अध्याय – 7

आवृतबीजी पादपों में लैंगिक जनन एवं विकास

(Sexual Reproduction and Development in Angiosperms)

पादपों में जनन की विधियाँ

जनन सजीवों का एक महत्वपूर्ण लक्षण है जिसमें प्रत्येक जीव अपने समान संतति उत्पन्न करते हैं। आवृतबीजी पादपों में जनन की दो विधियाँ हैं–

(अ) अलैंगिक जनन (Asexual Reproduction)

(ब) लैंगिक जनन (Sexual Reproduction)

(अ) अलैंगिक जनन – बिना युग्मकों के संलयन से होने वाला जनन अलैंगिक जनन कहलाता है। इसके द्वारा एक ही जनक से बिना अर्धसूत्री विभाजन व निषेचन के पादपों का निर्माण होता है। यह दो प्रकार का है– (i) एगेमोस्पर्मी (Agamospermy) (ii) कायिक प्रवर्धन (Vegetative propagation)।

(i) एगेमोस्पर्मी – इस विधि में भ्रूण का निर्माण तो होता है लेकिन निषेचन व अर्धसूत्री विभाजन नहीं होता। नये पादपों का विकास अनिषेचित भ्रूण वाले बीजों से होता है। इस प्रकार का अनिषेचित भ्रूण बिना अर्धसूत्री विभाजित हुई द्विगुणित कोशिकाओं से बनता है। जैसे बीजाण्डावरण (Integuments) एवं बीजाण्डकाय (Nucellus) की कोशिकाओं से (अपबीजाणुता; Apospory) या गुरुबीजाणु मातृ कोशिका बिना में अर्धसूत्री विभाजन के भ्रूणकोष का निर्माण होता है और उस भ्रूणकोष की द्विगुणित कोशिकाओं से इस प्रकार का भ्रूण बनता है (द्विबीजाणुता; Diplospory)। उदाहरण – *Citrus, Opuntia, Ranunculus*।

(ii) कायिक प्रवर्धन – इसके अन्तर्गत भ्रूण का निर्माण नहीं होता। पादपों का प्रवर्धन बीजों के अतिरिक्त पादप के किसी अन्य कायिक भाग जैसे जड़, तना, पत्ती तथा कलिका से होता है। पादप का वह भाग जिसका उपयोग बीज के स्थान पर किया जाता है प्रवर्धक (Propagule) कहलाता है। उदाहरण – शीशम–जड़ों की अपस्थानिक कलिकाओं द्वारा; शकरकन्द–रूपान्तरित कन्दमूल द्वारा; अदरक, हल्दी–प्रकन्द (Rhizome) – रूपान्तरित तना द्वारा प्याज, लहसन–शल्क कन्द (Bulb) द्वारा; आलू–कन्द (Tuber) द्वारा; केक्टस, गन्ना–वायवीय तना द्वारा; ब्रायोफिल्लम–पत्तियों पर स्थित अपस्थानिक कलिकाओं द्वारा।

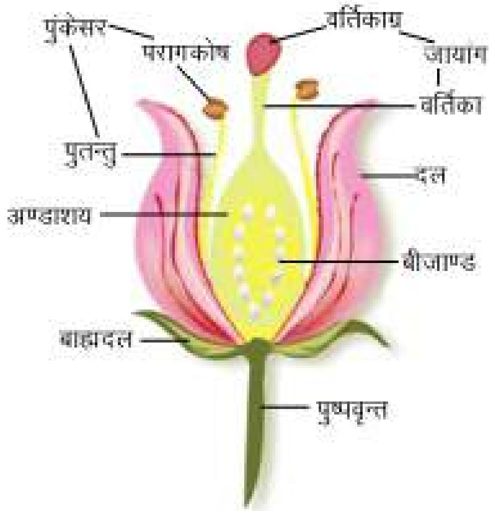
कृत्रिम कायिक प्रजनन (Artificial vegetative propagation) – मानव निर्मित विधियों जिनका विकास उद्यान विशेषज्ञों ने आर्थिक उत्पादन के लिए किया। उदाहरण – कलम (Cutting) लगाना–गुलाब तथा *बोगनविलिया* कलम रोपण (Grafting) – दो पादपों के भागों को जोड़ा जाता है जैसे – कलमी आम, संतरा, अमरूद, अंगूर आदि।

(ब) लैंगिक जनन – जनन की इस प्रक्रिया में भ्रूण के निर्माण में अर्धसूत्री विभाजन तथा निषेचन दोनों का योगदान होता है। आवृतबीजियों में नर तथा मादा युग्मकों का निर्माण नर तथा मादा जननांगों में अर्धसूत्री विभाजन के द्वारा होता है। ये दोनों प्रकार के अगुणित युग्मक (Gamete) संलयन करके द्विगुणित युग्मनज (Zygote) का निर्माण करते हैं जिससे भ्रूण (Embryo) विकसित होता है। इस जनन से बनने वाले पौधों में दोनों नर व मादा जनकों के गुण आते हैं, इससे भिन्नताएं उत्पन्न होती हैं जो प्रजाति के विकास के लिये महत्वपूर्ण है।

पौधों में लैंगिक जनन क्रिया उनके एक विशेष अंग पुष्प (Flower) के द्वारा होती है। आवृतबीजियों में पुष्प का विकास पौधों की कुछ कायिक वृद्धि होने के एक निश्चित अन्तराल के बाद होता है। यह अन्तराल एकवर्षी पौधों में कुछ दिनों से लेकर बहुवर्षी पौधों में कुछ वर्षों तक भी हो सकता है।

आवृतबीजियों में पुष्प व पुष्प अंगों की संरचना, संख्या, उपलब्धता, आकार, आकृति व अन्य कई गुणों में बहुत सी विभिन्नाएं देखने को मिलती है। एक प्रारूपिक अथवा पूर्ण पुष्प में बाह्य दलपुंज (Calyx), दलपुंज (Corolla), पुमंग (Androecium)

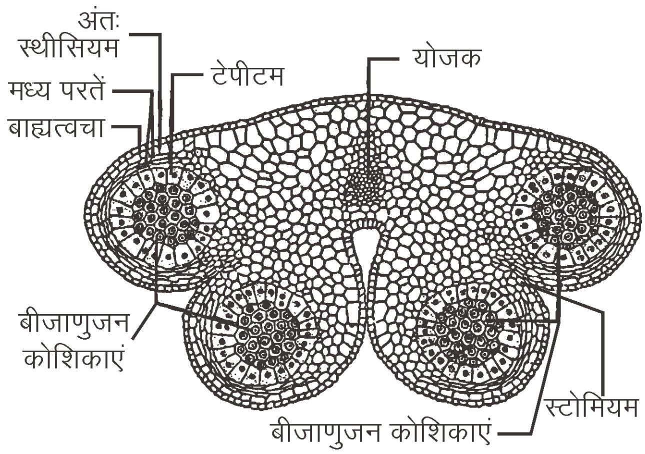
व जायांग (Gynoecium) पाये जाते हैं (चित्र 7.1)। बाह्य दलपुंज व दलपुंज सहायक जनन चक्र होते हैं क्योंकि ये जनन प्रक्रिया में भाग नहीं लेते। ये क्रमशः जनन अंगों को सुरक्षा प्रदान करने



चित्र 7.1 : पुष्प का अनुदैर्ध्य काट (आरेखित चित्र) (पुष्प अंगों को दर्शाते हुए)

व परागणकर्ता को आकर्षित करने का कार्य करते हैं। पुमंग व जायांग आवश्यक व अनिवार्य चक्र कहलाते हैं। पुमंग से नर युग्मकों का निर्माण होता है एवं जायांग से मादा युग्मक बनते हैं।

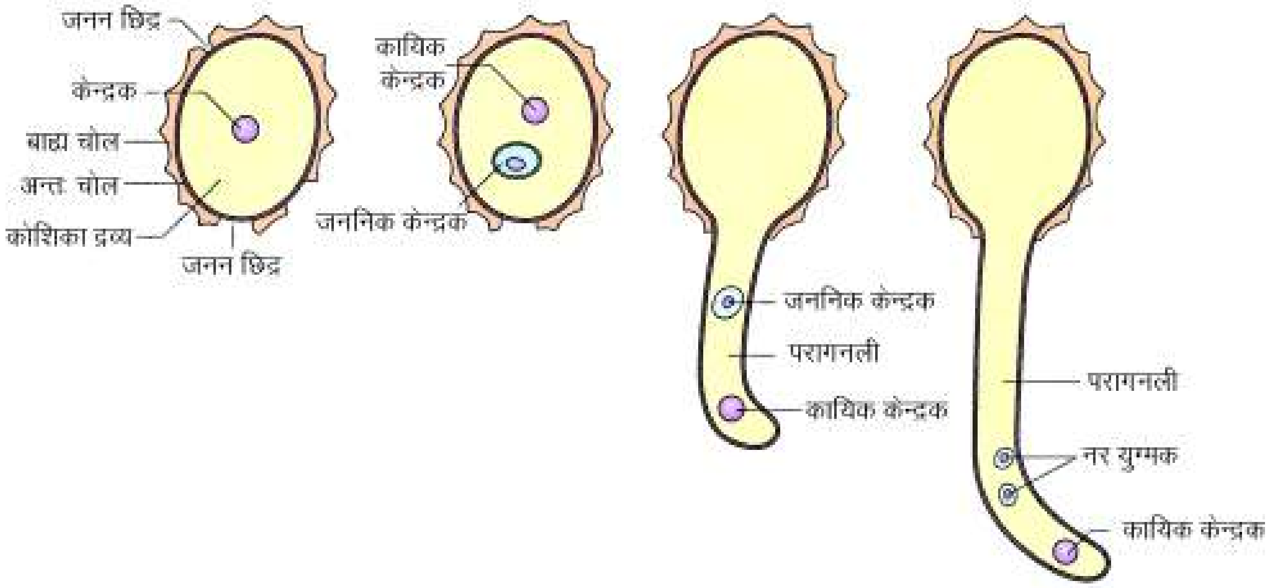
नर जननांग – नर जननांग पुमंग कहलाते हैं एवं इसकी इकाई को पुंकेसर (Stamen) कहते हैं। पुंकेसर लघु बीजाणुपर्ण (Microsporophyll) के तुल्य संरचना है। पुष्पासन पर लगे पुंकेसर के दो भाग होते हैं पुतन्तु (Filament) व परागकोष (Anther)। पुतन्तु परागकोष को पुष्पासन से जोड़ने का कार्य करता है। परागकोष सामान्यतः दो पालियों (Bilobed) वाला होता है तथा हर पाली में दो प्रकोष्ठ (Chamber) होते हैं जिन्हें पराग प्रकोष्ठ (Pollen chamber) कहते हैं। इस प्रकार एक परागकोष चार प्रकोष्ठों वाली चतुष्बीजाणुधानी (Tetrasporangiate) संरचना है। परागकोष भित्ति बहुस्तरीय संरचना है। जिसकी सबसे आन्तरिक परत टेपेटम (Tapetum) कहलाती है। इसके बाहर क्रमशः मध्य स्तर, अन्तःस्थीसियम व बाह्यत्वचा स्तर होते हैं । टेपेटम स्तर परागकण के पूर्ण विकास व पोषण हेतु अति आवश्यक है। स्टोमियम परागकोष के स्फुटन का स्तर है (चित्र 7.2)। बीजाणुधानी की भित्ति के अन्दर गोल या अण्डाकार परागकोष (Pollen sac) होता है जिसमें स्थित लघु बीजाणु मातृ कोशिकाओं (Microspore mother cells) या पराग मातृ कोशिकाओं के अर्धसूत्री विभाजन द्वारा परागकणों (Pollen grains) या लघुबीजाणु का निर्माण होता है। इस विभाजन से उत्पन्न सभी लघुबीजाणु जीवित रहते हैं। अगुणित परागकण नर



चित्र 7.2 : एक प्रारूपिक तरूण परागकोष का अनुप्रस्थ काट

युग्मकोद्भिद (Male gametophyte) की प्रथम कोशिका है (चित्र 7.3 अ)। परागकण के चारों तरफ दो आवरण होते हैं। बाह्य आवरण या बाह्य चोल (Exine) मोटा, कठोर तथा अलंकृत (Ornamented) होता है। यह स्पोरोपोलेनिन नामक पदार्थ का बना होता है जिसका जैविक अपघटन नहीं होता है। अन्तःचोल (Intine) पतला, कोमल पेक्टीन और सेलुलोज का बना होता है। कुछ स्थानों पर स्पोरोपोलेनिन का जमाव नहीं होने के कारण जनन छिद्र (Germ pore) बन जाते हैं यही से अन्तःचोल परागनली बनाकर अंकुरण के समय बाहर निकलती है। परागण (Pollination) से पूर्व परागकण केन्द्रक में एक समसूत्री विभाजन से दो कोशिकाएं छोटी जननिक कोशिका तथा बड़ी कायिक कोशिका बनती है व अधिकतम आवृतबीजीयों में परागण इसी द्विकोशिकीय अवस्था में हो जाता है (चित्र 7.3 ब)। नर युग्मकोद्भिद में आगे का विकास परागण के बाद जायांग की वर्तिकाग्र पर होता है। जनन छिद्र से परागनली बाहर आने लगती है और कायिक कोशिका का केन्द्रक उसमें आ जाता है। इसके पीछे जनन कोशिका में एक सूत्री विभाजन के फलस्वरूप दो नर युग्मकों का निर्माण होता है जो कायिक कोशिका के केन्द्रक के पीछे रहते हैं। परागनली वर्तिका में से होती हुई बीजाण्ड तक पहुंचती है। आवृतबीजीयों में पूर्ण विकसित नर युग्मकोद्भिद तीन कोशिकाओं का होता है (चित्र 7.3 स, द)। यह अत्यधिक ह्रासित (Reduced) संरचना होती है।

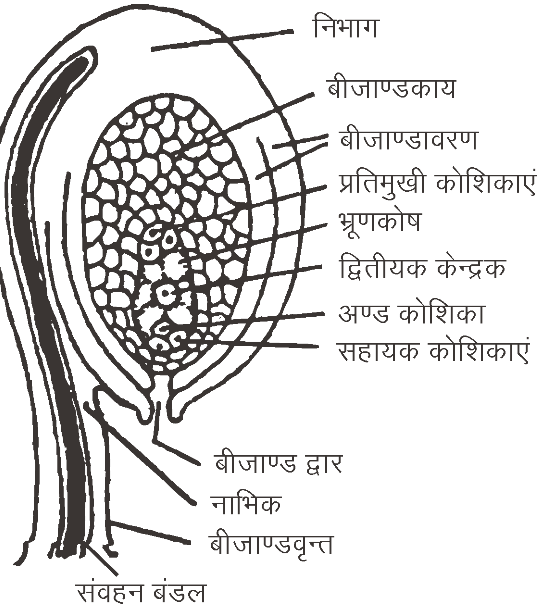
मादा जननांग – जायांग (Gynoecium) – मादा जनन अंग जायांग कहलाता है एवं इसकी इकाई को अण्डप (Carpel) या स्त्रीकेसर (Pistil) भी कहते हैं। अण्डप को गुरुबीजाणुपर्ण (Megasporophyll) भी कहते हैं। अण्डप के तीन भाग होते हैं – (i) वर्तिक्राग (Stigma), (ii) वर्तिका (Style), (iii) अण्डाशय (Ovary)।



चित्र 7.3 (अ–द) : नर युग्मकोद्भिद का विकास

अण्डप का स्वतंत्र सिरा जो परागकणों को ग्रहण करता है वर्तिकाग्र कहलाता है। वर्तिकाग्र तथा अण्डाशय को जोड़ने वाली लम्बी पतली संरचना वर्तिका कहलाती है। अण्डप का आधारीय फुला हुआ भाग अण्डाशय (Ovary) होता है जिसमें बीजाण्डासन (Placenta) पर एक या अनेक बीजाण्ड जुड़े रहते हैं। बीजाण्ड को अध्यावरण युक्त गुरुबीजाणुधानी (Integumented megasporangium) भी कहते हैं। बीजाण्ड एक पतले वृन्त (Stalk) द्वारा बीजाण्डासन से जुड़ा रहता है जिसे बीजाण्डवृन्त (Funicle or funiculus) कहते हैं। बीजाण्ड का मुख्य भाग बीजाण्डकाय (Nucellus) है जो एक या दो अध्यावरण से घिरा रहता है। बीजाण्डकाय को गुरुबीजाणुधानी भी कहा जाता है। ऐसा स्थान जहां से बीजाण्डवृन्त तथा अध्यावरण विकसित होता है निभाग (Chalaza) कहलाता है। यह बीजाण्डाधार है। बीजाण्ड का वह भाग जहां से परागनली प्रवेश करती है वह बीजाण्डद्वार (Micropyle) कहलाता है (चित्र 7.4)।

गुरुबीजाणु जनन (Megasporogenesis) – विकास की प्रारम्भिक अवस्था में बीजाण्डकाय की सामान्यतः एक अधःश्चर्मी (Hypodermal) कोशिका विभेदित होकर गुरुबीजाणु मातृकोशिका (Megaspore mother cell) की तरह कार्य करती है इसमें अर्धसूत्री विभाजन से चार अगुणित गुरुबीजाणु बनते हैं, जो एक रेखीय (Linear) चतुष्क (Tetrad) में विन्यासित रहते हैं। इनमें से सामान्यतः केवल एक निभागीय (Chalazal) छोर वाला गुरुबीजाणु क्रियाशील रहता है। अन्य तीन नष्ट हो जाते हैं। क्रियाशील गुरुबीजाणु मादा युग्मकोद्भिद की प्रथम कोशिका है (चित्र 7.5 अ)।



चित्र 7.4 : प्रतीप बीजाण्ड की संरचना

मादा युग्मकोद्भिद का विकास – क्रियाशील गुरुबीजाणु आकार में वृद्धि करता है तथा इसका केन्द्रक तीन उत्तरोत्तर मुक्त केन्द्रकीय समसूत्री विभाजनों के बाद आठ केन्द्रकों का निर्माण करता है (चित्र 7.5 ब, स, द)। दोनों ध्रुवों पर तीन–तीन केन्द्रक व केन्द्र में दो केन्द्रक व्यवस्थित हो जाते हैं (चित्र 7.5 य)। केन्द्र वाले दोनों केन्द्रक निषेचन से कुछ समय पूर्व जुड़कर द्वितीयक केन्द्रक बनाते हैं। दोनों ध्रुवों के तीन–तीन केन्द्रकों के चारों ओर कोशिकाद्रव्य का एकत्रण होकर कोशिकाओं का निर्माण होता है। बीजाण्डद्वार वाली तीन कोशिकाओं में एक कोशिका बड़ी व

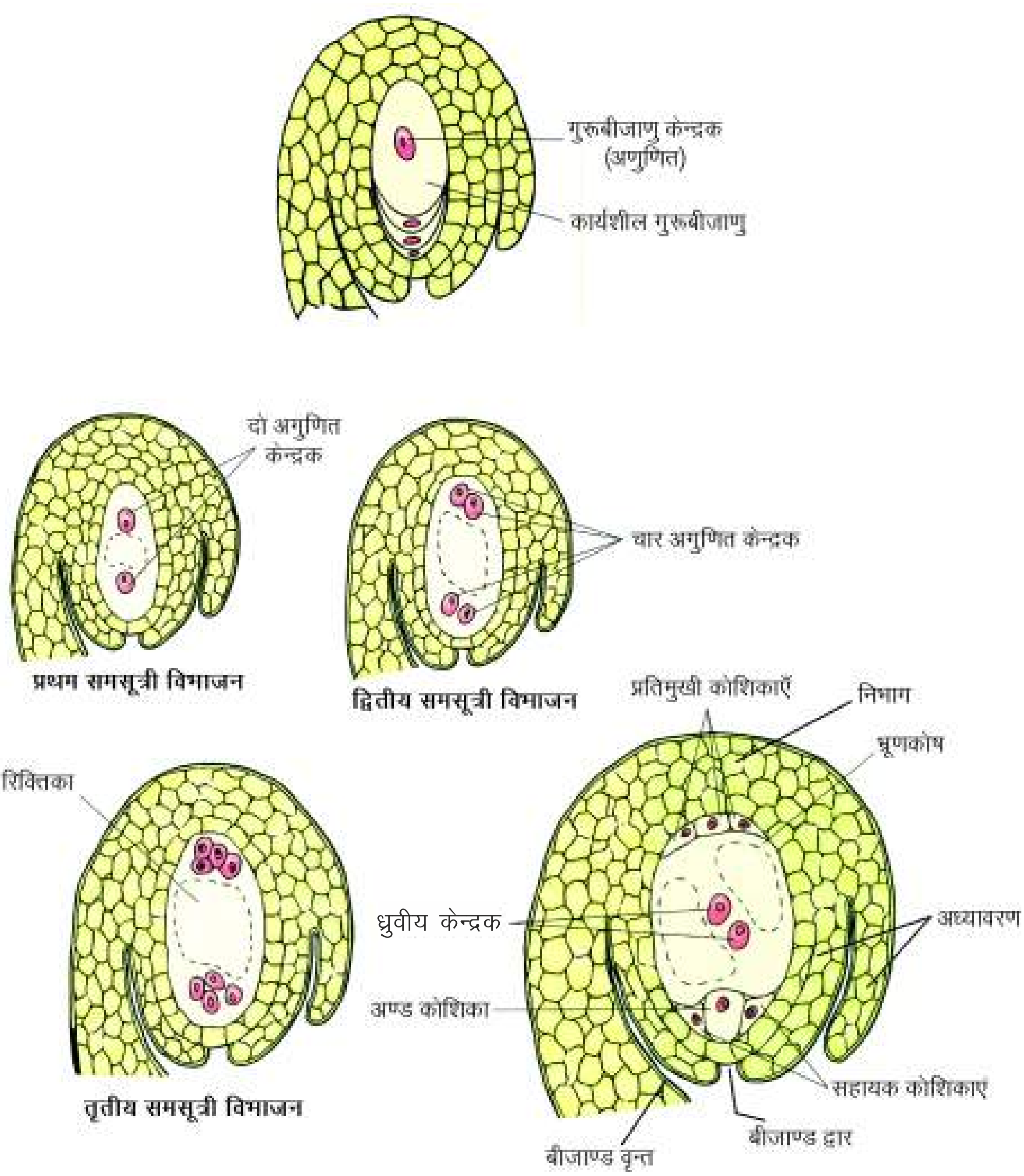
स्पष्ट दिखाई देती है इसे अण्ड कोशिका (Egg cell) कहते हैं तथा शेष दोनों सहायककोशिकाएं कहलाती हैं। निभाग वाले ध्रुव की ओर स्थित तीनों कोशिकाएं प्रतिमुखी कोशिकाएं (Antipodal cells) कहलाती है। केन्द्र में स्थित सबसे बड़े आकार की कोशिका जिसमें दो ध्रुवीय केन्द्रक स्थित होते हैं केन्द्रीय कोशिका (Central cell) कहलाती है। यह आठ केन्द्रक व सात कोशिकाओं वाली संरचना मादा युग्मकोद्भिद या भ्रूण कोष (Embryo sac) कहलाती है (चित्र 7.5 य)।

परागण – परिभाषा एवं प्रकार तथा विधियाँ

परागण (Pollination) बीजधारी पौधों की मुख्य क्रिया है जिसमें किसी पुष्प के परागकण (Pollen grain) परागकोष से मुक्त होने के पश्चात् जायांग की वर्तिकाग्र (Stigma) तक पहुंचते हैं। परागण क्रिया मुख्यतः दो प्रकार की होती है–

(1) स्वपरागण (Self pollination)

(2) पर परागण (Cross pollination)



चित्र 7.5 (अ–य) : मादा युग्मकोद्भिद (भ्रूण कोष) का विकास

(1) स्वपरागण – यह दो प्रकार का है–

(a) स्वयुग्मन (Autogamy) – इसके अन्तर्गत किसी एक पुष्प के परागकणों का स्थानान्तरण उसी पुष्प की वर्तिकाग्र पर होता है।

(b) सजातपुष्पी परागण (Geitonogamy) – इसमें किसी एक पुष्प के परागकण, उसी पौधे के दूसरे पुष्प की वर्तिकाग्र पर पहुंचते हैं अर्थात् इस प्रकार का परागण एक ही पौधे में उपस्थित दो अलग–अलग पुष्पों के बीच होता है जैसे मक्का (*Zea mays*) ।

(2) पर परागण (Cross pollination) – इसमें एक पुष्प के परागकण उसी अथवा अन्य किसी जाति के दूसरे पौधे में उपस्थित पुष्प को परागित करते हैं। इस क्रिया को एलोगेमी (Allogamy) या जीनोगेमी (Xenogamy) भी कहते हैं।

पर परागण की विधियाँ

एक पुष्प के परागकण बाह्य साधनों या कारकों द्वारा दूसरे पौधों के पुष्पों की वर्तिकाग्र पर पहुंचते हैं। परागकणों के स्थानान्तरण में सहायक कारकों को दो मुख्य वर्गों में विभाजित किया जाता है–

(1) अजीवीय (Abiotic) कारक (2) जीवीय (Biotic) कारक

(1) अजीवीय कारक –

(i) वायु परागण (Anemophily) – जब परागकणों का स्थानान्तरण वायु द्वारा होता है। इनमें परागकण हल्के और चिकने होते हैं। पाइनस के परागकण सपक्ष (Winged) होते हैं।

(ii) जल परागण (Hydrophily) – जल के द्वारा परागकण एक पौधे से दूसरे पौधे की ओर जाते हैं। यह प्रक्रिया दो तरह से होती है–

(a) अधो–जल परागण (Hypo-hydrophily) – जब जल परागण जल के भीतर होता है। उदाहरण – *सिरेटाफिल्लम* (*Ceratophyllum*) निमग्न पौधा है इसमें परागण जल के भीतर ही संभव होता है।

(b) अधि–जल परागण (Epi-hydrophily) – इस प्रकार के जल परागण में जलीय पौधों के पुष्प जल की सतह पर परागित होते हैं। उदाहरण – वेलिसनेरिया (Vallisneria)।

(2) जीवीय कारक –

जीवों के द्वारा परागण होता है जैसे –

(i) कीट परागण (Entomophily) – अनेक प्रकार के कीट जैसे मधुमक्खियाँ, मक्खियाँ, पतंगा, तितली आदि एक पुष्प के ऊपर बैठकर वहां से परागकण लेती है तथा दूसरे पुष्प पर जाकर परागकणों को छोड़ देती है। इस प्रक्रिया से जिन पौधों में परागण होता है उनके पुष्पों में कीट पतंगों को आकर्षित करने के लिये कुछ विशेष अनुकूलनों के साथ उनमें मकरंद व विशिष्ट गंध भी पाई जाती है। उदाहरण – *साल्विया* (*Salvia*), *फाइकस* (*Ficus*), *यक्का* (*Yucca*) आदि।

(ii) पक्षी–परागण (Ornithophily) – पक्षियों के माध्यम से होने वाली परागण क्रिया पक्षी परागण कहलाती है। इन पादपों के पुष्प नलिकाकार, प्यालेनुमा अथवा चमकदार व आकर्षक होते हैं जो विशेष प्रकार के पक्षियों को अपनी ओर आकर्षित करते हैं। उदाहरण – सेमल (Semal) ।

(iii) चमगादड़ परागण (Cheiropterophily) – कदम्ब, कचनार व कल्पवृक्ष में चमगादड़ों द्वारा परागण होता है। इनमें पुष्प बड़े आकार के व रात को खुलने वाले होते हैं।

(iv) प्राणी परागण (Zoophily) – बड़े प्राणी व मनुष्यों के द्वारा परागण क्रिया होती है। विभिन्न पौधों की नस्ल सुधारने के लिये पादप प्रजनकों (Plant breeders) द्वारा कृत्रिम रूप से परागण क्रिया कराई जाती है।

निषेचन (Fertilization)

नर व मादा युग्मकों के केन्द्रकों के संयोजन को निषेचन कहते हैं। इस क्रिया का प्रतिपादन सर्वप्रथम स्ट्रासबरगर (Strasburger 1884) ने किया। परागण के पश्चात् परागकण अथवा नर युग्मकोद्भिद वर्तिकाग्र पर एकत्रित होते हैं तथा निषेचन के लिये उनका वर्तिकाग्र की सतह पर अंकुरण आवश्यक होता है। परागण के अंकुरण के परिणामस्वरूप पराग नलिका बनती है। यह पराग नलिका (Pollen tube) नर युग्मकों को मादा युग्मकोद्भिद में स्थित अण्ड कोशिका तक पहुंचाने में मदद करती है। वर्तिकाग्र की सतह पर उपस्थित स्त्राव जिसमें अनेक लिपिड, शर्करा, रेजिन, बोरोन आदि उपस्थित होते हैं, जो परागकणों के अंकुरण के लिये एक अच्छा माध्यम होते हैं। परागकण के अंकुरण के समय परागनलिका, परागकण में उपस्थित जनन छिद्र (Germ pore) से निकलकर वर्तिकाग्र में प्रवेश करती है। सामान्यतः एक परागण से एक ही पराग नलिका निकलती है इन्हें एक नलिकीय (Monosiphonous) परागकण कहते हैं। लेकिन कुकुरबिटेसी (Cucurbitaceae) व मालवेसी (Malvaceae) कुलों में परागकण बहुनलिकीय (Polysiphonous) होते हैं।

पराग नलिका की वृद्धि (Growth of Pollen Tube)

वर्तिका में पराग नलिका की वृद्धि सदैव अण्डाशय में अवस्थित बीजाण्ड की ओर होती है। इस एकदिशीय वृद्धि को निर्धारित करने के लिए रसायनानुवर्ती उद्दीपन आवश्यक है जो सामान्यतः बीजाण्ड व अण्डाशय द्वारा उपलब्ध करवाया जाता है।

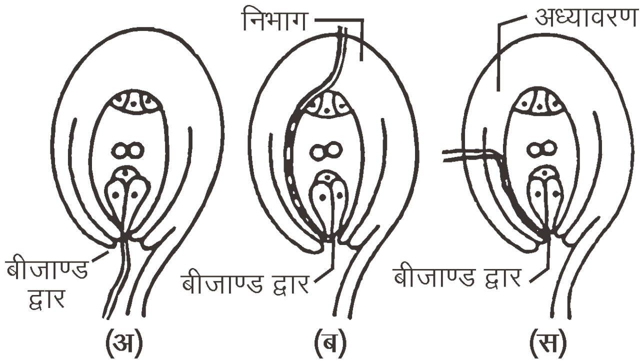
पराग नलिका का बीजाण्ड में प्रवेश

पराग नलिका वर्तिका में वृद्धि करती हुई अण्डाशय में बीजाण्ड की ओर अग्रसर होती है। बीजाण्ड में पराग नलिका का प्रवेश तीन तरह से हो सकता है–

(i) अण्डद्वारी प्रवेश (Porogamy) – इसमें पराग नलिका बीजाण्ड में बीजाण्डद्वार से प्रवेश करती है (चित्र 7.6 अ)। यह अधिकांश पौधों में पायी जाने वाली सामान्य विधि है।

(ii) निभागी प्रवेश (Chalazogamy) – इसमें पराग नलिका बीजाण्ड में निभागी छोर से प्रवेश करती है (चित्र 7.6 ब)। उदाहरण – *कैजुराइना* (*Casuriana*), *बेटूला* (*Betula*), *जुगलैन्स* (*Juglans*)।

(iii) अध्यावरणी प्रवेश (Mesogamy) – इसमें पराग नलिका अध्यावरणों (Integuments) को भेदती हुई बीजाण्ड में प्रवेश करती है (चित्र 7.6 स)। उदाहरण – *कुकुरबिटा* (*Cucurbita*)।



चित्र 7.6 : पराग नलिका का बीजाण्ड में प्रवेश
(अ) अण्डद्वारी प्रवेश (ब) निभागी प्रवेश (स) अध्यावरणी प्रवेश

पराग नलिका का भ्रूणकोष (Embryosac) में प्रवेश

पराग नलिका का भ्रूणकोष में प्रवेश निम्नलिखित चरणों में होता है–

(i) दो सहायक कोशिकाओं में से एक कोशिका परागण की सफलता के साथ ही अपह्रासित होने लग जाती है।

(ii) परागनलिका प्रायः दो सहायक कोशिकाओं के बीच से भ्रूणपोष में प्रवेश करती है और फिर अपह्रासित सहायक कोशिका द्वारा उसमें प्रवेश करती है।

(iii) परागनलिका के शीर्षस्थ भाग में एक छिद्र विकसित होता है तथा इस छिद्र से परागनलिका के कोशिका द्रव्य का कुछ भाग, दोनों नर युग्मक व विलुप्त होता कायिक केन्द्रक अपह्रासित सहायक कोशिका में विमुक्त हो जाते हैं।

(iv) परागनलिका की अन्तर्वस्तुएं अण्ड कोशिका के सम्पर्क में आती है जिससे एक नर युग्मक अण्ड कोशिका तक सहज पहुंच जाता है तथा दूसरा नर युग्मक अमीबीय गति द्वारा द्वितीयक केन्द्रक तक पहुंच कर दूसरा निषेचन करता है।

द्विनिषेचन एवं त्रिक संलयन (Double Fertilization and Triple Fusion)

आवृतबीजी पौधों में परागनलिका में दो नर युग्मक होते हैं। एक नर युग्मक (n) अण्डकोशिका (n) से संलयन करता है इस प्रक्रम को युग्मक संलयन (Syngamy) अथवा सत्य निषेचन (True fertilization) कहते हैं। इसके फलस्वरूप द्विगुणित युग्मनज (Diploid zygote) (2n) बनता है। दूसरा नर युग्मक (n) द्विगुणित द्वितीयक केन्द्रक (Diploid secondary nucleus) (2n) से संयोजित होता है और त्रिगुणित केन्द्रक (3n) का निर्माण करता है। इसे त्रिसंलयन (Triple fusion) कहते हैं। इन दोनों प्रक्रमों को संयुक्त रूप से द्विनिषेचन कहते हैं।

भ्रूणपोष की संरचना एवं परिवर्धन

आवृतबीजी पौधों में त्रिसंलयन का उत्पाद प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक (PEN - Primary Endosperm Nucleus) कहलाता है व कोशिका को प्राथमिक भ्रूणपोष कोशिका कहते हैं। इस कोशिका में समसूत्री विभाजनों के फलस्वरूप भ्रूणपोष निर्माण होता है।

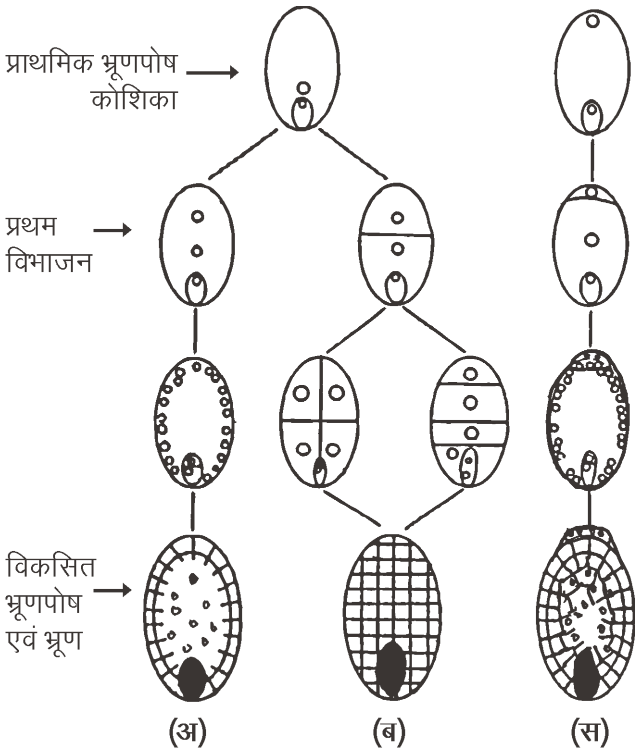
भ्रूणपोष के प्रकार

विकास के आधार पर भ्रूणपोष निम्नलिखित तीन प्रकार के होते हैं –

(i) केन्द्रकीय भ्रूणपोष (Nuclear endosperm) – इस प्रकार के भ्रूणपोष के विकास में प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक में कुछ मुक्त केन्द्रकीय विभाजनों के बाद भी कोशिका भित्ति का निर्माण नहीं होता। इसके फलस्वरूप भ्रूणपोष के केन्द्रीय कोशिका द्रव्य में अनेक स्वतंत्र रूप से निलम्बित केन्द्रक पाये जाते हैं (चित्र 7. 7 अ)। उदाहरण – *कैप्सेला,* नारियल का तरल (Coconut water)।

(ii) कोशिकीय भ्रूणपोष (Cellular endosperm) – इस प्रकार के भ्रूणपोष में प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक के प्रथम तथा उसके बाद होने वाले सभी विभाजनों के साथ कोशिका द्रव्य का विभाजन होता है और फिर कोशिका भित्ति का निर्माण होता है (चित्र 7.7 ब)। उदाहरण – कुकुरबिटेसी कुल के पौधों में।

(iii) माध्यमिक भ्रूणपोष (Helobial endosperm) – इसमें प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक के प्रथम विभाजन के बाद ही कोशिका भित्ति का निर्माण हो जाता है व दो असमान आकार की कोशिकाएं बनती हैं। अब दोनों कोशिकाओं में मुक्त केन्द्रकीय विभाजन होता है। कुछ समय बाद कोशिका भित्ति निर्माण होने से यह कोशिकीय भ्रूणपोष में बदल जाता है (चित्र 7.7 स)। उदाहरण – कुछ जलीय एकबीजपत्री पौधों में।



चित्र 7.7 : भ्रूणपोष का विकास
(अ) केन्द्रकीय (ब) कोशिकीय (स) माध्यमिक

भ्रूणपोष के कार्य

भ्रूणपोष का मुख्य कार्य भ्रूण के प्रारंभिक विकास के लिये भोजन उपलब्ध कराना है। भ्रूणपोषी बीजों (Endospermic seeds) के भ्रूणपोष में वसा (जैसे अरण्ड), कार्बोहाइड्रेट तथा प्रोटीन (जैसे मक्का) प्रचुर मात्रा में संचयित रहते हैं जो बीज के अंकुरण के समय नवोद्भिद को स्थापित करने के लिये पोषण प्रदान करते हैं।

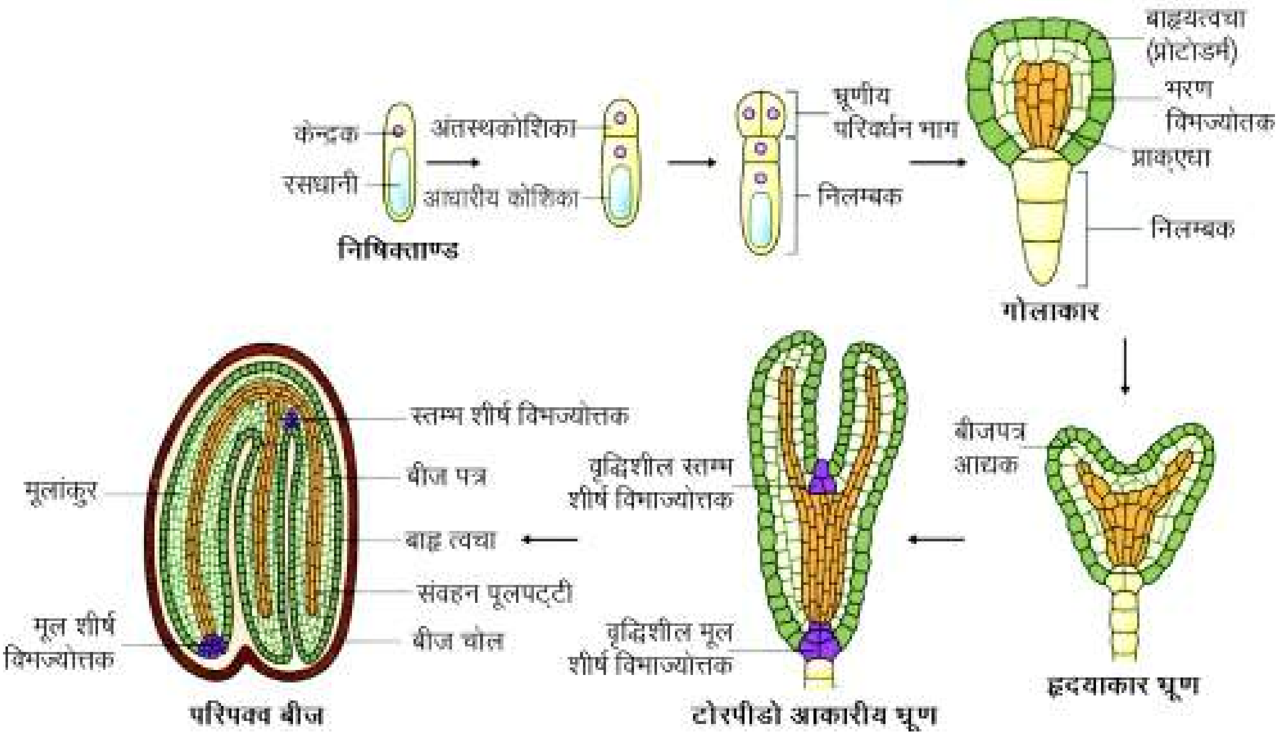
भ्रूण का परिवर्धन (Development of Embryo)

निषेचन के समय एक नर युग्मक (Male gamete) जब अण्डकोशिका से संयोजन करता है तो निषिक्ताण्ड (Zygote) बनता है जो आगे भ्रूण के रूप में विकसित होता है (चित्र 7.8)। निषिक्ताण्ड में प्रथम विभाजन अनुप्रस्थ होता है जिससे दो कोशिकायें बन जाती हैं। एक कोशिका जो बीजाण्डद्वार की ओर होती है इसे आधार कोशिका (Basal cell) तथा दूसरी कोशिका जो निभाग की ओर होती है उसे अंतस्थ या भ्रूणीय कोशिका कहते हैं (चित्र 7.8)। दोनों कोशिकाओं में एक–एक विभाजन लगभग साथ–साथ होता है। आधारीय कोशिका में यह विभाजन अनुप्रस्थ होता है जबकि भ्रूणीय कोशिका में यह विभाजन अनुदैर्ध्य तल में होता है (चित्र 7.8)। आधारीय कोशिका में अनेक अनुप्रस्थ विभाजनों के कारण छः से दस पंक्तिबद्ध कोशिकायें एक तन्तु के समान दिखाई देती है इसे निलम्बक (Suspensor) कहते हैं। निलम्बक की अन्तिम कोशिका कुछ फूल कर बड़े आकार में बदलती है जो भ्रूणपोष से खाद्य पदार्थों का अवशोषण करती है। यानि यह चूषकांग का कार्य करती है (चित्र 7.8)। निलम्बक के दूसरे सिरे (भ्रूण की ओर) की कोशिका हाइपोफाइसिस कहलाती है। यह मूलांकुर के साथ मिलकर मूलांकुर शीर्ष (Radicle apex) बनाती है। भ्रूणीय कोशिका में एक के बाद एक दो विभाजन होते हैं जिसके परिणामस्वरूप चार कोशिका अवस्था चतुष्टांशक (Quadrant) तथा फिर तीसरे विभाजन के बाद अष्टांशक (Octant) अवस्था बनती है (चित्र 7.8)। अष्टांशक की प्रत्येक कोशिका में परिनतिक (Periclinal) विभाजन होता हैं, जिसके फलस्वरूप एक बाह्य डर्मेटोजन (Dermatogen) परत तथा एक आंतरिक परत बनती हैं अतः इस प्रावस्था में प्राक् भ्रूण आठ बाह्य डर्मेटोजन तथा आठ आन्तरिक कोशिकाओं से बना होता है (चित्र 7.8)। डर्मेटोजन कोशिकायें अनेक अपनतिक (Anticlinal) विभाजनों द्वारा भ्रूण की बाह्य त्वचा (Epidermis) बनाती है। आठ आन्तरिक कोशिकाओं में विभिन्न तलों में विभाजन होता है तथा इसके केन्द्रीय भाग से प्लीरोम (Plerome) तथा बाहरी भाग से पेरिब्लम (Periblem) परिवर्धित होता है। पेरिब्लम से भरण ऊतक तथा प्लीरोम से प्राक्एधा (Procambium) का निर्माण होता है। निलम्बक भ्रूण को भ्रूणपोष में धकेलता है। भ्रूणीय कोशिकाओं में निरंतर कई विभाजनों के बाद भ्रूण हृदयाकार हो जाता है (चित्र 7.8)। इसमें दो पालियाँ बनने लगती है। ये दोनों पालियाँ बीजपत्रों में विकसित होने लगती है। इसकी खांच के आधारीय भाग से प्रांकुर (Plumule) का विकास होता है। इसलिए भ्रूण में प्रांकुर की स्थिति शीर्षस्थ व बीजपत्र की पार्श्वीय होती है (चित्र 7.8)। इस प्रकार का भ्रूण विकास द्विबीजपत्री पादपों में होता है परन्तु एक बीजपत्री पादप में प्रांकुर की स्थिति पार्श्वीय होती है। परिपक्व भ्रूण दो बीज पत्रों एवं भ्रूण अक्ष (Embryo axis) में विभेदित होता है। भ्रूण अक्ष का शीर्ष भाग प्रांकुर (Plumule) अथवा बीजपत्रोपरिक (Epicotyl) तथा नीचे का भाग मूलांकुर (Radicle) अथवा बीजपत्राधार (Hypocotyl) कहलाता है। बीज के अंकुरण के समय प्रांकुर से प्ररोह तथा मूलांकुर से मूल तंत्र विकसित होता है। बीजपत्रों में भोजन संचित रहता है (जैसे– दलहन फसलें) जो अंकुरण के समय नवोद्भिद (Seedling) को स्थापित करने के लिये पर्याप्त होता है (चित्र 7.8)।

फल एवं बीज का विकास

फल निर्माण (Fruit Formation)

फल का बनना आवृतबीजी पौधों का विशिष्ट लक्षण है। निषेचन के बाद, भ्रूण निर्माण के साथ–साथ अण्डाशय में भी उद्दीपन प्रारंभ होता है जिससे फल का निर्माण होता है। अण्डाशय



चित्र 7.8 : एक प्रारूपिक द्विबीजपत्री में भ्रूण का विकास

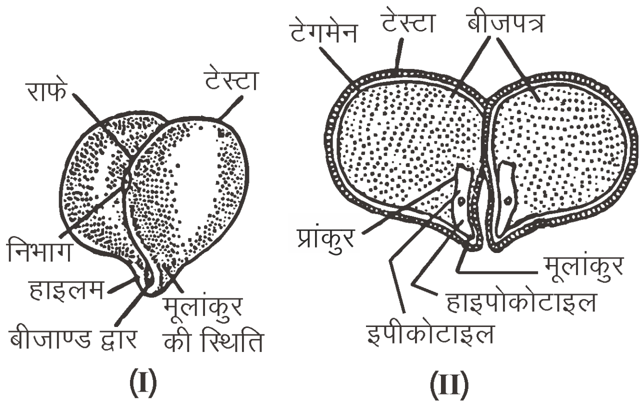
की भित्ति से फल भित्ति व अण्डाशय से फल का निर्माण होता है। फल एक परिपक्व अण्डाशय है तथा फलभित्ति (Pericarp) अण्डाशय की भित्ति है। फलभित्ति के अन्दर की ओर बीज होते हैं जो कि बीजाण्ड से बनते हैं। फलभित्ति कठोर, मांसल या गूदेदार हो सकती है। गूदेदार होने की स्थिति में फलभित्ति तीन परतों – बाह्य फलभित्ति (Epicarp), मध्य फलभित्ति (Mesocarp) तथा अन्तः फलभित्ति (Endocarp) में विभेदित हो सकती है।

जिस फल के विकास में केवल अण्डाशय ही भाग लेता है उसे सत्य फल (True fruit) कहते हैं। परन्तु कुछ पौधों में फल का विकास अण्डाशय के साथ पुष्प के अन्य भाग जैसे पुष्पासन या पुष्पक्रम या पुष्पावलिवृन्त (Peduncle) का भी योगदान रहता है, ऐसे फलों को आभासी फल (False fruit) कहते हैं। अधिकांश पौधों में निषेचन के बाद पुष्प के सहायक अंग (Accessory organ) जैसे बाह्य दलपुंज, दल पुंज व पुमंग नष्ट हो जाते हैं व सूख कर गिर जाते हैं। परन्तु कुछ पौधे जैसे टमाटर, बैंगन, रसभरी व मिर्च में बाह्य दलपुंज चिरलग्न (Persistent) होता है और फल में भी संलग्न पाया जाता है।

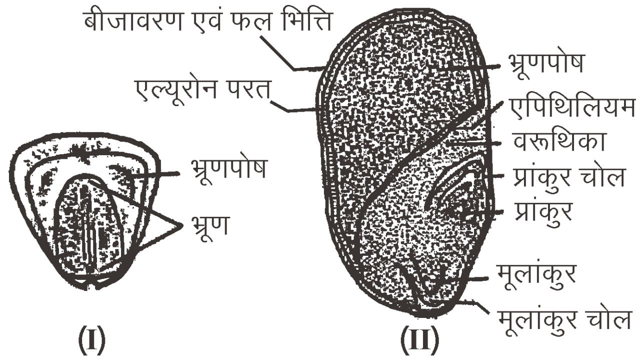
कुछ पादपों में अण्डाशय निषेचन के बिना ही फल का निर्माण कर देता है। इस प्रक्रिया को अनिषेकफलन (Parthenocarpy) कहते हैं तथा ऐसे फलों को अनिषेकफलनी फल (Parthenocarpic fruit) कहते हैं। इसी प्रकार निषेचन के बगैर बीजाण्ड का बीज के रूप में विकसित होना अनिषेक जनन (Parthenogenesis) कहलाता है।

बीज निर्माण (Seed Formation)

निषेचित बीजाण्ड ही बीज कहलाता है। बीजाण्ड के दोनों अध्यावरण बीजावरण या बीजचोल (Seed coat) बना देते हैं। बाहर वाला अध्यावरण बाह्य बीजचोल (Testa) व अन्दर वाला अध्यावरण अन्तः बीजचोल (Tegmen) कहलाता है। बीजाण्ड वृंत (Funicle) से बीज वृंत (Seed stalk) बनता है। बीज वृंत का वह बिन्दु जो परिपक्व बीजाण्ड से निभाग क्षेत्र में जुड़ता है नाभिका (Hilum) कहलाता है। नाभिका के नीचे एक छोटा सा छिद्र उपस्थित होता है जहाँ बीजाण्ड द्वार (Micropyle) उपस्थित था। इससे बीज के भीतर जल प्रवेश करता है। विकास के साथ बीजाण्ड काय (Nucellus) उपभोग में आ जाता है या सिर्फ एक पतली कागज के समान झिल्ली के रूप में रह जाता है जिसे परिभ्रूणपोष (Perisperm) कहते हैं (चित्र 7.9 अ, ब)। कुछ पौधों में बीजाण्ड के चारों ओर एक अतिरिक्त आवरण मिलता है इसे एरिल (Aril) कहते हैं। लीची में यह मांसल होकर खाने योग्य हो जाता है। जायफल में यह सूख जाता है। अरण्ड (Castor) में बीजाण्डद्वार के पास एक छोटा सा उभार बाह्य आवरण की कोशिकाओं द्वारा बना होता है जिसे कारंकल (Caruncle) कहते हैं।



चित्र 7.9 (अ) : द्विबीजपत्री बीज की संरचना (चना)
(I) सतही संरचना (II) बीज की काट



चित्र 7.9 (ब) : एकबीजपत्री बीज की संरचना (मक्का)
(I) सतही संरचना (II) बीज की काट

बीजों का प्रकीर्णन (Dispersal of Seed)

बीजों का मातृ पौधे से दूर जाकर गिरना प्रकीर्णन कहलाता है। प्रकीर्णन दो प्रकार का होता है–

(1) प्राकृतिक प्रकीर्णन – बीजों का यह प्रकीर्णन स्वतः ही होता रहता है।

(अ) हवा द्वारा प्रकीर्णन – हल्के तथा पंखदार बीजों का प्रकीर्णन हवा द्वारा होता है। जैसे – आक, सूर्यमुखी।

(ब) पानी द्वारा प्रकीर्णन – कुछ पौधों में बीजों का प्रकीर्णन जल द्वारा होता है। जैसे – कमल के बीज।

(स) जन्तुओं एवं पक्षियों द्वारा – पशुओं के बालों से चिपक कर बीज एक स्थान से दूसरे स्थान पर चले जाते हैं। जैसे– गोखरू या अन्य कांटेदार पौधों के बीज।

(2) कृत्रिम प्रकीर्णन – यह प्रकीर्णन मनुष्य द्वारा किया जाता है।

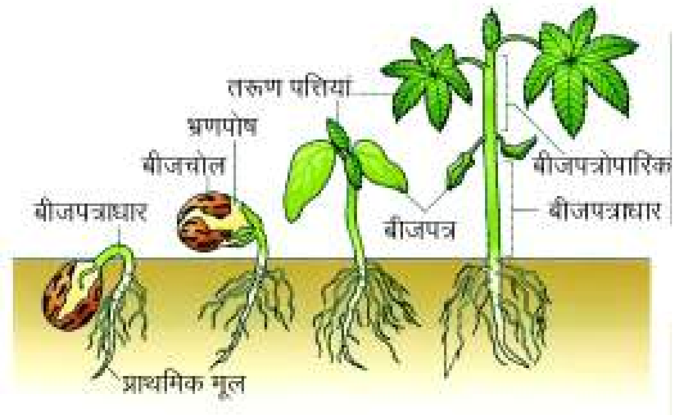
बीजों का अंकुरण (Germination of Seeds)

बीजों द्वारा जल के अधिशोषण (Imbibition) से बीजचोल फट जाता है। बीजपत्रों के मध्य स्थित प्रांकुर (Plumule) बाहर निकल जाता है। प्रांकुर की वृद्धि से तना व पत्ती बनते हैं। अंकुरण के समय मूलांकुर (Radicle) बीजाण्डद्वार से बाहर निकल जाता है और मूल (Root) बनाता है। यह मूल भूमि के अन्दर की तरफ गति करती है। अंकुरण मुख्यतः दो प्रकार का होता है।

(1) उपरिभूमिक (Epigeal)

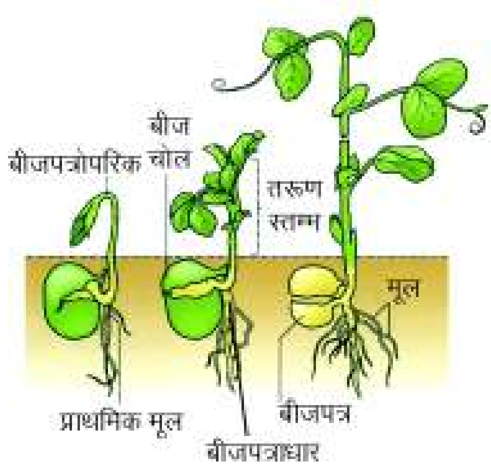
(2) अधोभूमिक (Hypogeal)

(1) उपरिभूमिक – इस प्रकार के अंकुरण में बीजपत्र भूमि के ऊपर आ जाते हैं। बीजपत्राधार (Hypocotyl) काफी लम्बा होता है। बीजपत्राधार बीजपत्रों व मूलांकुर के बीच का भाग है। बीजपत्र भूमि से ऊपर आने के बाद हरे होकर भोजन निर्माण करते हैं (चित्र 7.10)। उदाहरण – सेम, अरण्ड।



चित्र 7.10 : बीजों का उपरिभूमिक अंकुरण

(2) अधोभूमिक – इस प्रकार के अंकुरण में बीजपत्र भूमि के अन्दर ही रहते हैं (चित्र 7.11)। बीजपत्राधार (Hypocotyl) छोटा होता है तथा बीजपत्रोपरिक (Epicotyl) लम्बा होकर प्रांकुर (Plumule) को बाहर की ओर धकेल देता है। उदाहरण – चना, मक्का।



चित्र 7.11 : बीजों का अधोभूमिक अंकुरण

महत्वपूर्ण बिन्दु

1. आवृतबीजी पुष्प में बाह्य दलपुंज व दलपुंज सहायक जनन चक्र होते हैं तथा पुंकेसर व स्त्रीकेसर आवश्यक या अनिवार्य चक्र होते हैं।
2. पुंकेसर को लघुबीजाणु पर्ण व अण्डप को गुरुबीजाणु पर्ण भी कहते हैं।
3. परागकण का बाह्य आवरण मोटा, कठोर एवं अलंकृत होता है। यह स्पोरोपोलेनिन का बना होता है जिसका जैविक अपघटन नहीं होता।
4. विकसित नर युग्मकोद्भिद में दो नर युग्मक व एक कायिक कोशिका होती है।
5. अण्डाशय में भ्रूणकोष विकसित होता है जो अगुणित पीढ़ी मादा युग्मकोद्भिद को निरूपित करता है।
6. भ्रूणकोष में अण्ड समुच्चय (दो सहायक कोशिकाएं तथा एक अण्ड कोशिका) तीन प्रतिमुख कोशिकाएं तथा एक द्वितीयक केन्द्रक होता है। द्वितीयक केन्द्रक दो ध्रुवी केन्द्रकों के मिलने से बनता है।
7. परागकण विभिन्न साधनों द्वारा वर्तिकाग्र पर पहुंचते हैं एवं अंकुरित होकर पराग नलिका बनाते हैं। पराग नलिका में दो नर युग्मक होते हैं। कायिक कोशिका लुप्त हो जाती है।
8. आवृतबीजियों में द्विनिषेचन होता है। एक नर युग्मक अण्डकोशिका से संयोजित होता है तथा दूसरा नर युग्मक द्वितीयक केन्द्रक से।
9. निषेचन अण्ड (निषिक्ताण्ड) से भ्रूण तथा प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक से भ्रूणपोष बनता है।
10. बिना निषेचन के भ्रूण का परिवर्धन अनिषेक जनन तथा बिना निषेचन के अण्डाशय का फल में विकास अनिषेक फलन कहलाता है।
11. उपरिभूमिक प्रकार के अंकुरण में बीजपत्र भूमि के ऊपर आ जाते हैं जबकि अधोभूमिक अंकुरण में बीजपत्र भूमि के अन्दर ही रहते हैं।

अभ्यासार्थ प्रश्न

बहुचयनात्मक प्रश्न

1. पुष्प के अनिवार्य चक्र है–
   (अ) बाह्य दलपुंज तथा दलपुंज
   (ब) दलपुंज व जायांग
   (स) पुमंग व जायांग
   (द) उपरोक्त सभी
2. स्पोरोपोलेनिन परागकण के किस भाग में पाया जाता है–
   (अ) बाह्यचोल में (ब) अन्तःचोल
   (स) कोशिकाद्रव्य (द) केन्द्रक
3. निम्न में से कौन मादा युग्मकोद्भिद को निरूपित करता है–
   (अ) भ्रूण (ब) भ्रूण–कोश
   (स) भ्रूणपोष (द) जायांग
4. परिभ्रूण पोष होता है–
   (अ) बीज में चिरस्थायी बीजाण्ड काय
   (ब) बीजावरण
   (स) बीजाण्ड आवरण
   (द) भ्रूणपोष के अवशेष
5. बीज में बीजचोल किसको प्रदर्शित करते हैं–
   (अ) बीजाण्ड काय को (ब) बीजाण्ड वृन्त को
   (स) अध्यावरण को (द) बीजाण्ड द्वार को
6. परिपक्व परागकोष में कितने परागप्रकोष्ठ उपस्थित होते हैं–
   (अ) 4 (ब) 1
   (स) 3 (द) अनन्त
7. जब बाह्य अध्यावरण गूदेदार हो जाता है, तो कहलाता है–
   (अ) ऐरिल (ब) सारकोटेस्टा
   (स) ऑपरकूलम (द) केरन्कल
8. पुष्प में अर्धसूत्री विभाजन किन कोशिकाओं मे पाया जाता है–
   (अ) लघुबीजाणु मातृ कोशिका तथा गुरुबीजाणु मातृ कोशिका
   (ब) बीजाण्ड तथा पुंकेसर में
   (स) टेपीटल कोशिका में
   (द) बीजाण्डासन कोशिका में
9. पराग नलिका की भित्ति किस पदार्थ की बनी होती है–
   (अ) पेक्टीन (ब) क्यूटीन
   (स) स्पोरोपोलेनिन (द) पेक्टो सेलुलोस
10. सामान्यतः आवृतबीजीयों में पराग नलिका प्रवेश करती है–
    (अ) अध्यावरण से (ब) निभाग से
    (स) बीजाण्डद्वारी क्षेत्र से (द) बीजाण्डवृन्त से
11. कौनसे केन्द्रक द्विनिषेचन में भाग लेते हैं–
    (अ) अण्ड (ब) द्वितीयक केन्द्रक
    (स) दो नर केन्द्रक (द) उपरोक्त सभी

12. निषेचन के पश्चात् बीज किससे बनता है–
   (अ) बीजाण्ड से (ब) अण्डाशय से
   (स) भ्रूण से (द) भ्रूणपोष से
13. निलम्बक का कार्य होता है–
   (अ) जल प्रदान करना
   (ब) O_2 प्रदान करना
   (स) भ्रूण को भ्रूणपोष की तरफ धंसा कर अधिक पोषण प्रदान करना
   (द) भोजन अवशोषित करना
14. माध्यमिक भ्रूणपोष सामान्यतया पाया जाता है–
   (अ) जिम्नोस्पर्म (ब) द्विबीजपत्रियों में
   (स) एकबीजपत्रियों में (द) उपरोक्त 'ब ' व 'स' दोनों।
15. ऊपरी भूमिक अंकुरण में भ्रूण के किस भाग में अधिक वृद्धि होती है–
   (अ) मुलांकर (ब) प्रांकुर
   (स) बीजपत्रोपरिक (द) बीजपत्राधार

अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न

1. टेपीटम के कार्य बताइये।
2. द्वितीयक केन्द्रक नर युग्मक से संलयित होकर क्या बनाता है?
3. स्वपरागण क्या होता है?
4. भ्रूण को पोषण प्रदान करने वाली संरचना का क्या नाम है?
5. पेरीस्पर्म क्या होता है?
6. अधोभूमिक अंकुरण क्या है?
7. टेस्टा व टेगमेन क्या होते हैं?
8. बीजपत्राधार क्या है?
9. एरिल क्या है?

लघुत्तरात्मक प्रश्न

1. परागकोष के अनुप्रस्थ काट का नामांकित चित्र बनाइये।
2. परागकण की संरचना का वर्णन करें।
3. आवृतबीजी पादप में निषेचन के समय परागनली बीजाण्ड में कितनी प्रकार से प्रवेश करती है।
4. बीजाण्ड का नामांकित चित्र बनाइये।
5. त्रिक संलयन किसे कहते हैं?
6. भ्रूण में निलम्बक का क्या कार्य है?
7. स्वपरागण व परपरागण में अंतर बताइये।
8. उपरिभूमिक एवं अधोभूमिक में अंतर बताइये।
9. बीज प्रकीर्णन क्या है? विभिन्न विधियों का नाम लिखें।

निबन्धात्मक प्रश्न

1. आवृतबीजियों में नर युग्मकोद्भिद के परिवर्धन का वर्णन कीजिये।
2. आवृतबीजियों में मादा युग्मकोद्भिद के परिवर्धन का सचित्र वर्णन करें।
3. द्विबीजपत्री पादप के भ्रूण के परिवर्धन की विभिन्न अवस्थाओं का वर्णन कीजिये।
4. भ्रूणपोष क्या है? विभिन्न प्रकार के भ्रूणपोषों के परिवर्धन का वर्णन करें।

उत्तरमाला: 1(स) 2 (अ) 3 (ब) 4 (अ) 5 (स) 6 (अ) 7 (अ) 8. (अ) 9 (द) 10 (स) 11 (द) 12 (अ) 13 (स) 14 (स) 15 (द)