अध्याय – 17

पादप वृद्धि एवं वृद्धि नियन्त्रक

(Plant Growth and Growth Regulators)

फिलिप्स (1971) ने ''वृद्धि हार्मोन की परिभाषा उन पदार्थों के रूप में की, जो विशेष कोशिकाओं में संश्लेषित होते हैं और दूसरी कोशिकाओं में स्थानांतरित हो जाते हैं, जहां अत्यधिक कम मात्रा में होते हुए भी वे विकास प्रक्रिया को प्रभावित करते हैं (substances which are synthetized in particular cells and which are transferred to other cells where in extremely small quantities influence developmental process)।'' सामान्य हार्मोनों में ऑक्सिन, जिब्बरेलिन, साइटोकाइनिन, एथिलीन, डॉर्मिन, फ्लोरिजेन आदि आते हैं।

किन्तु अब पादप वृद्धि को प्रभावित करने वाले पदार्थों के विभिन्न वर्गों का पता लग चुका है, जिन्हें वृद्धिकारी और वृद्धि रोधी पदार्थों में बाँटा जा सकता है, या प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले और संश्लेषित वृद्धि पदार्थों में विभाजित किया जा सकता है। फिर भी, अब वृद्धि नियामक पदार्थ (growth regulators) शब्द का प्रयोग पसंद किया जाता है जिसमें प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले और संश्लेषित वृद्धि पदार्थों को सम्मिलित किया गया है। वृद्धि नियामक पदार्थों को निम्नलिखित वर्गों में बाँटा जा सकता है :

वृद्धि प्रवर्धक

1. ऑक्सिन, जैसे इंडोल एसेटिक अम्ल (IAA)
2. जिबेरेलिन, जैसे जिबरेलिक अम्ल (GA)
3. साइटोकाइनिन, जैसे काइनेटिन, जीएटिन

वृद्धि रोधक

1. इथिलीन 2. ऐब्सिसिक अम्ल (ABA)

अन्य 1. पुष्प संबंधी हार्मोन, जैसे फ्लोरिजेन, ऐंथेसिन, वर्नेलिन 2. अन्य पदार्थ, जैसे साइक्लिटॉल, विटामिन, फाइटोक्रोम, क्षतिज पदार्थ (traumatic substances), कॉमरिन, CCC, AMO 1618, फॉस्फॉन D, मॉर्फेक्टिन, मैल्फॉर्मिन, मैलिक हाइड्रैजाइड (MH) आदि।

पौधों में वृद्धि का नियमन कई वृद्धि पदार्थों की अंतक्रिया द्वारा होता है। इसे कायिक वृद्धि (vegetative growth) के उदाहरण से भली प्रकार से स्पष्ट किया जा सकता है।

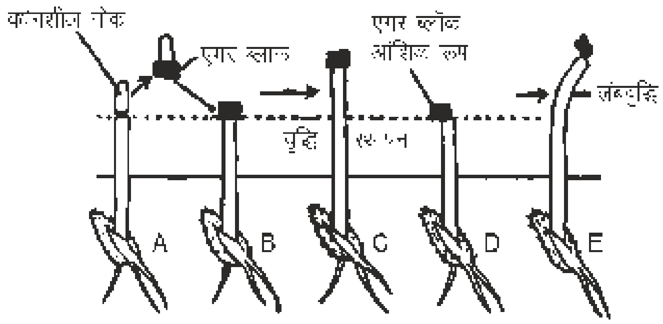
ऑक्सिन (Auxin)

वृद्धि पदार्थों के अस्तित्व का होना चार्ल्स डार्विन ने (1880) अपनी पुस्तक 'The Power of Movements in Plants' में किया था। कैनेरी घास (Phalaris canariensis) पर कार्य करते हुए उन्होंने दिखलाया कि नवोद्भिद की शीर्ष एकपार्श्विक (unilateral) प्रकाश के प्रति संवेदी होती हैं और उनमें धनात्मक प्रकाशानुवर्तन (positive phototropism) दिखायी देता है। उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि शीर्ष एकपार्श्वीय प्रकाश उत्तेजना का अनुभव करती है, किन्तु प्रांकुरचोल (coleoptile) के प्रकाशित भाग की अपेक्षा छायादार भाग पर अधिक तेज वृद्धि के फलस्वरूप वक्रता उत्पन्न होती है। उन्होंने यह भी देखा कि जब कोलिओप्टाइल का शीर्ष विच्छेदन किया गया तो वक्रता प्रतिक्रिया नहीं हुई। डार्विन ने अपने ही शब्दों में कहा कि ''नवोद्भिद् (seedlings) पार्श्वीय प्रकाश के सामने मुक्त रूप से जब रहते हैं तब ऊपरी भाग से निचले भाग में कोई प्रभाव प्रक्षेपित होता है जिससे वह झुक जाता है।'' इस प्रकार उन्होंने एक वृद्धि सहसंबंध कारक की धारणा धारण की।

इसी प्रकार का निरीक्षण कैनेरी घास (oat) के कोलिओप्टाइल पर कार्य करते समय बॉयसेन–जेंसेन (1913) ने किया। उन्होंने कहा कि ''उत्तेजन का प्रक्षेपण (transmission of irritation) कोलिओप्टाइल शीर्ष में सांद्रता परिवर्तनों द्वारा उत्पन्न भौतिक (material) प्रकृति का होता है।'' पाल (1919) ने अपने अध्ययन को यह कह कर आगे बढ़ाया (endorsed) कि ''प्ररोह शीर्ष वृद्धि नियमन केन्द्र का स्थान (seat) होता है। इसमें एक पदार्थ (या मिश्रण) बनता है और अंदर से ही स्त्रवित होता है और यह पदार्थ सभी ओर समान रूप से वितरित रहता है तथा लम्बे समय में नीचे

की ओर आता है।'' उन्होंने आगे देखा कि यदि प्रांकुर चोल की अप्रदीप्त सतह (Dark side) पर आधे भाग में एक अनुप्रस्थ चीरा लगाकर उसमें माइका प्लेट लगा दी जाती है तब प्रांकुरचोल में वक्रता नहीं होती है, किन्तु यदि माइका प्लेट प्रकाशित सतह (Illuminated side) पर लगाई जाए तब प्रांकुर चोल प्रकाश की ओर मुड़ जाता है।

ऑक्सिन्स के बारे में अधिकांश ज्ञान जई (Avena sativa) के प्रांकुरचोल (Coleoptile) से प्राप्त हुआ है। यदि जई कोलिओप्टाइल की वर्धनशील शीर्ष हटा दिया जाये तो कोलिओप्टाइल के शेष भाग में वृद्धि में स्पष्ट कमी दिखेगी जो अंत में रूक जायेगी। इसका यह अर्थ होता है कि वृद्धि ऊपरी क्षेत्र में ही सीमित रहती या उस पर निर्भर करती है। यदि हटाये गए शीर्ष को एक अगार ब्लॉक पर कई घण्टों तक रखकर फिर हटा लिया जाए और अगार ब्लॉक को कटे तने में स्थानांतरित कर दिया जाये तो देखा जाता है कि ब्लॉक आंशिक रूप से शीर्ष का स्थानापन्न बन जाता है और वृद्धि होने लगती है (चित्र 17.1 A, B, C)। यह प्रयोग बतलाता है कि शीर्ष में संश्लेषित पदार्थ नीचे आ जाता है (अगार ब्लॉक में) और शीर्ष की लंबवृद्धि के लिए उत्तरदायी होता है। कोगल (Kogl) ने इसे ऑक्सिन नाम दिया। यह एक यूनानी शब्द (Auxein) से लिया गया है, जिसका अर्थ होता है : वृद्धि करना।

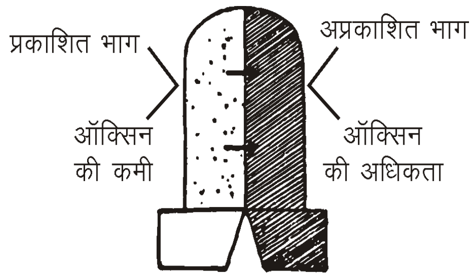


चित्र 17.1 : जई कोलिओप्टाइल (oat coleoptile) **प्रयोग का प्रदर्शन।** A - **तना नोंक हटाकर उसे एगर ब्लॉक** (agar block) **(चित्र में काला टुकड़ा) पर रखा गया;** B, C - **एगर ब्लॉक को कटे तने की नोंक पर रखा गया और वृद्धि चालू हो गई;** D, E - **एविना वक्रता परीक्षण** (Avena curvature test) D - **एगर ब्लॉक उत्केन्द्री रूप से** (eccentrically) **रखा गया और** E - **वक्रता उत्पन्न हुई।**

वेन्ट (1928) ने एवेना–वक्रता परीक्षण (Avena curvature test) किया। उन्होंने अगार ब्लॉक पर कई ताज़ी कटी कोलिओप्टाइल शीर्ष रखी फिर कई घंटों बाद उन्हें कई टुकड़ों में काट दिया। उन्होंने अगार ब्लॉक टुकड़ों को कोलिओप्टाइल कटे भाग पर उत्केंद्री रूप से (eccentrically) दो घण्टों तक अंधेरे में रखा। वृद्धि वक्रता हुई और कोलिओप्टाइल अगार ब्लॉक टुकड़ों के विपरीत भाग की ओर एक तरफ मुड़ गए (चित्र 17.1 D, E)।

इस प्रकार की बात अगार ब्लॉक से कोलिओप्टाइल में ऑक्सिन के विसरण के कारण हुई, जिससे उस ओर लंबवृद्धि और वृद्धि होने के फलस्वरूप कोलिओप्टाइल शीर्ष वक्रित हो गया। वेन्ट का ऑक्सिन IAA था।

वेन्ट (1928) ने इसी प्रकार एक दूसरा प्रयोग किया, जिसमें कोलिओप्टाइल के प्रकाशित और अप्रकाशित भागों में ऑक्सिन का मात्रात्मक वितरण निर्धारित किया गया। कोलिओप्टाइल के प्रकाशित भाग में केवल 27 प्रतिशत ऑक्सिन रहा जबकि अप्रकाशित भाग में 57 प्रतिशत ऑक्सिन था। नियंत्रित प्रयोग में, यदि हर क्षेत्र में एक जैसा प्रकाश उपलब्ध हो तो ऑक्सिन का एक समान वितरण दिखलायी देगा। ऐसा प्रकाशित भाग से अप्रकाशित भाग की ओर ऑक्सिन के स्थानांतरण के कारण होता है (चित्र 17.2)।



चित्र 17.2 : वेन्ट के प्रयोग में प्रकाश की प्रतिक्रिया में ऑक्सिन वितरण को दिखलाया गया है।

थिमेन एवं स्कूग (1933) ने देखा कि ऑक्सिन पार्श्वीय कलिका निर्माण को रोकता है। उन्होंने पाया कि यदि शीर्ष कलिका हटा दी जाये तो पार्श्वीय कलियां प्रस्फुटित हो जाती है। इस घटना को शीर्ष कलिका प्रभुता (apical bud dominance) कहते हैं।

ऑक्सिन्स के अभिलक्षण (Characteristics of Auxins)

ऑक्सिन्स के नीचे लिखे अभिलक्षण होते हैं :

1. ध्रुवीय स्थानांतरण (polar translocation) (शीर्ष से नीचे की ओर गमन)
2. शीर्ष कलिका प्रभुता (apical bud dominance)
3. मूलीय और प्ररोह वृद्धि के व्यवहार में भिन्नता
4. मूल आरंभन (root initiation)
5. विलगन (abscission) में देरी
6. जाइलम तत्वों का विभेदीकरण (differentiation of xylem elements)

ऑक्सिन्स की रासायनिक प्रकृति
(Chemical Nature of Auxins)

कोगल और हागेन–स्मिथ (1931) ने 40 मि.ग्रा. *ऑक्सिन* a लगभग 150 लीटर मानव मूत्र से अलग किया। रासायनिक दृष्टि से इसे ऑक्सेनट्रायोलिक अम्ल ($C_{18}H_{32}O_5$) माना गया। सन् 1934 में कोगल, अर्क्सलेबैन और हागेन–स्मिथ ने मक्का जर्म तेल से *ऑक्सिन* b (ऑक्सेनोनिक अम्ल) ($C_{18}H_{30}O_4$) अलग किया। बाद में उन्होंने मानव मूत्र से दूसरा ऑक्सिन अलग किया और उसे हेटेरोऑक्सिन नाम दिया, जिसे बाद में इंडोल–3– एसेटिक अम्ल (IAA, C_{10}, H_9 O_2 N) कहा गया। ऑक्सिन a और b पौधों में सार्वत्रिक रूप से प्राप्त नहीं हुए किन्तु IAA सभी उच्चतर पौधों और फफूंदी में प्राकृतिक रूप से प्राप्त मुख्य ऑक्सिन है। यह मनुष्यों के मूत्र में भी, विशेषकर उन लोगों में मिलता है जो नियासिन या निकोटिनिक अम्ल की कमी के रोग से ग्रस्त होते हैं (अर्थात् पेलाग्रा रोगी होते हैं)। इंडोल–3–एसेटैल्डिहाइड, इंडोल–3–एसीटोनाइट्राइल, इंडोल–3–एथेनॉल, 4–क्लोरो IAA भी पौधों में पाए जाते हैं।

प्राकृतिक रूप से प्राप्त ऑक्सिन्स के अलावा, समान गुणों वाले कुछ दूसरे पदार्थ हैं : इंडोल ब्यूटाईरिक अम्ल (IBA), α और β-नैफ्थेलीन एसेटिक अम्ल (NAA), 2, 4-D, 2, 4, 5-ट्राइक्लोरोफेनॉक्सी एसेटिक अम्ल (2, 4, 5 -T), इंडोल प्रॉपिओनिक अम्ल (IPA) आदि।

ऑक्सिन्स का जैवसंश्लेषण (Biosynthesis of Auxins)

ऑक्सिन संश्लेषण के अब तक ज्ञात स्थल हैं– प्ररोह शीर्ष क्षेत्र (विशेषकर शीर्ष कलिका की युवा फैलती पत्तियाँ), घास की शीर्ष, कोलिओप्टाइल तथा विकासशील भ्रूण, विकासशील फल, वर्धनशील ऊतक आदि। ऑक्सिन का संश्लेषण अंधकार की अपेक्षा प्रकाश की उपस्थिति में हरे पत्तों में तेजी से होता है। ट्रिप्टोफान व ट्रिप्टेमीन ऑक्सिन के पूर्ववर्ती पदार्थ हैं।

ऑक्सिन्स की भूमिका (Role of Auxins)

ऑक्सिन्स की कुछ महत्वपूर्ण भूमिकाएं नीचे दी जा रही हैं :

1. शीर्ष प्रभुता (Apical Dominance) – थिमैन एवं स्कूग (1953) ने पाया कि शीर्ष कलिका (apical bud) हटा देने पर पार्श्वीय कलिका (lateral buds) प्रस्फुटित होने लगती है और बड़ी संख्या में पार्श्वीय कलिकाएं बन जाती हैं। उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि ऑक्सिन पार्श्वीय कलिका निर्माण रोकता है, और चूंकि ऑक्सिन्स का संश्लेषण शीर्ष में होता है, इसलिए उन्होंने इस घटना को शीर्ष कलिका प्रभुता (apical bud dominance) की संज्ञा दी। यह तथ्य लगभग सभी उदाहरणों में प्रमाणित हुआ।

उन्होंने आगे देखा कि आलू कंदों पर एथिलिन क्लोरोहाइड्रिन (यह पदार्थ ऑक्सिन्स को नष्ट कर देता है) के प्रयोग से शीर्ष और पार्श्वीय दोनों कलियां खिल उठी। सामान्य दशा में केवल शीर्ष कलियां खिलती हैं।

शीर्ष कलिका प्रभुता की घटना को अब एक परिवर्तित संस्करण (modified version) द्वारा समझाया गया है। पार्श्वीय कलिकाएं तने के मुख्य संवहन ऊतकों के साथ संबंध नहीं जोड़ती, इसलिए इनमें उचित उपापचयकों, कार्बनिक विलेयों (शूगर, एमिनो अम्ल आदि) तथा वृद्धि पदार्थों की आपूर्ति नहीं हो पाती। साथ ही प्ररोह शीर्ष में विभिन्न पदार्थों की तीव्र मांग के कारण भी वृद्धि पदार्थों और उपापचयकों की कमी पड़ सकती है।

IAA विभज्योतक कोशिकाओं में उपापचयिक क्रियाएं बढ़ाता है, जिसके साथ संवहन ऊतकों में घूमते कार्बनिक विलेयों की तीव्र मांग रहती है। शीर्ष विभज्योतक (apical meristem) पर तीव्र उपापचयिक पदार्थों कमी का यह संयोग उच्च IAA सांद्रता द्वारा बढ़ जाता है और मुख्य परिवहन धारा से अलग पड़े पार्श्वीय कलिका के विकास को प्रभावी रूप से रोक देता है।

2. कोशिका विभाजन और कोशिका दीर्घीकरण (Cell division and cell enlargement) – ऑक्सिन कोशिका विभाजन, कोशिका वृद्धि और शीर्ष क्षेत्र में कोशिका दीर्घीकरण को उत्तेजित करता है। ऑक्सिन का प्राथमिक शरीर क्रियात्मक प्रभाव कोशिकाओं की लंबाई बढ़ाना होता है।

3. प्ररोह एवं मूलीय वृद्धि (Shoot and Root Growth)– ऑक्सिन प्ररोह को उच्च सांद्रता पर और जड़ों को अति निम्न सांद्रता पर बढ़ाता है।

4. जाइलम विभेदीकरण (Xylem Differentiation) – ऑक्सिन द्वारा जाइलम तत्व का विभेदीकरण बढ़ाना अब सुस्थापित घटना हो चुकी है और इसे ऑक्सिन बायोएसे (bioassay) की माप रूप में लिया जाता है (मटर वक्रता परीक्षण देखें)।(इसी गुण के कारण ऑक्सिन्स का कलिका ग्राफ्टिंग से कैलस बनाने में प्रायः प्रयोग होता है।

कैलस अविभाजित मृदुतकी कोशिकाओं की एक संहति होता है और जब इसको ऑक्सिन से उपचारित करते हैं तो जाइलम तत्व कोशिका ऊतक में विभाजित हो जाते हैं। इस तरह ऑक्सिन कैलस के संवहन ऊतक और कलिका के संवहन ऊतक के बीच संपर्क स्थापित करने में सहायता करता है और कैलस में कलिका के सही ढंग से उगने को संभव बनाता है। ऑक्सिन और शूगर मिला देने पर कैलस की निरंतर वृद्धि प्राप्त की जा सकती है और कैलस से नए प्ररोह और नए पौधे तक उत्पन्न किये जा सकते हैं।

5. न्यूक्लीइक अम्ल की क्रियाएं (Nucleic acid Activities) – ऑक्सिन वृद्धि में क्रियाशीलता बढ़ाता है। सेटरफील्ड (1963) की रिपोर्ट है कि IAA सम्पूर्ण RNA विशेषकर mRNA के संश्लेषण और विशिष्ट एंजाइमों के संश्लेषण को बढ़ाता है।

6. बहुविधि क्रियाएं (Manifold Activities) – ऑक्सिन पादप जीवन को कई प्रकार से प्रभावित करता है। पहले वर्णित विविध प्रक्रियाओं के अलावा ऑक्सिन की बीज अंकुरण वृद्धि, जड़ निकलने, फूल लगने (प्रजननात्मक क्रियाएं), विलगन (abscission), अनिषेकफलन (parthenocarpy), ऊतक संवर्धन (tissue culture) आदि में भी विशिष्ट भूमिका है।

ऑक्सिन्स का व्यवहारिक उपयोग
(Practical Application of Auxins)

ऑक्सिन्स का प्रयोग कई तरह से हुआ है, जिनमें से कुछ नीचे दिये जा रहे हैं :

1. अंकुरण (Germination) – कोलोडनी (1930) ने पहली बार प्रस्ताव किया कि कृषि में हार्मोनों का प्रयोग हो सकता है। उनका कहना था कि उन्हें गेहूँ के दानों के हार्मोनीकरण से 55 प्रतिशत अधिक गेहूँ की उपज मिली। बाद में कई वैज्ञानिकों ने ऐसी ही सूचनाएं दी। आजकल दानों को अंकुरण के लिए भिगोने के लिए IAA, IBA, NPA, 2, 4-D का विस्तृत उपयोग होता है।

2. जड़ निकालना (Rooting) – वेंट (1934) की राय थी कि जड़ निर्माता पदार्थ IAA जैसा होता है। तभी से इस पर अब तक काफी काम किया जा चुका है। काष्ठी पौधों (woody plants) के कर्तनों (cuttings) में जड़ निकालने के लिए NAA तथा IBA का प्रयोग किया जाता है।

भारत में जड़ निकलने में कार्बनिक पदार्थों के महत्व का लम्बे समय से पता था क्योंकि गुलाब के कलमों पर जल्दी और जड़ जमाव के लिए गोबर के मिश्रणों का प्रयोग किया जाता रहा है। इस प्रकार काफी समय से इस बात का ज्ञान है कि जड़ उत्पन्न करने में ऑक्सिन्स की भूमिका होती है, जो केवल संख्या ही नहीं अपितु संरचना को भी प्रभावित करते हैं।

3. पुष्पन या फूल लगना (Flowering) – हिचकॉक और ज़िमरमैन ने पहली बार दिखलाया कि *निकोटियाना टैबेकम* (Nicotiana tabacum) में पुष्पन को बढ़ाने के लिए ऑक्सिन्स की सूक्ष्म मात्रा का उपयोग किया जा सकता है। दिवा तटस्थ (day neutral) पौधों में ऑक्सिन्स की पुष्पजन भूमिका पायी गई है। और, इस तथ्य की रिपोर्ट है कि IAA मादा फूलों के निर्माण को बढ़ाता है।

4. अनिषेक फलन (Parthenocarpy) – *हिबिस्कस एस्कुलेंटस* (Hibiscus esculentus) और *सोलेनम मेलांजेना* (Solanum melongena) में NAA तथा IBA उपचार द्वारा अनिषेकफलन (parthenocarpy) पैदा किया गया था।

5. फल जमना (Fruit setting) – कुकुर्बिटेसी, सोलेनेसी, कैरिकेसी, पैपावेरेसी, कैक्टेसी कुलों के पौधों में फल जमने में ऑक्सिन्स के प्रभाव का अध्ययन भारत में किया गया है।

6. फलों का परिपक्वन पूर्व झड़न रोकना (Preventing premature drop of fruits) – 2,4-D, IAA, IBA, 2,4,5-T आदि के प्रयोग द्वारा सेब, नाशपती, साइट्रस आदि पर सफल अध्ययन किये गए हैं। 2,4-D को पत्तागोभी और फूलगोभी के पत्तों का झड़न रोकने में सफल पाया गया है।

7. ऊतक और अंग संवर्धन (Tissue and organ culture) – ऑक्सिन, ऊतक और अंग संवर्धन में सर्वथा सहायक होता है और कैलस ऊतकों में जड़ लगने तथा विभाजन को प्रेरित करने के लिए विभिन्न संवर्धन माध्यमों में इनका उपयोग नियमित रूप से होता है।

8. खरपतवार नियंत्रण (Weed control) – ऑक्सिन चयनात्मक खरपतवारनाशी होते हैं और फसली खेतों, रेलमार्गों के अगल–बगल, लॉन और जंगलों में खरपतवार नष्ट करने के लिए इनका व्यापक प्रयोग होता है। प्रकृति में ऑक्सिन के सामान्य खरपतवार नाशियों में 2,4-D (2,4- डाइक्लोरो–फेनॉक्सी एसेटिक अम्ल), 2,4,5-T (2,4,5-ट्राइक्लोरोफेनॉक्सी एसेटिक अम्ल), MCPA (2-मेथिल–4–क्लोरोफेनॉक्सीएसेटिक अम्ल), डाइकाम्बा, NAA, पिक्लौरम (टॉरडॉन) आदि सम्मिलित हैं।

ये यौगिक DNA अनुलेखन और RNA स्थानांतरण को बदल देते हैं जिसमें सामान्य वृद्धि के लिए उचित एंजाइम पैदा नहीं होते।

2,4-D एक चयनात्मक खरपतवार नाशी है। यह चौड़ी पत्ती या द्विबीजपत्री पौधों के लिए अतिविषाक्त होता है, जबकि संकरी पत्तियों वाले या एकबीजपत्री पौधों के लिए अपेक्षाकृत कम विषाक्त होता है। यह कार्बोहाईड्रेट उपापचय इस सीमा तक बढ़ा देता है कि डाइकॉट पौधे स्वयं ही जल कर मर जाते हैं। इसको खरपतवार रूप में न केवल इसी कारण से प्रयुक्त किया जाता है, बल्कि इस कारण से भी किया जाता है कि :

(1) मिट्टी से इसकी विषाक्तता जल्द ही समाप्त हो जाती है,

(2) अतिनिम्न सांद्रता पर यह किफायती और प्रभावी होता है, और

(3) खरपतवार नाशीरूप में प्रयुक्त सांद्रताएं जानवरों और मनुष्यों के लिए विषाक्त नहीं होती।

जिब्बरेलिन (Gibberellin)

जिब्बरेलिन पौधों में प्राप्त महत्वपूर्ण वृद्धि हार्मोनों में दूसरे स्थान पर हैं। इसके बारे में पहली जानकारी एक जापानी किसान कोनिशी (1898) को हुई, किन्तु कुरोसावा ने फारमोसा में कार्य

करते हुए 1926 में जिब्बरेलिन (GA) की खोज की। इसको पहले ऐस्कोबीजाणु वाले फंगस, *जिबरेला फूजीकुरोई* (Gibberella fujikuroi) (*फ्यूजेरिअम मोनिलिफॉर्मी* (Fusarium moniliforme) जो इसका अलैंगिक रूप है से निस्सारित (extracted) किया गया। यह फंगस चावल में मूर्ख नवोद्भिद (foolish seedling of rice) रोग उत्पन्न करता है; इसे आमतौर पर चावल का बकेनी रोग (bakanae disease) भी कहते हैं। संक्रमित पौधे असामान्य रूप से लंबे बीजरहित और फीके रंग के होते थे। ये लक्षण फंगस द्वारा स्त्रावित एक पदार्थ के कारण पैदा हुए थे। याबूटा, हायाशी और काहनबे ने पहली बार फंगस से सक्रिय मुख्य विष को पृथक् किया, जिसको उन लोगों ने जिब्बरेलिन नाम दिया। सन् 1938 में याबूटा और सुमुकी ने कवक से जिब्बरेलिन A और B को क्रिस्टल रूप में अलग किया। बाद में इसे उच्च पौधों से भी अलग किया गया।

जिब्बरेलिनों के अभिलक्षण (Characteristics of Gibberellins)

1. आनुवांशिक और शरीरक्रियात्मक बौनापन का निस्तारण (Treating hereditary and physiological dwarfism),
2. सुप्तावस्था (dormancy) को तोड़ना,
3. दीर्घ दिवस पादपों में पुष्पन प्रेरित करना (Flowering in long day plants),
4. एमाइलेज क्रिया बढ़ाना और
5. शीतलन (chilling) प्रभाव को विस्थापित करना।

जिब्बरेलिनों की रासायनिक संरचना (Chemistry of Gibberellins)

जिब्बरेलिन चक्रीय डाइटर्पीन होता है व रासायनिक रूप से तनु अम्ल है जैसे $C_{19}H_{24}O_6$ (GA_1), $C_{19}H_{26}O_6$ (GA_2), $C_{19}A_{22}O_6$ (GA_3 या जिबरेलिक अम्ल), $C_{19}H_{24}O_5$ (GA_4) आदि। अब तक 100 से अधिक प्रकार के जिब्बरेलिनों का पता लग चुका है और उन्हें GA_1, GA_2, GA_3 से GA_{70} तक नाम दिया गया है। इनमें GA_3 सबसे पहले खोजे जाने वाले तथा सामान्य रूप से पाये जाने वाले जिब्बरेलिनों में से एक है। जिब्बरेलिनों की सबसे बड़ी संख्या (25) फंगस, Gibberella fujikuroi, में बतलाई गई है।

जिब्बरेलिनों का जैवसंश्लेषण (Biosynthesis of Gibberellins)

जिब्बरेलिनों के संश्लेषण के बारे में बहुत कम सफल अनुसंधान किए गए हैं। उनके जैवसंश्लेषण का प्रथम चरण कैरोटिनॉयडों और टर्पिनॉयडों के लगभग समान होता है जिसमें एसेटिल CoA से *ट्रांस* – जिरैनिलजिरैनिल पाइरोफॉस्फेट का निर्माण होता है। द्वितीय चरण में *ट्रांस* – जिरैनिलजिरेनिल पाइरोफॉस्फेट से जिब्बरेलिन का संश्लेषण होता है।

GA के संश्लेषण और स्थानांतरण का स्थान (Site of GA Synthesis and Translocation)

जिब्बरेलिन सभी दिशाओं और फ्लोएम तथा जाइलम सहित सभी ऊतकों में गति करता है। इनका संश्लेषण युवा पत्तों (मुख्य स्थान), मूल शीर्ष और अपरिपक्व बीजों (भ्रूण) में होता है। इनका वितरण अध्रुवीय व अग्राभिसारी होता है।

अंतर्जात जिब्बरेलिनों की भूमिका (Role of endogenous Gibberellins)

1. शीर्ष कलिका प्रसुप्ति खण्डन (Breaking apical dormancy) – कुछ वातावरणीय दशाओं में जब शीर्ष कलिका प्रसुप्त (dormant) हो जाती है तब जिब्बरेलिन इस प्रसुप्ति को हटा सकते हैं। इसके साथ ही, शीतोपचार (cold treatment) जो प्राकृतिक कलिका प्रसुप्ति को भंग करता है, जिब्बरेलिनों के अंतर्जात स्तर को बढ़ा देता है। इस क्षेत्र की क्रिया का नियमन जिब्बरेलिन द्वारा अंतर्जात वृद्धि रोधकों (प्रसुप्तकों) के प्रभाव के विपरीत क्रिया द्वारा होता है।

2. उपशीर्ष विभज्योतक में भूमिका (Role in sub-apical meristem) – उपशीर्ष विभज्योतक में जिब्बरेलिन की भूमिका प्रत्यक्ष होती है। यह इस क्षेत्र में सूत्रीविभाजन (mitotic processes) का नियमन करता है।

3. फलवृद्धि (Fruit-growth) – जिब्बरेलिन का प्रयोग करके टमाटर के अनिषेचित फूलों और सेब तथा आड़ू की कुछ किस्मों से सामान्य दिखने वाले फल पैदा किए।

4. पुष्पन (Flowering) – जिब्बरेलिन की दीर्घ दिवस पादपों में पुष्प आरंभन में एक महत्वपूर्ण भूमिका है।

5. बीज अंकुरण (Seed germination) – बीज अंकुरण के समय α–एमाइलेज और एक बीज पत्री तथा कतिपय द्विबीज पत्री में दूसरे जलापघटक एंजाइमों के संश्लेषण की प्रेरणा में GA की भूमिका के बारे में अनेक सूचनाएं प्राप्त हैं। GA_3 बीज अंकुरण की आरंभिक अवस्थाओं के दौरान ग्लूकोनिओजेनिक एंजाइमों की क्रिया को मुख्य रूप से प्रेरित करता प्रतीत होता है। (ग्लूकोनिओजेनेसिस का अर्थ कार्बोहाइड्रेटों की अपेक्षा दूसरे पदार्थों से शूगर का संश्लेषण होना होता है)। वसा सम्पन्न बीजों में सुक्रोज का स्त्रोत लिपिड होता है।

6. बीज भण्डारण कोशिकाओं में खाद्य की गतिशीलता (Mobilisation of foods in seed storage cells) – α–amylase एन्जाइम की सक्रियता में वृद्धि कर यह कार्य सम्पन्न किया जाता है।

जिब्बेरेलिनों (GA) की क्रिया और व्यावहारिक प्रयोग

(Action and Practical Application of Gibberellins)

GA का सर्वाधिक महत्वपूर्ण प्रभाव तना वृद्धि होता है, अर्थात् GA अंतपर्वीय दीर्घीकरण (internodal elongation) या उपशीर्ष दीर्घीकरण (sub-apical elongation) लाता है। इसकी पुष्टि मटर, सेम, टमाटर, मीठी मक्का, समर स्क्वैश, खीरा, लेटूस, पत्तागोभी आदि कई पौधों में हुई है। पत्तागोभी जैसे गुलाबवत (Rosette) पादपों में वृद्धि के जनन काल में प्रवेश से पूर्व अचानक लम्बाई में प्राकृतिक वृद्धि होती है, जिसे बॉल्टिंग (Bolting) कहते हैं।

साइटोकाइनिन (CYTOKININ)

उच्चतर पौधों के जीवन में साइटोकाइनिन मुख्य भूमिका निर्वाह करती हैं। स्कूग (1955) ने दिखलाया है कि जब *निकोटिआना टैबेकम* (Nicotiana tabacum) के पिथ ऊतकों को संवहन और वल्कुटी तत्वों (cortical elements) से अलग किया गया तो वे ऑक्सिन युक्त माध्यम की तरह बढ़े और उनमें बिना कोशिका विभाजन के अत्याधिक वर्धन दिखलायी दिया। जब उनके सम्पर्क में संवहन ऊतक रखे गये तब पिथ ऊतकों में कोशिका विभाजन प्रारम्भ हो गया। इस निरीक्षण ने साइटोकाइनिन्स की खोज में महत्वपूर्ण कार्य किया। मिलर, स्कूग और सैल्जा तथा स्ट्रांग (1955) ने हेरिंग–शुक्राणु-DNA से एक पदार्थ को पृथक करके उसे काइनेटिन (kinetin) नाम दिया।

काइनेटिन जैसे पदार्थ के लिए लेथाम (1963) द्वारा प्रस्तावित पद साइटोकाइनिन को सभी ने स्वीकारा है।

साइटोकाइनिन्स के अभिलक्षण

(Characteristics of Cytokinins)

1. कोशिका विभाजन की शुरूआत करना;
2. जीर्णता में विलम्बन (रिचमॉण्ड–लैंग प्रभाव);
3. ऊतक संवर्धन में उपयोग;
4. शीर्ष कलिका सुषुप्ति में प्रति–क्रिया करना और
5. लघुदिवस पौधों में पुष्पन को प्रेरित करना।

प्राकृतिक रूप से प्राप्त साइटोकाइनिन

(Naturally occuring Cytokinin)

साइटोकाइनिन्स को अब तक नारियल के दूध (नारियल के तरल भ्रूणपोष), टमाटर के कच्चे फलों से निस्सारित (extract) किया गया है। लेथम ने मक्का के कच्चे दानों से जीएटिन को शुद्ध क्रिस्टल रूप में प्राप्त किया।

स्कूग और आर्मस्ट्रांग (1970) के अनुसार पौधों से कम से कम सात प्रकार के सुस्थापित साइटोकाइनिन प्राप्त किए गए हैं जैसे 2 ip, 2 i PA, सिस–राइबोसिल्जीएटिन, जिएटीन, ms 2i PA, ms- राइबोसिल–ज़िएटीन और डाइहाइड्रोजिएटीन। रासायनिक रूप से साइटोकाइनिन रूपान्तरित एडिनीन हैं।

साइटोकाइनिन का जैवसंश्लेषण

(Biosynthesis Cytokinin)

मूल शीर्ष (Root tip) इसके संश्लेषण का महत्वपूर्ण स्थान होता है। किन्तु विकासशील बीज और एधा ऊतक भी साइटोकाइनिन जैवसंश्लेषण के स्थान होते हैं।

साइटोकाइनिन्स के उपयोग

(Applications of Cytokinins)

इनके कुछ महत्वपूर्ण उपयोग नीचे दिए जा रहे हैं :

1. कोशिका विभाजन (Cell division) – साइटोकाइनिन्स का यह सर्वाधिक महत्वपूर्ण गुण है। साइटोकाइनिन अकेले कार्य कभी नहीं करते। ऑक्सिन्स के साथ साइटोकाइनिन गैर विभज्योतिक ऊतकों में भी कोशिका विभाजन को प्रोत्साहित करते हैं। माध्यम में साइटोकाइनिन की मात्रा अधिक व ऑक्सिन की कम हो तो प्ररोह का विकास होता है। साइटोकाइनिन की मात्रा कम व ऑक्सिन की अधिक होने पर केवल जड़ों का विकास होता है।

2. संरचना विकास (Morphogenesis) – अंगों के निर्माण में साइटोकाइनिन्स की भिन्न प्रतिक्रिया है। तंबाकू पिथ में IAA तथा काइनेटिन के एक संतुलित स्तर से एक अविभाजित और आकारहीन (amorphous) कैलस पैदा होता है और अगर इस संतुलन को काइनेटिन अनुपात बढ़ाकर (या IAA घटाकर या काइनेटिन बढ़ाकर) बदल दें तो पिथ से कलिका निर्माण हो जाता है, जो आगे चलकर पूरे तंबाकू पौधे में उग सकता है।

3. शीर्ष प्रभुत्व (Apical dominance) – साइटोकाइनिन कली की आम शीर्ष प्रभुता पर प्रतिक्रिया करता है। शीर्ष कलिका की उपस्थिति में भी साइटोकाइनिन को पार्श्वीय कलिका निर्माण प्रेरित करते पाया गया है।

4. रिचमाण्ड–लैंग प्रभाव (The Richmond-Lang effect) – इसे जीर्णता में विलम्ब (delay in senescence) भी कहा जाता है। रिचमॉण्ड एवं लैंग (1957) ने *जैंथिअम* (Xanthium) की अलग की हुई पत्तियों पर कार्य करते समय पाया कि साइटोकाइनिन कई दिनों तक क्लोरोफिल को लुप्त होने और प्रोटीनों के न्यूनीकरण को स्थगित रखने में सक्षम था, जो पत्तों की जीर्णता प्रक्रिया के साथ होती रहती हैं। उन्होंने देखा कि उपचारित पत्तियां बीस दिनों के बाद तक हरी थी जबकि नियंत्रित पत्तियां पूरी तरह पीली थीं और उनके शीर्ष और किनारे मृत हो चुके थे।

5. प्रोटीन संश्लेषण (Protein synthesis) – साइटोकाइनिन उपचार के बाद प्रोटीन संश्लेषण की दर में वृद्धि का प्रदर्शन किया गया है।

6. साइटोकाइनिन और फ्लोरिजेन (Cytokinin and Florigens) – लघुदिवस पौधों में पुष्पन की प्रेरणा देने में साइटोकाइनिन की शक्ति अब भली प्रकार स्थापित हो चुकी है।

7. व्यापारिक उपयोग (Commercial application) – साइटोकाइनिन के उपयोग से फलों की निधानी आयु (shelf life) में वृद्धि जड़ जमाव में शीघ्रता और कुशल मूलीय प्रणाली उत्पन्न करने, पैदावार बढ़ाने, और मूंगफली में तेल मात्रा में वृद्धि करने के लिए प्रयोग किए जा रहे हैं।

ऐब्सिसिक अम्ल
(ABSCISSIC ACID) (ABA)

यह प्राकृतिक रूप से पाया जाने वाला वृद्धिरोधक है। यह प्रतिबल हार्मोन (stress hormones) रूप में भी कार्य करते हुए पौधों को प्रतिकूल वातावरणीय दशाओं का सामना करने में सहायता करता है।

ऐब्सिसिक अम्ल की रासायनिक संरचना (Chemistry of Abscissic Acid)

इसकी पहली बार पहचान वेयरिंग (1965) ने *एसर स्यूडोप्लेटेनस* (Acer pseudoplatanus) के पत्तों और कलियों में की थी और इसे डॉर्मिन (dormin) नाम दिया था। वेयरिंग और उनके सहकर्मियों ने देखा कि डॉर्मिन, ऐडिकॉट और सहकर्मियों (1963) द्वारा युवा कपास फल में प्राप्त एक पदार्थ के समान था। ऐडिकॉट ने इसे ऐब्सिसिन II नाम दिया था। इसलिए एक ही यौगिक के दो नाम थे, किन्तु 1967 में दोनों को एक नाम – ऐब्सिसिक अम्ल दिया गया।

ऐब्सिसिक अम्ल का जैवसंश्लेषण (Biosynthesis of Abscissic Acid)

यह अल्गी, लिवरवर्ट तथा बैक्टीरिया को छोड़कर सभी पौधों में संश्लेषित होता है। ABA का निर्माण ज़ैन्थोफिल से हो सकता है, जैसे वायोलाजैंन्थिन (violaxanthin) जिसमें C_{40} होता है। वायोलाजैंन्थिन ABA के जैवसंश्लेषण के लिए पूर्वगामी रूप में कार्य करता है।

ऐब्सिसिक अम्ल की भूमिका और उपयोग (Role and application of Abscissic acid)

ABA की कुछ प्रमुख भूमिकाएं ये हैं :

1. कलिका प्रसुप्ति (Bud dormancy) – यह माना जाता है कि कलिका प्रसुप्ति का नियंत्रण अंतर्जात (endogenous) वृद्धिरोधकों जैसे ABA के स्तरों में परिवर्तन द्वारा होता है।

2. विलगन (Abscission) – ऐडिकॉट एवं सहकर्मियों (1964) ने देखा कि ABA कपास के पौधों में पर्ण विलगन बढ़ा देता है। तभी से यह माना जाता है कि वृद्धिरोधी हार्मोन (ABA) ही विलगन का कारण है, फिर भी विलगन की इसकी निश्चयात्मक भूमिका की स्थापना अभी करनी है।

3. पुष्प समारंभन (Flower initiation) – कतिपय लघुदिवस पौधों, जैसे *राइबिस निग्रम* (Ribes nigrum), *फॉरबिटिस* (*Phorbitis*) और *फ्रैगेरिया* (*Fragaria*) में ABA दीर्घदिवसों में पुष्पन का समारंभ करता है।

4. रंध्रीय शरीर क्रिया (Stomatal Physiology) – ABA रंध्रों के बन्द होने का नियंत्रण करता है।

5. एथिलीन का मोचन (Release of Ethylene) – अब यह सुस्थापित हो गया है कि ABA एथिलीन निकलनें को प्रेरित करता है।

6. प्रतिक्रिया GA (Counteract GA) – ABA GA के बहुत से प्रभावों, जैसे जौ के नवोद्भिद् (seedling) में हाइड्रोलेजों और α-एमाइलेजों के प्रेरण, के विपरीत क्रियाएं करता है।

7. प्रतिबल हार्मोन के रूप में ABA **की भूमिका** (Role of ABA as stress Hormone) – विशेष रूप से जल तनाव की स्थितियों में ABA की सांद्रता पादपों में बढ़ जाती है। ABA की सांद्रता वृद्धि जीर्णता का संकेत होती है, जिसके लक्षण होते हैं, क्लोरोफिल की हानि, प्रकाश–संश्लेषण की दर में कमी, और न्यूक्लीइक अम्ल तथा प्रोटीन उपापचय में परिवर्तन। इस प्रकार, ABA को पौधों में जीर्णता शुरू करने वाला एक रसायन माना जा सकता है।

एथिलीन (ETHYLENE)

नेलजूबो (1901) ने दर्शाया कि एथिलीन गैस जड़ों की अनुवर्तनी अनुक्रियाओं (tropistic responses) को उल्लेखनीय रूप से बदल सकती है। डेनी ने बतलाया है कि एथिलीन फल पकने को प्रेरित करने में अति प्रभावी होती है। अंत में गेन (1934) ने स्थापित किया कि एथिलीन फल पकाने का एक वास्तविक प्राकृतिक पदार्थ होती है।

एथिलीन सामान्य तापमानों पर एक गैस होती है, जिनमें पौधे जीवित रह सकते हैं। यह सरलता से विश्वसनीय नहीं है कि कोई गैस भी पादप हार्मोन हो सकती है और यह देखना लगभग कठिन हो जाता है कि यह पौधों में किस तरह विसरित होती है। किन्तु अब यह सुस्थापित हो चुका है कि यह पौधों में पायी जाती है और हार्मोन जैसा कार्य करती है। अब यह सभी जानते हैं कि फूल, पत्ते, तना, जड़, कंद और बीज एथिलीन उत्पन्न करते हैं।

पौधों द्वारा एथिलीन की उत्पत्ति को काफी पहले से लोग जानते रहे हैं। एथिलीन उत्पादन जीर्णता के ठीक पहले अधिकतम श्वसन के दौरान पायी जाती है, जिसके बाद श्वसन दर में वृद्धि

हो जाती है, जिसे *क्लाइमैक्टेरिक वृद्धि* (climacteric rise) कहते हैं। यहां यह सोचा जा सकता है कि एथिलीन निर्माण फलों के पकने की क्रिया से घनिष्ठ रूप से जुड़ा होगा।

एथिलीन की बहिर्जात (exogenous) आपूर्ति पर किए गए अध्ययनों से पता चलता है कि इसकी अनुक्रियाएं ऑक्सिन्स की उच्च सांद्रता में देखी गई अनुक्रियाओं जैसी होती है।

एथिलीन का जैव संश्लेषण
(Biosynthesis of Ethylene)

पौधों के भीतर इसके संश्लेषण के बारे में बहुत कम ज्ञात है, किन्तु ऐसा लगता है कि मेथिओनिन (एक एमिनो अम्ल) एथिलीन का तात्कालिक पूर्वगामी (precursor) हो सकता है।

एथिलीन की भूमिका (Role of Ethylene)

रूसी वैज्ञानिकों–काबाक्निक एवं रोजिस्काया (1964) ने एथिलीन त्यागने वाले यौगिक को एथेरेल नाम दिया। उन्होंने एथेरेल का संश्लेषण किया और रासायनिक रूप से यह (2-क्लोरोऐथिल–फॉस्फोनिक अम्ल) होता है। एथेरेल को पादप उपापचय का नियामक जाना जाता है।

तना दीर्घीकरण रोककर और अनुप्रस्थ विस्तार उत्तेजित करके एथिलीन वृद्धि को बदल देता है जिससे तना फूला हुआ दीखता है, एथिलीन पत्तों, फूलों और फलों का विलगन बढ़ाता है।

एथिलीन की भूमिका और उपयोग
(Role and Application of Ethylene)

1. विलगन (Abscission) – एथिलीन विलगन का मुख्य त्वरक (accelerator) होता है। यह पत्तों, पर्णवृंतों (petioles), फूलों और फलों के पूर्वविलगन और जीर्णन से सम्बद्ध परिवर्तनों को प्रेरित और प्रोन्नत करता है। इसीलिए एथिलीन को पादप जीर्णताकारी (phytogerontological) हार्मोन कहा जाता है।

2. प्राकृतिक पक्वन और क्लाइमेक्टिरक (Natural ripening and climacteric) – पहले के अध्ययनों से पता चलता था कि एथिलीन प्रजनन क्षमता हीनता का पदार्थ है और इसीलिए इसे एक मात्र पक्वन पदार्थ माना जाता था। हाल में अध्ययनों से ज्ञात हुआ है कि क्लाइमेक्टोरिक उत्पन्न होने के पहले ही एथिलीन उत्पन्न हो जाता है। इसलिए अब से इसे प्राकृतिक पक्वन हार्मोन माना जाता है।

3. क्लोरोफाइलेज क्रिया (Chlorophyllase activity) – एथिलीन उल्लेखनीय रूप ये *क्लोरोफाइलेज* क्रिया बढ़ा देता है। विहरितन क्रिया का यह एक कारण हो सकता है।

4. फलों का पक्वन (Ripening) – पक्वन और प्रौढ़ता (maturity) इस गैस हार्मोन के दो प्रमुख गुण हैं। पत्ती पर स्प्रे रूप में प्रयोग करने पर एथिलीन प्रौढ़ता बढ़ाता है और अनन्नास, तथा अंजीर में एक समान पक्वन प्रेरित करता, सजावटी पौधों में फलन प्रेरित करता है और नर्सरी स्टॉक में कटाई पूर्व विपर्णन (preharvest defoliation) उत्पन्न करता है।

5. वृद्धि पर प्रभाव (Influence on growth) – एथिलीन सामान्यतः प्ररोह व मूल की लम्बाई में वृद्धि को संदमित (Inhibit) करती हैं। इसके प्रयोग से लम्बाई बढ़ना रूक कर प्ररोह व मूल की मोटाई में वृद्धि होती हैं। अपस्थानिक जड़ों का निर्माण बढ़ जाता है तथा पादप में क्षैतिज वृद्धि बढ़ जाती है।

आज इथेफोन (2, chloroethyl phosphoric acid) को कृत्रिम रूप से फलों को पकाने के काम में लिया जाता है। इस पदार्थ से एथिलीन गैस निकलती है जो फलों को पकाने का काम करती है। भारत सहित अधिकांश देशों में फलों (आम, अंगूर, केला, पपीता, इत्यादि) को पकाने के लिए इथेफोन का प्रयोग औद्योगिक स्तर पर किया जा रहा है। इस प्रकार से पके फल रंग, रूप और सुगंध में प्राकृतिक फलों जैसे लगते हैं। यह चेरी, अखरोट आदि फलों के एक समान परिपक्वन हेतु भी उपयोगी है।

जीर्णता
(SENESCENCE)

सभी जीवों के जीवन काल में परिपक्व अवस्था (Maturity) प्राप्त करने के पश्चात् इस प्रकार की अवनतकारी क्रियाएं (Deteriorative processes) होती हैं जिससे अंत में उनकी मृत्यु हो जाती है। किसी जीव की परिपक्व अवस्था से लेकर मृत्यु होने तक के काल (Period) को जीर्णता कहते हैं। इस काल के दौरान जीव कमजोर होता जाता है तथा उसकी कार्यक्षमता कम होती जाती है। उपापचयी पदार्थ (Metabolic substance) संग्रहित हो जाते हैं तथा शुष्क भार में कमी आ जाती है। लियोपोल्ड (Leopold, 1961) ने पादपों में तीन प्रकार की जीर्णता का वर्णन किया है–

1. सम्पूर्ण पादप जीर्णता (Whole plant senescence) – बहुत से एकवर्षी पादपों (Annuals) जैसे कि गेहूँ, चना, टमाटर इत्यादि में फल बनने के पश्चात् सम्पूर्ण पादप पीला होकर अन्ततः मृत हो जाता है।

2. प्ररोह जीर्णता (Shoot senescence) – बहुवर्षी पादपों जैसे अल्फाल्फा (Alfalfa) में पादप का उपरिभूमिक (Aerial) भाग प्रतिवर्ष मृत हो जाता है तथा भूमिगत तना व जड़ें जीवित रहती हैं। आगामी वर्ष में भूमिगत भाग में कलिकाएं बनती हैं जो कि वायवीय भाग का पुनः निर्माण करती हैं।

3. पर्णपाती जीर्णता (Deciduous senescence) – बहुत से पादपों में पतझड़ में पत्तियाँ मृत होकर झड़ जाती हैं। अनुकूल परिस्थितियाँ आने पर पत्तियाँ पुनः विकसित हो जाती हैं। जीर्णता मुख्यतः ABA, इथाइलीन इत्यादि के द्वारा नियंत्रित होती हैं।

विलगन

(Abscission)

पत्तियों, पुष्पों एवं फलों के मातृ पादप से अलग होकर गिरने को विलगन कहते हैं। यह एक जैविक क्रिया है जो इन पादप अंगों के आधारीय भाग (Basal part) की कोशिकाओं में परिवर्तन के परिणामस्वरूप होती है। इन स्थानों पर एक निश्चित क्षेत्र की कोशिकाओं की मध्य पटलिकाओं (Middle lamellae) एवं बाह्य भित्तियों (Outer walls) का पैक्टीनेज (Pectinase) तथा सेल्यूलोज (Cellulase) एंजाइम की सहायता से पाचन हो जाता है। मध्य पटलिका या भित्तियों के टूटने के कारण ये कोशिकाएं एक दूसरे से अलग होने लगती हैं। इस क्षेत्र के ऊत्तक मुलायम तथा कमजोर हो जाते हैं तथा इस स्थान पर एक विलगत पर्त (Abscission layer) का निर्माण हो जाता है। विलगन परत से कुछ नीचे की कोशिकाएं विभाजन शील होकर कॉर्क कोशिकाओं का निर्माण करती हैं जो कि एक रक्षात्मक स्तर (Protective layer) अथवा विलगन क्षेत्र (Abscission zone) का निर्माण करती हैं। तेज हवा के झोंके अथवा वर्षा के परिणामस्वरूप ये पादप अंग विलगन परत वाले स्थान से टूटकर मातृ पादप से अलग होकर गिर जाते हैं।

विलगन हॉर्मोन संतुलन में बदलाव के परिणामस्वरूप होता है। इस प्रक्रिया में एब्सिलिक अम्ल महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

दीप्तिकालिता

(Photoperiodism)

पुष्पीय पादपों (Flowering plants) में निश्चित समय तक कायिक वृद्धि होने के पश्चात् पौधे जनन अवस्था (Reproductive phase) में प्रवेश करते हैं तथा उनमें पुष्पन की क्रिया प्रारम्भ हो जाती है। कायिक अवस्था (Vegetative phase) भिन्न–भिन्न पौधों में भिन्न–भिन्न अवधि की होती हैं। पौधे के कायिक अवस्था से पुष्पन अवस्था में प्रवेश को कई कारकों द्वारा नियंत्रित किया जाता है। इसमें से एक प्रमुख कारक प्रकाश की अवधि अर्थात् दीप्तिकालिता है।

पुष्पन पर दीप्तिकालिता के प्रभाव का अध्ययन सर्वप्रथम दो अमेरिकी वैज्ञानिकों गार्नर तथा एलार्ड (Garner and Allard, 1920) ने किया। वे इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि पुष्पन को प्रभावित करने वाला क्रान्तिक कारक (Critical factor) प्रकाश काल की अवधि है। दीप्तिकालिता को परिभाषित करते हुए उन्होंने बताया कि दिन ही वह लम्बाई जो पौधों में पुष्पन के लिए अनुकूल हो तथा दिन की आपेक्षित लम्बाई अथवा आपेक्षिक दीप्तिकाल के प्रति पौधे की अनुक्रिया को दीप्तिकालिता कहते हैं। हिलमेन (Hillman, 1969) के अनुसार प्रकाश तथा अंधकार अवधियों के अन्तरालों के प्रति पौधों की अनुक्रिया को दीप्तिकालिता कहते हैं। तम्बाकू (Nicotiana tabacum), *ब्रायोफिलम* (Bryophyllum), *कॉसमॉस* (Cosmos), एस्टर (Aster) आदि पौधों में लम्बी अन्धकार अवधि व छोटे दीप्तिकाल की आवश्यकता होती है। इसके विपरीत गेहूँ (Wheat), मूली (Radish), पालक (Spinach) इत्यादि में पुष्पन के लिए छोटी अन्धकार अवधि तथा लम्बे दीप्तिकाल की आवश्यकता होती है।

दीप्तिकालिता अनुक्रियाओं के आधार पर पौधों को निम्न वर्गों में बाँटा गया है–

(i) **अल्प दीप्तिकाली पादप या लघु दिवस पादप** (Short day plants - SDP) – ऐसे पौधे जो निश्चित क्रांतिक दीप्तिकाल (Critical photoperiod) से कम अवधि में दीप्तिकाल उपलब्ध होने पर पुष्पन करें, लघुदिवस पादप कहलाते हैं, उदा. गन्ना, *डहेलिया* इत्यादि।

(ii) **दीर्घ दीप्तिकाली पादप या दीर्घ दिवस पादप** (Long day plants - LDP) – वे पौधे जिनमें पुष्पन के लिए क्रान्तिक दीप्तिकाल से दीर्घ अवधि का दीप्तिकाल आवश्यक हो, दीर्घ दिवस पादप कहलाते हैं, उदाहरण– पालक, मूली, चुकन्दर इत्यादि।

(iii) **दिवस उदासीन पादप** (Day neutral plants) – वे पौधे जो लगभग सभी सम्भव दीप्तिकालों में पुष्पीकरण कर सकते हैं, दिवस उदासीन पौधे कहलाते हैं, उदाहरण– टमाटर, ककड़ी, कपास आदि।

ग्राही अंग (Receptive organs) – दीप्तिकाल को ग्रहण करने का कार्य मुख्य रूप से पत्तियों एवं कलिकाओं के द्वारा किया जाता है।

क्रियाविधि (Mechanism) – प्रकाशग्राही वर्णक फाइटोक्रोम के दो रूप पुष्पन को प्रेरित करते हैं। फाइटोक्रोम मुख्यतः P730 (Pfr) तथा P660 (Pr) के रूप में पाया जाता है। बोर्थबिक एवं हैन्ड्रिक्स (Borthwick and Hendricks, 1950) के अनुसार प्रदीप्तकाल में पौधे फाइटोक्रोम के Pfr रूप का संचय करते हैं। Pfr, LDP में पुष्पन को संदमित करता है। अँधेरे में Pfr का Pr में रूपान्तरण हो जाता है। फाइटोक्रोम का Pr रूप SD पादपों में पुष्पन को उद्दीपित करता है तथा LD में इससे पुष्पन संदमित होता है।

वसन्तीकरण

(Vernalization)

अनेक पादपों में पुष्पन की क्रिया पर उचित दीप्तिकालों के अतिरिक्त तापक्रम का भी गहन प्रभाव पड़ता है। पौधे के तापक्रम के प्रति व्यवहार का सर्वप्रथम वैज्ञानिक अध्ययन लायसैन्को (Lysenko) ने चावल की दो किस्मों शीत किस्म एवं बसन्त किस्म

(Winter variety and spring variety) पर किया।

एकवर्षी (Annuals) पादपों में पुष्पन पर प्रकाश का मुख्य प्रभाव पड़ता है तथा तापमान का प्रभाव द्वितीयक होता है। द्विवर्षी पादपों में स्थिति भिन्न होती है। इसमें प्रथम वर्ष में केवल कायिक वृद्धि होती है तथा पुष्पन द्वितीय वर्ष में होता है। पुष्पन से पूर्व इन पादपों का शीत ऋतु के निम्न तापक्रम में उद्भासित अथवा उपचारित होना आवश्यक होता है। अगर द्विवर्षी पादपों को निम्न तापमान नहीं मिलता तो इनमें जनन अवस्था का प्रारम्भ नहीं होता है। कोआई, 1960 के अनुसार "द्रुतशीतन उपचार (Chilling treatment) द्वारा पुष्पन की योग्यता के उपार्जन को वसन्तीकरण कहते हैं।"

यदि पानी सोखे हुए (Water soaked) बीजों अथवा नवोद्भिदों (Seedlings) को निम्न तापक्रम (1-10°C) उपचार दिया जाता है तो उसके प्रभाव से उनकी वृद्धि त्वरित हो जाती है तथा उनमें पुष्पन भी जल्दी होता है। इस प्रभाव का अध्ययन गेहूँ, चावल, कपास इत्यादि में किया गया है।

संभवतः पत्तियों में हॉर्मोन के समान कुछ ऐसे पदार्थ बनते हैं जो वसन्तीकरण को नियंत्रित करते हैं। इस अज्ञात पदार्थ को वर्नेलिन (Vernalin) कहा गया है। लैंग (Lang, 1952) के अनुसार वर्नेलिन पुष्पन की क्रिया को आरम्भ करने वाले हॉमोन फ्लोरीजन (Florigen) का पूर्वगामी (Precursor) है।

शीतकालीनपादप $\xrightarrow{\text{कमतापमान}}$ वर्नेलिन ⟶ फ्लोरीजन ⟶ पुष्पन

ग्राही अंग (Receptive organs) – पौधों के भ्रूण तथा विभज्योतक शीतन उपचार के ग्राही अंग है। वसंतीकरण से पौधों में कृषि सम्बन्धी कई उपयोगी परिवर्तन किए जा सकते है। इसकी सहायता से पौधों के कायिक काल को कम करके, उनमें समय पूर्व ही पुष्पन को प्रेरित किया जा सकता है। यद्यपि वसंतीकरण क्रिया मुख्यतः शीतकालीन पौधों को प्रभावित करती है परन्तु कई ग्रीष्मकालीन पौधों में भी इससे उपयोगी परिवर्तन किये गए हैं।

महत्वपूर्ण बिन्दु

1. सजीवों के परिमाण में स्थायी तथा अनुत्क्रमणीय परिवर्तन को वृद्धि कहते हैं।
2. वृद्धि आनुवंशीकीय, वातावरणीय तथा आन्तरिक कारकों द्वारा प्रभावित होती है।
3. ऑक्सिन, जिब्बरेलिन, साइटोकाइनिन, इथाइलिन एवं एब्सिसिक अम्ल वृद्धि को नियंत्रित करने का कार्य करते हैं।
4. एब्सिसिक अम्ल एवं इथाइलीन वृद्धि निरोधक हॉर्मोन हैं।
5. सभी सजीव परिपक्व अवस्था प्राप्त करने के पश्चात् जीर्णता प्रदर्शित करते हैं।
6. विलगन वह क्रिया है जिसके द्वारा पत्तियाँ, पुष्प एवं फल प्राकृतिक रूप में मातृ पादप से अलग हो जाते हैं।
7. अनुकूल प्रकाश अवधि अर्थात् दीप्तिकालिता पौधे में पुष्पन को उद्दीपित करती है।
8. द्रुत शीतन उपचार द्वारा पादपों में पुष्पन की योग्यता करने को वसन्तीकरण कहते हैं।
9. बीजों में अंकुरण के अस्थायी निलंबन को सुप्तावस्था कहते हैं।
10. सुप्तावस्था के पश्चात् परिस्थितियों में बीज अंकुरित होकर नवोद्भिद का निर्माण करते हैं।

अभ्यासार्थ प्रश्न

बहुचयनात्मक प्रश्न

1. इनमें से कौनसा ऑक्सिन हार्मोन का अभिलक्षण है–
   (अ) ध्रुवीय स्थानान्तरण (ब) विलगन
   (स) मूलीय आरंभन (द) उपरोक्त सभी
2. निम्न में से कौनसा हार्मोन दीर्घ दिवस पादप पुष्पन को प्रेरित करता है–
   (अ) जिब्बरेलिन (ब) ऑक्सिन
   (स) साइटोकाइनिन (द) इथिलीन
3. इनमें से कौनसा घाव हार्मोन है–
   (अ) जिब्बरेलिन (ब) ट्रॉमेटिक अम्ल
   (स) एबसिसिक अम्ल (द) ऑक्सिन
4. सबसे पहले जिस पादप हार्मोन की खोज हुई, वह है–
   (अ) ऑक्सिन (ब) जिब्बरेलिन
   (स) इथाइलीन (द) एब्सिसिक अम्ल
5. गैसीय अवस्था में मिलने वाला हार्मोन है–
   (अ) ऑक्सिन (ब) जिब्बरेलिन
   (स) एब्सिसिक अम्ल (द) इथाइलीन
6. SDP पादप है–
   (अ) गन्ना (ब) तम्बाकू
   (स) मूली (द) चुकन्दर

अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न

1. पादप वृद्धि नियामक को परिभाषित कीजिये।
2. IAA,GA तथा ABA का पूर्ण नामकरण लिखें।
3. वेन्ट द्वारा किये गये प्रयोग को चित्र द्वारा समझाओ।
4. ऑक्सिन्स के अभिलक्षण लिखिये।
5. 2,4-D, 2,4,5-T तथा MCPA को समझाइये।
6. जिब्बरेलिनो के अभिलक्षण लिखिये।

7. शीतोपचार में काम आने वाले हार्मोन बताइये।
8. जिब्बरेलिन और ऑक्सिन में अंतर्सम्बन्ध लिखिये।
9. साइटोकाइनिन्स के अभिलक्षण लिखिये।
10. प्रतिबल हार्मोन का नाम लिखिये।
11. घाव हार्मोन को समझाइये।

लघुत्तरात्मक प्रश्न

1. एफ. डब्ल्यू. वेन्ट द्वारा जई के पौधे पर किये गये निरीक्षण का सचित्र वर्णन कीजिये।
2. ऑक्सिन्स का व्यवहारिक उपयोग लिखिये।
3. साइटोकाइनिन के उपयोग लिखिये।
4. फ्लोरिजेन, एथेसिन और वर्नेलिन हार्मोन के कार्यों का वर्णन कीजिये।
5. दीप्तीकालिता के आधार पर पौधों का वर्गीकरण समझाइये।

निबन्धात्मक प्रश्न

1. ऑक्सिन हार्मोन की पौधों में भूमिका का वर्णन कीजिये।
2. जिब्बरेलिनों की क्रिया और व्यावहारिक प्रयोग का विस्तार से वर्णन कीजिये।
3. साइटोकाइनिन का जैव संश्लेषण, स्थानान्तरण, क्रिया प्रणाली एवं उपयोग का वर्णन कीजिये।

उत्तरमाला: 1 (द) 2 (अ) 3 (ब)
4 (अ) 5 (द) 6 (अ)