10

नाइट्रोजन उपापचय

सभी जीवधारी मुख्यत: कार्बन, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन तथा अन्य अनेक रासायनिक यौगिकों से मिलकर बने होते हैं। ये अणु मिलकर अंतत: कोशिका में पाये जाने वाले जैव अणु बनाते हैं। कार्बन के बाद जीवधारियों में पाए जाने वाला दूसरा सबसे महत्त्वपूर्ण तत्त्व नाइट्रोजन है। नाइट्रोजन किसी जीवित कोशिका के ऐमीनो अम्ल, प्रोटीनों, एंजाइम, विटामिनों, एल्कालायड तथा कुछ वृद्धि हॉर्मोनों का प्रमुख घटक है। अत: नाइट्रोजन उपापचय का अध्ययन बहुत महत्त्वपूर्ण हो जाता है क्योंकि समस्त जीवन प्रक्रिया इन्हीं नाइट्रोजन युक्त अणुओं पर निर्भर करती है। इस पाठ में आप पौधों में नाइट्रोजन उपापचय से संबंधित विभिन्न आयामों जैसे नाइट्रोजन स्थिरीकरण तथा नाइट्रोजन स्वांगीकरण के विषय में पढ़ेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात् आप :

- *नाइट्रोजन स्थिरीकरण की विधियों (जैवीय तथा अजैवीय) का वर्णन कर सकेंगे;*
- *मुक्तजीवी जीवों द्वारा नाइट्रोजन स्थिरीकरण की क्रियाविधि के विभिन्न चरणों का अध्ययन कर पाएँगे;*
- *दलहनी पौधो में सहजीवी नाइट्रोजन स्थिरीकरण की क्रिया विधि का वर्णन कर सकेंगे*
- *पौधों द्वारा नाइट्रेट एवं अमोनिया के स्वांगीकरण का वर्णन कर सकेंगे।*
- *पौधों में ऐमीनो अम्लों के संश्लेषण का वर्णन कर सकेंगे।*

10.1 आण्विक नाइट्रोजन

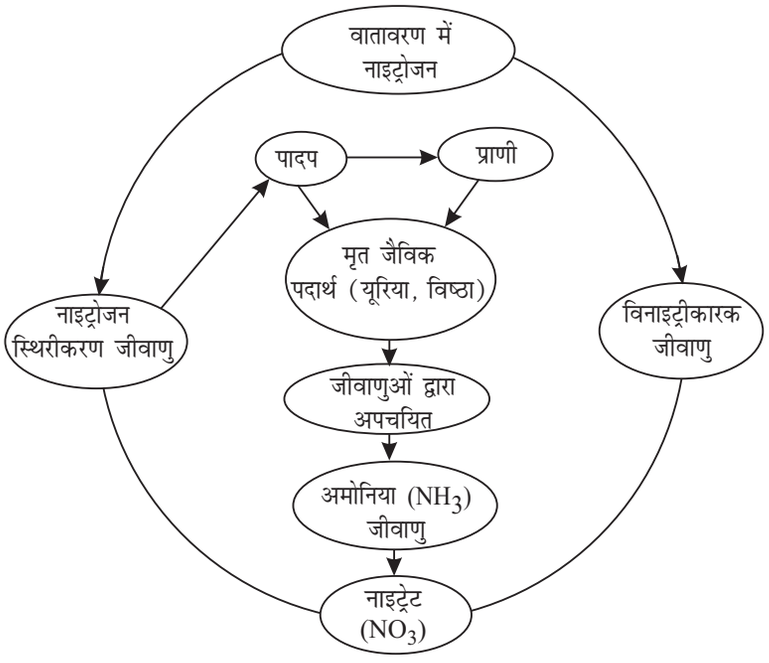
नाइट्रोजन वातावरण में मुख्यत: मुक्त रूप से डाईनाइट्रोजन अथवा नाइट्रोजन गैस के रूप में पाई जाती हैं। यह संयुक्त रूप से चिली साल्टपीटर अथवा सोडियम नाइट्रेट के रूप में पाई जाती है। दक्षिणी अमेरिका का चिली क्षेत्र नाइट्रेट, नाइट्रोजन का मुख्य स्रोत हैं। आण्विक नाइट्रोजन अथवा द्विआण्विक नाइट्रोजन एक अत्यंत स्थाई पदार्थ है क्योंकि इसमें त्रिबंध पाया जाता हैं। अपने स्थायित्व के कारण सामान्य परिस्थितियों में आण्विक नाइट्रोजन ज्यादा क्रियाशील नहीं है। वातावरण में आयतन के हिसाब

से 78.03 प्रतिशत नाइट्रोजन है तथा उसका क्वथनांक ऑक्सीजन से भी कम –195.8°C होता है। जीवधारियों में पाये जाने वाले प्रोटीनों में लगभग 16 प्रतिशत नाइट्रोजन होता है।

10.1.1 नाइट्रोजन-चक्र

नाइट्रोजन सजीवों का एक अनिवार्य अवयव है। नाइट्रोजनी क्षार सभी न्यूक्लीक अम्लों के भाग हैं और प्रोटीन ऐमीनों अम्लों के बने होते हैं तथा नाइट्रोजन इनका एक महत्वपूर्ण घटक है। आप इन दो जैव अणुओं के महत्व के बारे में पहले ही जान चुके हैं।

यद्यपि वायु में 78 प्रतिशत नाइट्रोजन (N_2) विद्यमान है, फिर भी अधिकांश जीव वातावरण के नाइट्रोजन का उपयोग नहीं कर सकते। नाइट्रोजन-चक्र इस नाइट्रोजन को उपयोगी रूप में परिवर्तित करता है। आकाश की बिजली की चमक (lighting) नाइट्रोजन को अमोनिया (NH_3) में स्थिरीकृत करती है और *राइजोवियम* (Rhizobium) जैसे नाइट्रोजन स्थिरीकरण जीवाणु (जो मटर, राजमा, सेम, मूंग आदि दलहनी पौधों की जड़ों में आवास करते हैं), भी नाइट्रोजन को अमोनिया (NH_3) में बदल देते हैं। अधिकांश पादप मृदा से नाइट्रेटों का अवशोषण करते हैं और इनको कोशिकाओं में NH_3 में बदल देते हैं ताकि आगे चलकर उपापचयी अभिक्रियाओं में इसका उपयोग हो सके। जीवाणु मृत जीवों और उनकी विष्ठा (जैसे यूरिया) वर्ज्य पदार्थ को अपघटित कर NH_3 में बदल देते हैं। जीवाणु का एक अन्य समूह इन्हें नाइट्रेटों में बदल देते हैं। ये अपघटित पदार्थ मृदा में रह जाते हैं जिनका उपयोग पौधों द्वारा किया जाता है। इस प्रकार प्रकृति में नाइट्रोजन-तंत्र स्व-नियंत्रित होता है, परन्तु मानवीय क्रियाकलापों के कारण मृदा की नाइट्रोजन का निरंतर ह्रास होता रहता है।



नाइट्रोजन-चक्र

पाठगत प्रश्न 10.1

1. आयतन के हिसाब से वायुमंडल में नाइट्रोजन गैस कितने प्रतिशत उपस्थित होती है?

   .....

2. पौधों में पाये जाने वाले दो जैवअणुओं के नाम बताइए जिनमें नाइट्रोजन पायी जाती है।

   .....

3. नाइट्रोजन एक स्थाई अणु क्यों है?

   .....

4. प्रोटीन में नाइट्रोजन का कितना प्रतिशत होता है?

   .....

5. नाइट्रोजन का क्वथनांक क्या है? बताइए।

   .....

6. सही विकल्प का चयन कीजिए :

   नाइट्रोजन स्थिरीकरण किसका परिवर्तन है :

   (क) वातावरणीय नाइट्रोजन का नाइट्रेटों में

   (ख) वातावरणीय नाइट्रोजन का अमोनिया में

   (ग) वातावरणीय नाइट्रोजन का ऐमीनों अम्लों में

   (घ) (क) और (ख) दोनों का ही

7. जीवमंडल का नाइट्रोजन स्थिर बना रहता है

   (क) नाइट्रोजन चक्र के कारण

   (ख) नाइट्रोजन स्थिरीकरण के कारण

   (ग) औद्योगिक प्रदूषण के कारण

   (घ) नाइट्रोजन अवशोषण के कारण

8. नाइट्रेटों का नाइट्रोजन में परिवर्तन करने वाले सूक्ष्मजीव ..... कहलाते हैं

10.2 नाइट्रोजन स्थिरीकरण (जैवीय एवं अजैवीय)

आण्विक नाइट्रोजन का नाइट्रोजन के यौगिकों, विशेषत: अमोनिया में परिवर्तन, 'नाइट्रोजन स्थिरीकरण' कहलाता है। नाइट्रोजन स्थिरीकरण एक अपचायक प्रक्रिया है अर्थात् यदि अपचायक परिस्थितियाँ न हो या यदि ऑक्सीजन उपस्थित हो तो नाइट्रोजन स्थिरीकरण नहीं होगी। नाइट्रोजन स्थिरीकरण दो विभिन्न विधियों द्वारा हो सकता है–अजैवीय तथा जैवीय।

10.2.1 अजैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण

बिना किसी जीवित कोशिका के भाग लिए नाइट्रोजन का अमोनिया में अपचयन, 'अजैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण' कहलाता है। यह दो प्रकार का होता है–औद्योगिक एवं प्राकृतिक। उदाहरण के लिए हैबर प्रक्रिया में जब नाइट्रोजन एवं हाइड्रोजन के मिश्रण को उच्च ताप एवं उच्च दाब पर आयरन आक्साइड उत्प्रेरक की सतह पर प्रवाहित करते हैं तो अमोनिया का संश्लेषण होता है।

यह औद्योगिक स्थिरीकरण है तथा नाइट्रोजन, अमोनिया में अपचयित हो जाती है।

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow[1000 \text{ atmosphere}]{500°C} 2NH_3$$

प्राकृतिक प्रक्रिया में नाइट्रोजन का स्थिरीकरण वातावरण में होनेवाले वैद्युत् परावेशन द्वारा भी होता है। बिजली चमकने के समय वातावरण में उपस्थित नाइट्रोजन ऑक्सीजन के साथ मिलकर नाइट्रोजन के ऑक्साइड बनाती है।

$$N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO \xrightarrow{O_2} 2NO_2$$

नाइट्रोजन के ये ऑक्साइड जलायोजित होकर पृथ्वी के नीचे नाइट्राइट तथा नाइट्रेट संयुक्त यौगिकों के रूप में रिस जाते हैं।

10.2.2 जैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण

रासायनिक रूप से यह प्रक्रिया अजैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण के समान ही है। जैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण में, आण्विक नाइट्रोजन का जीवित कोशिका में उपस्थित नाइट्रोजिनेज एंजाइम द्वारा अमोनिया में अपचयन होता है।

पाठगत प्रश्न 10.2

1. नाइट्रोजन स्थिरीकरण को परिभाषित कीजिये।

   .....

2. किस औद्योगिक प्रक्रिया का उपयोग नाइट्रोजन को अमोनिया में बदलने के लिए किया जाता है।

   .....

3. जैवीय तथा अजैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण में विभेद कीजिए।

   .....

4. उस एन्जाइम का नाम बताइए जो जीवित कोशिका में नाइट्रोजन स्थिरीकरण में सहायक है।

   .....

5. कौन-सी गैस नाइट्रोजन स्थिरीकरण को रोकती है।

   .....

10.3 मुक्तजीवी जीवों द्वारा नाइट्रोजन स्थिरीकरण तथा सहजीवी नाइट्रोजन स्थिरीकरण

नाइट्रोजन स्थिरीकरण कुछ विशिष्ट जीवों द्वारा ही किया जाता है क्योंकि उनमें एक विशिष्ट एन्जाइम, नाइट्रोजिनेज पाया जाता है।

नाइट्रोजन स्थिरीकरण की प्रक्रिया मुख्यत: सूक्ष्मजीवी कोशिकाओं जैसे जीवाणु तथा साएनोबैक्टीरिया (नीलहरित शैवालें) में पाई जाती है। ये सूक्ष्मजीव आत्मनिर्भर तथा मुक्त रूप से रहते हैं (तालिका 10.1)

तालिका 10.1 : कुछ मुक्तजीवी सूक्ष्मजीव जो नाइट्रोजन स्थिर करते हैं

सूक्ष्मजीव	स्थान
क्लॉसट्रिडियम	अवायवीय जीवाणु (अप्रकाशसंश्लेषी जीवाणु)
क्लेबिसेला (Klebsiella)	विकल्पी जीवाणु (अप्रकाशसंश्लेषी)
एजेटोबेक्टर	वायवीय जीवाणु (अप्रकाशसंश्लेषी)
रोडोस्पायरिलम	बैंगनी, गन्धकहीन जीवाणु (प्रकाशसंश्लेषी)
एनाबिना	साएनोबैक्टीरिया (प्रकाशसंश्लेषी)

कुछ सूक्ष्मजीव अन्य जीवों के साथ मिलकर नाइट्रोजन स्थिरीकरण करते हैं। पोषी जीव निम्न कुल के पौधे अथवा उच्च पादप समूह से हो सकते हैं। पोषी जीव तथा नाइट्रोजन स्थिरीकरण करने वाले सूक्ष्म जीवों के बीच एक विशेष संबंध स्थापित हो जाता है जिसे सहजीविता कहते हैं तथा यह प्रक्रिया सहजीवी नाइट्रोजन स्थिरीकरण कहलाती है।

तालिका 10.2 : सहजीवी नाइट्रोजन स्थिरीकरण करने वाले कुछ जीव

लाइकेन	साएनोबैक्टीरिया (नीलहरित शैवाल) एवं कवकों की विविध जातियां
ब्रायोफाइट	साएनोबैक्टीरिया एवं *ऐन्थोसिरोस*
टेरिडोफाइट	साएनोबैक्टीरिया एवं *ऐजौला*
अनावृतबीजी पौधे	साएनोबैक्टिीरिया एवं *सायकस*
ऐंजियोस्पर्म	दलहनी पौधे (लैग्यूम्स) एवं *राइजोबियम*
ऐंजियोस्पर्म	नॉन-लैग्यूमिनस एवं एक्टिनोमाइसिटिज़ (कवक) (जैसे, एलनस, मायरिका एवं पर्सिया इत्यादि)।
ऐंन्ज़ियोस्पर्म	ब्राजीलियन घास (डिजिटेरिया), मक्का एवं एजोस्पाइरिलम

10.3.1 जैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण की प्रक्रिया

नाइट्रोजन स्थिरीकरण के लिए आवश्यक घटक है:

(i) आण्विक नाइट्रोजन

(ii) नाइट्रोजन को अपचयित करने के लिए उच्च अपचायक क्षमता वाले अणु जैसे FAD (फ्लैविन ऐडीनीन डाइन्यूक्लियोटाइड)

टिप्पणी

(iii) डाईनाइट्रोजन को हाइड्रोजन स्थानांतरित करने के लिए ऊर्जा स्रोत (ATP)

(iii) नाइट्रोजिनेज एंजाइम

(v) बनने वाली अमोनिया को ग्रहण करने वाले यौगिक क्योंकि अमोनिया कोशिका के लिए विषैली होती है।

अपचायक एजेंट एवं ATP प्रकाशसंश्लेषण एवं श्वसन द्वारा प्राप्त होते हैं।

संपूर्ण जैव रासायनिक क्रिया में चरणब) ढंग से नाइट्रोजन का अमोनिया में अपचयन होता है। नाइट्रोजिनेज एंजाइम मोलिब्डिनम एवं आयरन युक्त प्रोटीन होता है तथा यह आण्विक नाइट्रोजन के बंधन स्थान पर जुड़ता है। नाइट्रोजन का यह अणु हाइड्रोजन से क्रिया करता है। (हाइड्रोजन अपचयित एन्जाइम से प्राप्त होती है) तथा चरणब) ढंग से अपचयित होता है। यह पहले डाइएमाइड (N_2H_2) बनाता है उसके पश्चात् हाइड्रेजाइम (N_2H_4) तथा अंत में अमोनिया ($2NH_3$) बनाता हैं।

अमोनिया नाइट्रोजन स्थिरीकारकों द्वारा मुक्त नहीं होती है क्योंकि अमोनिया कोशिकाओं के लिए विषैली होती है, अत: स्थिरीकारक अमोनिया एवं कार्बनिक अम्लों को मिलाकर ऐमीनो अम्ल बना देते हैं।

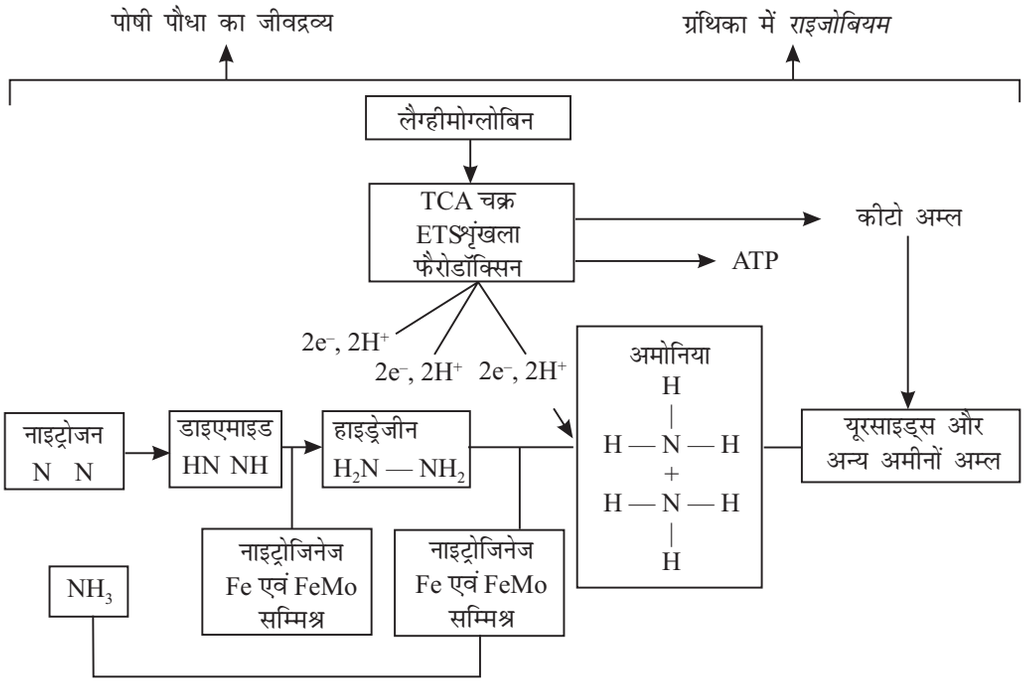
नाइट्रोजन स्थिरीकरण को निम्न प्रकार से सामान्य समीकरण द्वारा दर्शाया जा सकता है।

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

आण्विक नाइट्रोजन बहुत ही स्थायी अणु है अत: नाइट्रोजन को चरणब) ढंग से अमोनिया में परिवर्तित करने के लिए कोशकीय ऊर्जा की पर्याप्त मात्रा (ATP के रूप में) में आवश्यकता होती हैं।

दलहनी पौधों (लैग्यूम्स) में, नाइट्रोजन स्थिरीकरण एक विशिष्ट भाग में होता है जिसे ग्रन्थिका (Nodule) कहते हैं। ग्रन्थिका का निर्माण राइजोवियम जीवाणु एवं लैग्यूम के बीच परस्पर प्रतिक्रिया के फलस्वरूप होता है (चित्र 6.4c देखें)। नाइट्रोजन स्थिरीकरण के जैव रासायनिक चरण समान होते हैं, यद्यपि लैग्यूम ग्रन्थिकाओं में एक विशिष्ट प्रोटीन पाया जाता है जिसे **लेग्हीमोग्लोबिन** कहते हैं। लेग्हीमोग्लोविन का संश्लेषण सहजीविता के कारण होता है, क्योंकि इसे अकेले जीवाणु तथा लेग्यूम नहीं बना सकते हैं। अभी हाल ही में ज्ञात हुआ है कि पोषी पौधे के अनेक जीन इसको बनाने में मदद करते है लेग्हीमोग्लोबिन के अतिरिक्त, एक प्रोटीनो का समूह का भी निर्माण होता है जिसे नोडयूलिंस कहते हैं यह सहजीवी संबंध बनाने एवं ग्रंथिकाओं के कार्यों को सुचारू ढंग से कार्य करने में मदद करता है।

लैग्हीमोग्लोबिन का निर्माण जीवाणु एवं लैग्यूम की जड़ की पारस्परिक क्रिया के फलस्वरूप होता है। *राइजोबियम* के जीन ''हीम'' का कूटन करते हैं तथा लैग्यूम जड़ की कोशिकाएँ ग्लोबिन भाग को कूटित करती है। दोनों कूटनों के उत्पाद मिलकर अंत में लेग्हीमोग्लोविन प्रोटीन बनाते हैं।



चित्र 10.1: नाइट्रोजन स्थिरीकरण में जैवरासायनिक चरणों का सरलीकृत बहावपटलिका

लैग्हीमोग्लोबिन ऑक्सीजन के आंशिक दबाव को कम करता है तथा नाइट्रोजन स्थिरीकरण में मदद करता है। लेकिन यह गुण केवल लैग्यूमों में ही होता है क्योंकि मुक्त रूप से पाए जाने वाले सूक्ष्म-जीवों में नाइट्रोजन स्थिरीकारक लैग्हीमोग्लोबिन का अभाव होता है। इसके अतिरिक्त यह साएनोबैक्टिरिया युक्त सहजीवन वाले अन्य पौधों में पाया जाता है।

पाठगत प्रश्न 10.3

1. निम्नलिखित को सुमेलित कीजिए :

कॉलम I		कॉलम II
(i)	*ऐजोटोबेक्टर*	(क) अवायवीय नाइट्रोजन स्थिरीकारक
(ii)	*क्लॉसट्रिडियम*	(ख) वायवीय नाइट्रोजन स्थिरीकारक
(iii)	*लाइकेन*	(ग) नाइट्रोजन स्थिरीकारक साएनोबेक्टिरियम
(iv)	*एनाबीना*	(घ) सहजीवी नाइट्रोजन स्थिरीकारक

2. कौन सा अनावृतबीजी (जिम्नोस्पर्मस) पौधा नाइट्रोजन का स्थिरीकरण करता हैं?

.....

3. क्या नाइट्रोजन स्थिरीकरण में कोई गैस निकलती है, यदि हाँ तो उसका नाम बताइए?

.....

टिप्पणी

4. नाइट्रोजन के एक अणु को अपचयित करने के लिए कितने ATP अणु चाहिए?

.....

5. नाइट्रोजन के अपचयन के लिए हाइड्रोजन का मुख्य स्रोत क्या है?

.....

6. कॉलम I को कॉलम II से सुमेलित कीजिए :

कॉलम I	कॉलम II
(i) लेग्हीमोग्लोबिन	(a) साानोबेक्ट्रियम
(ii) ऐनाबीना	(b) लैग्यूम पौधे
(iii) अपचयन प्रक्रिया	(c) नाइट्रोजन स्थिरीकरण

7. सहजीवन को स्थापित एवं ग्रंथिका कार्यों को सुचारू रूप से चलाने में सहायक प्रोटीन का नाम बताइये?

.....

10.4 पौधों द्वारा नाइट्रेट एवं अमोनिया का स्वांगीकरण

जैसा कि पिछले खंड में बताया जा चुका है कि नाइट्रोजन स्थिरीकरण केवल कुछ विशिष्ट सूक्ष्मजीवों एवं पौधों में होता है परंतु सभी पौधों को नाइट्रोजन की आवश्यकता होती है, क्योंकि यह सामान्य उपापचय के लिए आवश्यक है। अत: वे पौधे, जो नाइट्रोजन स्थिर नही कर सकते, वे अपनी उपापचयी क्रियाओं के लिए संयुक्त नाइट्रोजन स्रोत, जैसे नाइट्रेट एवं अमोनिया, का उपयोग करते हैं। प्राय: सभी पौधों द्वारा अवशोषित नाइट्रेट का अमोनिया में अपचयन दो एंजाइम द्वारा होता है। नाइट्रेट से नाइट्राइट परिवर्तन का पहला चरण नाइट्रेट रिडक्टेज एंजाइम द्वारा उत्प्रेरित होता है। इस एंजाइम के अन्य प्रमुख घटक है FAD, साइट्रोक्रोम, NADPH अथवा NADH एवं मेलिविड्नम

$$NO_3^- + NADH + H^+ \xrightarrow{\text{नाइट्रेट रिडक्टेज}} NO_2^- + NAD^+ + H_2O$$

नाइट्रेट अपचयन की संपूर्ण प्रक्रिया साइटोसॉल में होती है तथा अभिक्रिया ऊर्जा पर निर्भर होती है। एंजाइम नाइट्रेट रिडक्टेज का अन्य पौधों में भी अध्ययन किया गया है तथा यह देखा गया है कि इसका लगातार संश्लेषण एवं विघटन होता रहता है। नाइट्रेट रिडक्टेज एन्जाइम को प्रेरित किया जा सकता है इसका अर्थ है कि साइटोसॉल में नाइट्रेट की मात्रा बढ़ाने से नाइट्रेट रिडक्टेज एंजाइम की मात्रा को बढ़ाया जा सकता है।

परंतु अमोनियम आयन (NH_4^+) की अधिकता का नाइट्रेट रिडेक्टेज एंजाइम पर नकारात्मक प्रभाव पड़ता है। पौधों में यह भी देखा गया है कि प्रकाश की उपस्थिति में यदि नाइट्रेट की उपलब्धता है तो नाइट्रेट रिडेक्टेज बढ़ जाता है।

द्वितीय चरण में पहले चरण में बने नाइट्राइट का अमोनिया में अपचयन हो जाता है तथा यह अभिक्रिया नाइट्रासइट रिडक्टेज द्वारा उत्प्रेरित होती है। साइटोसॉल में उपस्थित नाइट्राइट का हरित लवक में स्थानांतरण हो जाता है जहाँ ये अमोनिया में अपचयित हो जाता है।

$$NO_2^- + 3NADPH + 3H^+ \xrightarrow{\text{नाइट्राइट रिडक्टेज}} NH_3 + 3NADP^+ + H_2O + OH^-$$

एंजाइम नाइट्राइट रिडक्टेज NADH, NADPH तथा FAD से इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर सकता है। इसके अतिरिक्त अपचयित फैरिडाक्सिन भी नाइट्राइट रिडक्टेज की उपस्थिति में नाइट्राइट को अमोनिया में अपचयित करने के लिए इलेक्ट्रॉन देता है। इस प्रकार उत्पन्न अमोनिया पौधे के लिए विषैली होती है। अत: वे इसका शीघ्रता से उपयोग करते हैं। कुछ पौधे, जैसे शैवाल, अधिक मात्रा में बनी अमोनिया को छोड़ते हैं जिसका मृदा एवं जल में उपस्थित सूक्ष्म जीवों द्वारा नाइट्राइट एवं नाइट्रेट में ऑक्सीकरण होता है।

पाठगत प्रश्न 10.4

1. अकार्बनिक नाइट्रोजन का कौन सा-रूप सर्वाधिक अपचयित है?

.....

2. निम्न का सुमेलन कीजिए :

कॉलम I	कॉलम II
(i) नाइट्रेट रिडक्टेज	(क) नाइट्रोजन स्थिरीकरण
(ii) नाइट्राइट रिडक्टेज	(ख) नाइट्रेट अपचयन
(iii) नाइट्रोजिनेज	(ग) नाइट्राइट अपचयन

3. नाइट्रेट का नाइट्राइट में अपचयन कोशिका के किस भाग में होता है?

.....

4. अकार्बनिक नाइट्रोजन की सर्वाधिक ऑक्सीकृत अवस्था कौन-सी है?

.....

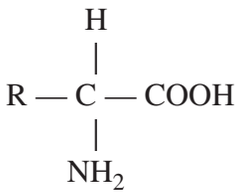
5. पौधे के किस अंग में नाइट्राइट से अमोनिया का अपचयन उत्प्रेरित होता है?

.....

10.5 पौधों द्वारा ऐमीनों अम्लों का संश्लेषण

जैसा कि आपने देखा कि पौधों द्वारा अमोनिया उत्पादन निम्नलिखित तरीकों से हो सकता है। (i) नाइट्रोजन स्थिरीकरण, (ii) नाइट्रेट के नाइट्राइट में अपचयन द्वारा। अमोनियम (NH_4^+) संयुक्त नाइट्रोजन की सर्वाधिक अपचयित अवस्था है। यह अकार्बनिक संयुक्त नाइट्रोजन की सबसे अधिक ऐमीनो अम्लों

के निर्माण का मुख्य स्रोत है जो प्रोटीन एवं एंजाइम के उत्पादन का मुख्य आधार है। ऐमीनों अम्लों में दो प्रमुख रासायनिक समूह होते है: (i) एमीनो समूह (NH_2) (ii) कार्बोक्सिल समूह विद्यमान (–COOH)



चित्र 10.2: एक प्रारूपिक ऐमीनों अम्ल कार्यकारी समूह के साथ जिसमें R एल्काइल समूह को प्रदर्शित करता है।

एक सामान्य ऐमीनों अम्ल R = ऐल्काइल समूह इस प्रकार उत्पन्न, अमोनियम, ऐमीनो समूह का प्रमुख स्रोत है। परंतु कार्बोक्सिल समूह अन्य कार्बनिक अणुओं से मिलते हैं जिनका संश्लेषण पौधों में होता है। पौधों में ऐमीनो अम्लों के जैव-संश्लेषण की दो प्रमुख प्रक्रियाएँ है:

अपचयित ऐमीनीकरण अभिक्रिया : इस अभिक्रिया में अमोनिया एक कीटो अम्ल से अभिक्रिया करती है। क्रेब्स चक्र के दौरान बना एल्फा कीटोग्लूटैरिक अम्ल सबसे महत्त्वपूर्ण कीटो अम्ल है। कीटो अम्ल एंजाइमीकृत अपचयित ऐमीनीकरण द्वारा ऐमीनो अम्ल बनाता है।

$$\alpha\text{-कीटोग्लूटैरिक अम्ल} + NH_3 \xrightarrow{\text{ग्लूटैमेट डिहाइड्रोजिनेस}} \text{ग्लूटैमिक अम्ल}$$

–कीटो अम्ल + अमोनिया → ग्लूटैमिक अम्ल (ऐमीनो अम्ल)

इसी प्रकार आक्सेलो-एसीटिक अम्ल के अपचयित ऐमीनीकरण द्वारा एसपार्टिक अम्ल (Aspertic Acid) का निर्माण होता है।

> यह देखा गया है कि अपचयित ऐमीनीकरण पौधों के उपापचयी प्रक्रिया में अमोनिया के प्रवेश का मुख्य स्थान है; यही से ग्लूटैमिक अम्ल और उसके उपरांत अन्य ऐमीनों अम्लों का संश्लेषण प्रारंभ होता है।

10.5.2 पराऐमीनीकरण अभिक्रिया (Transamination reaction)

ऐमीनो अम्ल के जैव-संश्लेषण की यह दूसरी महत्त्वपूर्ण अभिक्रिया है। इस अभिक्रिया में पहले से संश्लेषित ऐमीनो अम्ल से ऐमीनो समूह का स्थानांतरण कीटो अम्ल को हो जाता है।

$$\alpha\text{-कीटोग्लूटारिक अम्ल} + \text{एसपार्टिक अम्ल} \xrightarrow{\text{ट्रांसएमीनेज}} \text{ग्लूटामिक अम्ल} + \text{आक्सेलो एसिटिक अम्ल}$$

(कीटो अम्ल) (ऐमीनो अम्ल) → (ऐमीनो अम्ल) (कीटो अम्ल)

उपरोक्त अभिक्रिया में एस्पार्टिक अम्ल अपना एमीनो समूह (NH_2) α-कीटोग्लूटारिक अम्ल को स्थानांतरित कर ग्लूटामिक अम्ल का संश्लेषण करता है तथा कीटो अम्ल मुक्त करता है। यह अभिक्रिया ट्रान्सएमीनेज एन्जाइम द्वारा उत्प्रेरित होती हैं। इस विधि द्वारा अनेक ऐमीनो अम्लों का संश्लेषण होता

है। ऐमीनो अम्ल नाइट्रोजन युक्त कार्बनिक अणु है। नाइट्रोजन युक्त कार्बनिक अणुओं का संश्लेषण कीटो अम्लों में अमोनिया से ऐमीनो समूह का जुड़ने का एक प्रमुख चरण है।

पाठगत प्रश्न 10.5

1. कॉलम I और II में दिए गए आइटमों को मिलान कीजिए:

I	II
(i) ऐमीनो अम्ल	(क) कीटो अम्ल
(ii) ग्लूटैमिक अम्ल	(ख) ऐमीनो समूह एवं कार्बोक्सिल समूह
(iii) रकीटोग्गूटैरिक अम्ल	(ग) ऐमीनो अम्ल

2. पौधों में एमीनो अम्लों के जैव संश्लेषण की दो जैवरासायनिक अभिक्रियाओं के नाम बताइये।

.....

3. एन्जाइमों का कौन-सा समूह ट्रॉसएमीनेशन अभिक्रिया को उत्प्रेरित करता है?

.....

4. अपचयित ऐमीनीकरण अभिक्रिया द्वारा ऐमीनो अम्ल के संश्लेषण में ऐमीनो समूह का स्रोत क्या है?

.....

5. ग्लूटामिक अम्ल के संश्लेषण में कीटो अम्ल का स्त्रोत क्या है?

.....

आपने क्या सीखा

- नाइट्रोजन अनेक जैव-अणुओं जैसे ऐमीनो अम्लों, प्रोटीनों तथा एंजाइमों का प्रमुख घटक है।
- विटामिन, ऐल्कोलॉयड, न्यूक्लिक अम्ल, वर्णक तथा कुछ वृद्धि हार्मोन्स जैसे अणुओं में भी नाइट्रोजन उपस्थित होती है।
- आण्विक नाइट्रोजन त्रिबंध युक्त स्थायी अणु है।
- नाइट्रोजन स्थिरीकरण नाइट्रोजन का अमोनिया में अपचयन है।
- अजैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण एक औद्योगिक प्रक्रिया (हैबर विधि) है।

टिप्पणी

- जैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण जीवित कोशिका में होता है।
- नाइट्रोजन स्थिरीकरण प्रक्रिया को उत्प्रेरित करने वाला एन्जाइम नाइट्रोजिनेज है।
- नाइट्रोजन स्थिरीकरण मुक्त–जीवों सूक्ष्म जीवों अथवा सहजीवी तंत्रों में पाया जाता है।
- लाइकेन, टेरिडोफाइटों, ब्रायोफाइटों, जिम्नोस्पर्मों एवं लैग्यूम जैसे अनेक सहजीवी नाइट्रोजन स्थिरीकरण करने वाले तंत्र हैं।
- साएनों बैक्टीरिया, लाइकेन, टेरिडोफाइटों एवं जिम्नोस्पर्मों में पाए जाना वाला सहजीवी घटक है।
- लैग्यूमों में जीवाणु की राइजोवियम स्पीशीज सहजीवी होती है।
- नाइट्रोजन स्थिरीकरण में ऊर्जा एवं इलेक्ट्रानों का स्त्रोत प्रायः पाइरूबिक अम्ल होता है।
- हाइड्रजोजन गैस नाइट्रोजन स्थिरीकरण में मदद कर सकती है।
- नाइट्रोजन की सर्वाधिक आक्सीकृत अवस्था नाइट्रेट तथा सर्वाधिक अपचयित अवस्था अमोनिया है।
- एन्जाइम नाइट्रेट रिडक्टेज द्वारा नाइट्रेट नाइट्राइट में अपचयित होता है।
- ऐमीनो अम्ल में दो क्रियात्मक समूह–ऐमीनों समूह तथा कार्बोक्सिल समूह होते हैं।
- कीटो अम्लों के अपचयित अमोनीकरण द्वारा ऐमीनो अम्लों का उत्पादन किया जा सकता है।
- पराऐमीनीकरण (ट्रासएमीनेशन) द्वारा भी ऐमीनो अम्लों का उत्पादन किया जा सकता है।
- अपचयित अमोनीकरण अभिक्रिया डिहाइड्रोजिनेस एन्जाइम द्वारा उत्प्रेरित होती है।
- पराऐमीनीकरण अभिक्रिया ट्रासएमिनेज एन्जाइम द्वारा होती है।

पाठांत प्रश्न

1. नाइट्रोजन स्थिरीकरण को परिभाषित कीजिये।
2. बिजली चमकने के दौरान संयुक्त नाइट्रोजन का कौन सा रूप उत्पन्न होता है?
3. एन्जाइम तथा प्रोटीनों के अतिरिक्त ऐसे तीन जैव अणुओं के नाम बताइये जिनमें नाइट्रोजन पाया जाता है।
4. नाइट्रोजन स्थिर करने वाले एक वायवीय तथा अवायवीय जीवाणु का नाम बताइएँ।
5. α-कीटोग्लूटैरिक अम्ल के अपचयित ऐमीनीकरण द्वारा किस ऐमीनो अम्ल का संश्लेषण होता है?
6. जैवीय एवं अजैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण में अंतर बताइएँ।
7. जैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण के लिए क्या आवश्यक है?

8. लैग्हीमोग्लोबिन मानवीय हीमोग्लोबिन से किस प्रकार भिन्न है?
9. लैग्हीमोग्लोबिन का क्या कार्य है?
10. नाइट्रेट रिडक्टेज एवं नाइट्राइट रिडक्टेज में क्या क्रियात्मक भिन्नताएँ है?
11. नाइट्रोजन स्थिरीकरण एवं नाइट्रोजन स्वांगीकरण में क्या अंतर है? संक्षेप में अजैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण की विधि समझाइए।
12. जैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण के विभिन्न चरणों को संक्षेप में बताइये।
13. मुक्तजीवी तथा सहजीवी नाइट्रोजन स्थिर करने वाले अजीवाणुओं का उचित उदाहरण दीजिए।
14. मुक्तजीवी तथा लैग्यूमिनस नाइट्रोजन स्थिरीकरण करने वाले सूक्ष्म जीवों में क्या मुख्य अन्तर है।?
15. पौधों में नाइट्रेट एवं नाइट्राइट अपचयन का वर्णन कीजिएँ।
16. पौधों में ऐमीनो अम्लों के संश्लेषण की अपचयित पराऐमीनीकरण अभिक्रिया का वर्णन कीजिये।
17. पौधों में ऐमीनो अम्ल के संश्लेषण की पराऐमीनीकरण अभिक्रिया का वर्णन कीजिए। यह अपचयित ऐमीनीकरण से किस प्रकार भिन्न हैं?

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

10.1 1. 78.03 प्रतिशत
2. प्रोटीन तथा एन्जाइम
3. क्योंकि इसमें त्रिबंध होता है।
4. 16 प्रतिशत
5. -195.8°C

10.2 1. आण्विक नाइट्रोजन का अमोनिया में परिवर्तन
2. हैबर का प्रक्रम
3. जैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण जीवित कोशिका में तथा अजैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण जीवित कोशिका के बाहर होता है।
4. नाइट्रोजिनेज
5. ऑक्सीजन

10.3 1. (i) (ख) (ii) (क) (iii) (घ) (iv) (ग)
2. साइकस
3. हाँ, हाइड्रोजन गैस

टिप्पणी

4. 16 ATP

5. अपचयित को एन्जाइम जैसे फैरीडॉक्सिन

6. (i) (ख) (ii) (क) (iii) (ग)

7. ग्रन्थिका

10.4 1. NH

2. (i) (ख) (ii) (ग) (iii) (क)

3. साइटोसॉल 4. नाइट्रेट 5. हरितलवक

10.5 1. (i) (ख) (ii) (ग) (iii) (क)

2. अपचयित अमोनीकरण एवं पराऐमीनीकरण

3. ट्रॉंसएमिनेजेंज

4. अमोनिया

5. ऐल्फा कीटोग्लूटैरिक अम्ल