀ ਪੌਦੇ ਅਤੇ ਨਿਰਲੇਪ ਦੀਪਤਕਾਲੀ ਪੌਦੇ। ਕੁੱਝ ਪੌਦੇ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਘੱਟ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਰੱਖਣ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਜੋ ਉਹ ਜੀਵਨ ਦੇ ਅੰਤ ਤੱਕ ਫੁੱਲ ਦੇ ਸਕਣ। ਇਸਨੂੰ ਬੀਜ ਠੰਡਿਆਉਣਾ (Vernalisation) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਅਭਿਆਸ

1. ਵਾਧਾ, ਵਖਰਾਉਣਾ, ਵਿਕਾਸ, ਨਿਰਵਿਭੇਦਨ, ਸੀਮਿਤ ਵਾਧਾ, ਮੇਰੀਸਟੇਮ ਅਤੇ ਵਾਧਾ ਦਰ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦਿਓ।
2. ਫੁੱਲਦਾਰ ਪੌਦਿਆਂ ਦੇ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਪੈਮਾਨੇ ਨਾਲ (Parameter) ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਵਰਣਿਤ ਨਹੀ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਕਿਓ ?
3. ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਵਰਣਨ ਕਰੋ—
   (ੳ) ਅੰਕਗਣਿਤਕ ਵਾਧਾ (Arithmetic Growth)
   (ਅ) ਜਿਉਮਿਟਰਿਕ ਵਾਧਾ (Geometric Growth)
   (ੲ) ਸਿਗਮੋਈਡ ਵਾਧਾ (Sigmoid Growth Curve)
   (ਸ) ਸੰਪੂਰਨ (Absolute) ਅਤੇ ਸਾਪੇਖ (Relative) ਵਾਧਾ ਦਰ
4. ਕੁਦਰਤੀ ਪੌਦਾ ਵਾਧਾ ਨਿੰਯਤਰਕਾਂ ਦੇ ਪੰਜ ਮੁੱਖ ਸਮੂਹਾਂ ਬਾਰੇ ਲਿਖੋ। ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਖੋਜ, ਸਰੀਰਕ ਪ੍ਰਭਾਵ ਅਤੇ ਖੇਤੀਬਾੜੀ/ਬਾਗਵਾਨੀ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਬਾਰੇ ਲਿਖੋ।
5. ਦੀਪਤਕਾਲਿਤਾ (Photoperiodism) ਅਤੇ ਬੀਜ ਠੰਡਿਆਉਣਾ (Vernalisation) ਕੀ ਹਨ ? ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਮਹੱਤਵ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰੋ।
6. ਐਬਸਿਸਕ ਐਸਿਡ ਨੂੰ ਦਬਾਓ ਹਾਰਮੋਨਜ਼ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਕਿਓ ?
7. ਉੱਚ ਪੌਦਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਅਤੇ ਵਿਭੇਦਨ ਖੁੱਲਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਟਿੱਪਣੀ ਕਰੋ।
8. ਅਲਪ ਦੀਪਤਕਾਲੀ ਪੌਦੇ (Short Day Plant) ਅਤੇ ਦੀਰਘ ਦੀਪਤਕਾਲੀ ਪੌਦੇ (Long Day Plant) ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਥਾਂ ਤੇ ਇੱਕਠੇ ਫੁੱਲਦੇ ਹਨ, ਵਿਸਤਾਰ ਸਹਿਤ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ।
9. ਜੇ ਤੁਹਾਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕਰਨ ਲਈ ਕਿਹਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕਿਹੜੇ ਪੌਦਾ ਵਾਧਾ ਨਿਯੰਤਰਕ (PGR) ਨੂੰ ਚੁਣੋਗੇ ?
   (ੳ) ਕਿਸੇ ਟਹਿਣੀ ਵਿੱਚੋਂ ਜੜ੍ਹ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਸਤੇ।
   (ਅ) ਫਲ ਨੂੰ ਜਲਦੀ ਪਕਾਉਣ ਲਈ।
   (ੲ) ਪੱਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਬੁੜਾਪਾ ਰੋਕਣ ਲਈ।
   (ਸ) ਐਕਸਲਰੀ ਬਡ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਕਰਾਉਣ ਲਈ।
   (ਹ) ਇਕੋ ਰੋਜੇਟ ਪੌਦੇ ਵਿੱਚ ਬੋਲਟ ਵਜੋ।
   (ਕ) ਪੱਤਿਆ ਦੇ ਸਟੋਮੇਟਾ ਨੂੰ ਛੇਤੀ ਬੰਦ ਕਰਨ ਲਈ।
10. ਕੀ ਇੱਕ ਰੰਗ ਰਹਿਤ ਪੌਦਾ (Defoliated Plant) ਦੀਪਤਕਾਲਿਤਾ ਦੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਭਾਗ ਲੈ ਸਕਦਾ ਹੈ ? ਜੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਕਿਉਂ ਜੇ ਨਾਂ ਕਿਉਂ ?
11. ਕੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਦ
    (ੳ) GA3 ਨੂੰ ਧਾਨ ਦੀ ਪਨੀਰੀ ਤੇ ਛਿੜਕਿਆ ਜਾਵੇ।
    (ਅ) ਵਿਭਾਜਿਤ ਸੈੱਲ ਵਿਭੇਦਨ ਬੰਦ ਕਰ ਦੇਣ।
    (ੲ) ਇੱਕ ਸੜਿਆ ਫਲ਼ ਕੱਚੇ ਫਲਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਮਿਲਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ।
    (ਸ) ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਕਲਚਰ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਸਾਈਟੋਕਾਈਨਿਨਸ ਪਾਉਣਾ ਭੁੱਲ ਜਾਵੋ।