अध्याय-3

परागण, निषेचन तथा भ्रूणपोष व भ्रूण का परिवर्धन

(Pollination, Fertilization and Development of Endosperm and Embryo)

परागण (Pollination)

परिभाषा - पुंकेसर के परागकोश (कोष) से परागकणों का अण्डप की वर्तिकाग्र पर स्थानान्तरण की क्रिया को परागण कहते हैं।

परागण के लिए परागकणों का परागकोश से विमुक्त होना आवश्यक है। पुन: परागकोश से वर्तिकाग्र तक परागकणों का स्थानान्तरण भिन्न-भिन्न माध्यमों, जैसे कीट, वायु, जल, पक्षियों, चमगादड़, घोंघों, चीटियों, आदि द्वारा होता है।

परागण के प्रकार:-परागण मुख्यत: दो प्रकार का होता है:-

(1) स्व परागण (Self pollination)

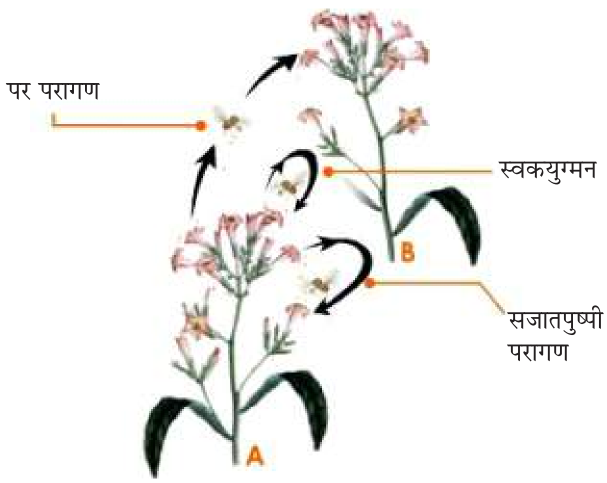
(2) पर परागण (Cross - pollination)

(1) स्व परागण (Self pollination)

जब एक पुष्प के परागकण उसी पुष्प अथवा उसी पादप के अन्य पुष्प के वर्तिकाग्र पर स्थानान्तरित होते हैं तो इसे **स्वपरागण** कहते हैं। यह दो प्रकार से हो सकता है।

(i) स्वकयुग्मन (Autogamy):-जब एक पुष्प के परागकण उसी पुष्प की वर्तिकाग्र पर पहुंचते हैं अर्थात् पुष्प अपने ही परागकणों द्वारा परागित होता है। उदा. मटर

(ii) सजातपुष्पी परागण (Geitonogamy) - जब एक पुष्प के परागकण उसी पौधे पर स्थित किसी दूसरे पुष्प के वर्तिकाग्र पर स्थानान्तरित होते हैं। यह परागण एक पौधे पर स्थित दो अलग-अलग पुष्पों के मध्य होता है। आनुवंशिक दृष्टि से यह स्वपरागण है लेकिन पारिस्थितिक दृष्टि से अधिकांश वनस्पतिज्ञ इसको परपरागण मानते हैं। उदा. मक्का, ककड़ी,



चित्र 3.1 परागण के प्रकार

स्वपरागण के लिए युक्तियाँ या अनुकूलन (Contrivances or Adaptation for Self pollination)

स्वपरागण प्रदर्शित करने वाले पादपों में कुछ विशेष युक्तियां या अनुकूलन पाये जाते हैं। इनमें से प्रमुख निम्नांकित हैं-

(i) उभयलिंगता (Bisexuality):-ऐसे पादप सामान्यत: उभयलिंगी या पुष्प द्विलिंगी होते हैं। उदा. मटर

(ii) समकालपक्वता (Homogamy):-ऐसे पौधों में पुष्प के पुमंग एवं जायांग एक साथ परिपक्व होते हैं और परागकोष के स्फुटन के समय वर्तिकाग्र ग्राही होती है। जिससे स्वपरागण होने की पूरी

सम्भावना रहती है। उदा. गुल अब्बास *(Mirabilis)*, सदाबहार *(Catharanthus)*

(iii) अनुन्मील्यता (Cleistogamy):-कुछ पौधों के पुष्प कभी भी खुलते नहीं हैं, वरन् हमेशा बंद ही रहते हैं अत: उनमें केवल स्वपरागण ही सम्भव होता है।उदा. *वायोला* प्रजाति,कनकौआ *(Commelina)* इत्यादि।

(2) परपरागण (Cross-pollination)

जब एक पौधे के पुष्प के परागकण उसी जाति के किसी दूसरे पौधे के पुष्प के वर्तिकाग्र पर स्थानान्तरित होते हैं तो उसे परपरागण कहते हैं। तकनीकी रूप से इस प्रकार को सजात परागण (Xenogamy) कहते हैं।

परपरागण की युक्तियाँ एवं अनुकूलन (Contrivances or Adaptation for cross-pollination)

पादपों में कई प्रकार की प्रयुक्तियाँ एवं अनुकूलन सदैव पर-परागण को प्रेरित करते हैं, जो निम्नलिखित हैं।

(i) स्वबन्ध्यता (Self sterility):-कुछ पौधों के पुष्पों में स्वयं के द्वारा विकसित परागकणों का उसी पुष्प की वर्तिकाग्र पर अनुकूलता होने पर भी अंकुरण नहीं होता है। इसे स्वबन्ध्यता कहते हैं। उदा. राखीबेल *(Passiflora)*, अंगूर *(Vitis)*, *पेटुनिया* जाति।

(ii) एकलिंगता (Unisexuality or Dicliny):-पादप के समस्त पुष्पों में एकलिंगता होने पर केवल पर-परागण ही हो सकता है क्योंकि उनमें एक पुष्प में नर अथवा मादा में से एक प्रकार के जनन अंग ही पाये जाते हैं। ज्ञातव्य हैं कि कई पौधों जैसे तुरही, लौकी में एक ही पादप पर दोनों प्रकार के एकलिंगी पुष्प उत्पन्न होते हैं। इनमें परस्पर परागण सजातपुष्पी परागण होता है, जिसको स्वपरागण का प्रकार मानते हैं।

(iii) भिन्नकालपक्वता (Dichogamy):-कुछ पौधों के पुष्पों में पुमंग एवं जायांग भिन्न-भिन्न समय पर परिपक्व होते हैं। इसे भिन्नकाल पक्वता कहते हैं। यह दो प्रकार की होती है -

(क) पुंपूर्वता (Protandry):-जब परागकोष वर्तिकाग्र से पूर्व परिपक्व होता है इसे पुंपूर्वता कहते हैं-उदा. गुड़हल, कपास, सूरजमुखी, आरणी।

(ख) स्त्रीपूर्वता (Protogyny):-जब वर्तिकाग्र परागकोष से पहले परिपक्व हो जाता है। इसे स्त्रीपूर्वता कहते हैं उदा. ब्रेसीकेसी एवं रोजेसी कुल के अधिकांश पादप, चम्पा, बरगद आदि।

(iv) अवरूद्ध परागणता या हरकोगेमी (Herkogamy):-जब वर्तिकाग्र एवं परागकोष के मध्य किसी भी प्रकार का संरचनात्मक अवरोध पाया जाता है जिससे स्व परागण नहीं हो पाता है। उदा. कैरियोफिलेसी कुल के पौधो में वर्तिका की लंबाई पुंकेसर से काफी अधिक होने के कारण इनके मध्य परागण सम्भव नहीं हो पाता है। कलिहारी *(Gloriosa)* में परागकोष का स्फुटन इस प्रकार होता है कि परागकण दूर-दूर जाकर गिरते हैं।

(v) विषमवर्तिकात्व (Heterostyly):-*प्रिमुला (Primula)* में दो प्रकार के पुष्प पाये जाते हैं। एक पुष्प लम्बी वर्तिका एवं छोटे पुंकेसर युक्त होता है जबकि दूसरा पुष्प छोटी वर्तिका एवं लम्बे पुंकेसर युक्त होता है। अत: इनमें स्वपरागण संभव नहीं हो पाता है, क्योंकि लम्बी वर्तिका युक्त लम्बे वृतिकाग्र पुंकेसर के परागकण से तथा छोटी वर्तिका युक्त वर्तिकाग्र छोटे पुंकेसर के परागकण से ही परागित हो सकती है।

पर-परागण की विधियाँ (Methods of cross-pollination):-पर-परागण में परागकणों के स्थानान्तरण के लिए बाह्य साधनों पर निर्भरता रहती है। ये बाह्य साधन अजैविक (वायु-जल) अथवा जैविक (कीट, पक्षी, जन्तु) हो सकते हैं। इन बाह्य साधनों के आधार पर पर-परागण निम्न प्रकार का हो सकता है।

1. वायु परागण (Anemophily) :-जब परागकणों का स्थानान्तरण वायु द्वारा होता है तो इसे **वायु परागण** कहते हैं। वायु द्वारा परागित होने वाले पौधों के परागकण, छोटे, हल्के, चिकने एवं शुष्क होते हैं। इनका उत्पादन अधिक संख्या में होता है। वायु द्वारा परागित होने वाली वर्तिकाग्र में भी अनुकूलन पाये जाते हैं। जैसे घास में रोमिल या पक्ष्मामी (Feathery), *टाइफा* में ब्रुश जैसा वर्तिकाग्र पाया जाता है।

2. जल-परागण (Hydrophily):-जब परागकणों का स्थानान्तरण जल द्वारा होता हैं तो इसे जल परागण कहते हैं। सामान्यत: सभी जलीय पौधे जल परागित नहीं होते हैं। उदा. *पोटामोजिटोन (Potamogeton)*, *मिरियोफिल्लम (Myriophyllum)* वायु परागित एवं *निम्फिया (Nymphaea)* कीट परागित होता है। जल परागण प्राय: दो प्रकार का होता है।

(i) अधोजल परागण या जलाध: परागण (Hypodrophily) :-जब परागण जल के भीतर होता है तो इसे अधोजल-परागण कहते हैं। *नाजास (Najas)*, *सिरेटोफिल्लम (Ceratophyllum)*, *जोस्टेरा (Zostera)* आदि जल निमग्न पौधे हैं तथा इनमें केवल अधोजल-परागण पाया जाता है।

(ii) अधिजल-परागण या जलपृष्ठ परागण (Ephlydrophily):-जब पुष्प का परागण जल की सतह पर होता है तो इसे **अधिजल परागण** कहते हैं। उदा. *वेलिसनेरिया (Vallisneria)*

3. कीट-परागण (Entomophily):-अनेक प्रकार के कीट जैसे मधुमक्खियाँ, पतंगा, तितली, टांटियाँ, बीटल इत्यादि कीट परागण में सहायता करते हैं। अनुमानत: लगभग 80% कीट परागण

मधुमक्खियों द्वारा होता है। कीट परागित पादप के पुष्प प्राय: रंगीन चमकदार, मकरंद एवं गंधयुक्त तथा आकर्षक होते हैं। कुछ कीट परागित पादप हैं-सरसों, *साल्विया* (तुखमलंगा), *ऑर्किड्स,* आक आदि।

4. पक्षी परागण (Ornithophily):-अनेक उष्ण कटिबंधीय पौधे पक्षियों द्वारा परागित होते हैं। इनमें पुष्प नलिकाकार उदा. तम्बाकू, (*निकोटिआना*), प्यालेनुमा उदा. बोतल ब्रुश, (*कैलीस्टेमोन*) अथवा कुंभाकार होते हैं। ये
पुष्प चमकदार आकर्षक एवं मकरंद युक्त होते हैं। मकरंद से आकर्षित होकर आये पक्षियों की चोंच एवं शरीर से परागकण चिपक जाते हैं तथा इनके साथ ही दूसरे पौधे तक पहुंच जाते हैं। प्रमुख परागणकर्ता पक्षी हैं- गुंजन पक्षी (Humming bird), शकरखोरा (Sunbird), तथा *नेक्टेरीना (Nectarina)*। कुछ पक्षी परागित पादपों के अन्य उदाहरण हैं- सेमल *(Bombax)*, *बिग्नोनिया (Bignonia)*, पलाश *(Butea)*, रक्तमदार *(Erythrina)*।

5. चमगादड़ परागण (Cheiropterophily):-चमगादड़ एक रात्रि चर स्तनधायी, उड़ने वाला जन्तु है तथा मकरंद एवं कीट-पतंगों की खोज में पुष्पों पर जाता है। कुछ पादपों में पुष्प रात में खिलते हैं तथा अधिक मात्रा में मकरंद स्रावित करते हैं। चमगादड़ इन पौधों के परागण में सहायक होता है। उदा. कदम्ब *(Anthocephalus)*, कचनार *(Bauhinia)*, झाड़फानूस *(Kigellia)*, गोरखइमली *(Adansonia)* इत्यादि।

कुछ पौधो जैसे सर्पवृक्ष *(Arisaema)* एवं कुछ ऑर्किडों में घोंघों (Snails) द्वारा जबकि गुलमोहर तथा सेमल (इसमें पक्षीपरागण भी होता है) में गिलहरी द्वारा परागण होता है।

असंगतता या अनिषेच्यता

(Incompatibility)

पूर्णतया कार्यक्षम (Functional) एवं जननक्षम (Fertile) नर एवं मादा युग्मकों के मध्य निषेचन में विफलता को **असंगतता** अथवा **अनिषेच्यता** कहते हैं। यह दो प्रकार की होती है।

(i) अन्तराजातीय (Interspecific):-जब अनिषेच्यता एक ही वंश की भिन्न जातियों के सदस्यों के मध्य होती हैं। उदाहरण- *ब्रेसिका कैम्पेस्ट्रिस × ब्रे. रापा*

(ii) आन्तरजातीय (Intraspecific):-जब अनिषेच्यता एक ही जाति के सदस्यों के मध्य होती है इसे **स्वअनिषेच्यता** अथवा **स्वबन्ध्यता** (Self incompatibility or self sterility) भी कहते हैं। उदा. *प्रिमुला*

पराग-स्त्रीकेसर पारस्परिक क्रिया (Pollen- pistil interaction) के परिणामस्वरूप पौधों में असंगतता पाई जाती है। इसके लिए उत्तरदायी कारक कार्यिकीय (Physiological) अथवा आकारिकीय (Morphological) हो सकते हैं। यह एक जीन के बहुयुग्म विकल्पियों (Multi alleles) द्वारा नियन्त्रित होती है। सामान्यत: यह अंत:क्रिया वर्तिकाग्र के परिपक्व होने तथा परागकणों की भित्ति के निर्माण के समय विकसित होती है। स्वअनिषेच्यता का निर्धारण एवं नियन्त्रण यदि नर युग्मकोद्‌भिद अर्थात् परागकण के जीन प्रारूप द्वारा होता है तो उसे **युग्मकोद्‌भिदी स्वअनिषेच्यता** (Gametophytic incompatibility) कहते हैं। इसके विपरीत बीजाणुद्‌भिद ऊतक (जिससे कि परागकण उत्पन्न होते हैं) के जीन प्ररूप द्वारा निर्धारण होने पर उसे **बीजाणुद्‌भिदी स्वअनिषेच्यता** (Sporophytic incompatibility) कहते हैं।

पौधों में स्वअनिषेच्यता के निम्नांकित परिणाम दिखाई देते हैं-

1. परागकणों में अंकुरण का अभाव
2. परागनली की वृद्धि न हो पाना
3. परागनली का सही स्थान पर न पहुंच पाना
4. परागनली का वर्तिका में ही फट जाना
5. केन्द्रकों में सलंयन का न हो पाना

निषेचन

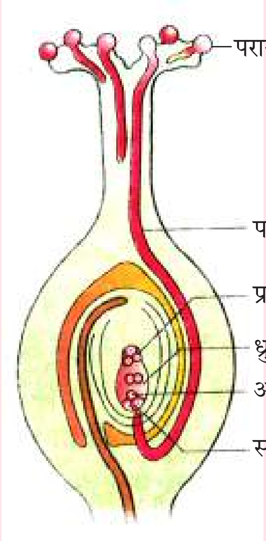
(Fertilization)

नर एवं मादा युग्मकों के संयोजन या संलयन (Fusion) को **निषेचन** कहा जाता है। इस क्रिया का अध्ययन सर्वप्रथम स्ट्रासबर्जर (Strasburger, 1884) ने *लिलियम (Lilium)* पादप में किया था। निषेचन प्रक्रिया का अध्ययन निम्नांकित शीर्षकों के अंतर्गत किया जा सकता है।

(अ) परागकणों का अंकुरण एवं परागनलिका की वृद्धि (Germination of pollen grains and growth of pollen tube)

परागण क्रिया के द्वारा परागकण वर्तिकाग्र पर पहुंच जाते हैं जहाँ पर इनका अंकुरण प्रारम्भ हो जाता है। वर्तिकाग्र की सतह पर उपस्थित विभिन्न स्राव जिनमें वसा, शर्करा, रेजिन आदि उपस्थित होते हैं, परागकणों के अंकुरण के लिए उपयुक्त माध्यम प्रदान करते हैं। वर्तिकाग्र पर पहुंचने के पश्चात् परागकण के अंकुरण में लगने वाला समय **अंकुरण काल** कहलाता है। अंकुरण के समय जनन छिद्र से अंत:चोल पराग नलिका के रूप में निकल कर वर्तिकाग्र में प्रवेश करती है। प्राय: एक परागकण से एक ही परागनलिका निकलती है, ऐसे परागकण **एकनलिकीय** (Monosiphonous) कहलाते हैं। एक से अधिक परागनली उत्पन्न करने वाले परागकण **बहुनलिकीय** (Polysiphonous) कहलाते हैं, उदा. कुकरबिटेसी एवं माल्वेसी

कुल के सदस्य। परंतु इनमें अंतिम रूप से एक ही परागनली क्रियाशील रहती है। परागनलिका की लम्बाई वर्तिका की लम्बाई पर निर्भर करती है। मक्का में इसकी लम्बाई 450 मि मी. तक होती है।



चित्र 3.2 जायांग का लम्बवत काट, पराग नलिका के भ्रूणकोष तक वृद्धि दर्शाते हुए

(ब) परागनलिका की वृद्धि (Growth of pollentube)

परागनलिका की वृद्धि मुख्यत: वर्तिका की आन्तरिक संरचना पर निर्भर करती है। *लिलियम (Lilium)* एवं *राइबीज (Ribes)* में वर्तिका खोखली होती है। इसकी गुहिका श्लेष्मक पदार्थों से भरी रहती है जो परागनलिका की वृद्धि को प्रेरित करती है। अधिकतर पौधों में वर्तिका बंद या ठोस होती है। इन पौधों में वर्तिका के केन्द्रीय भाग में उपस्थित ऊतक, पेक्टिनेज (Pectinase) नामक एन्जाइम की क्रिया से नष्ट हो जाते हैं। अत: वर्तिका के केन्द्र में एक मार्ग बन जाता है। कुछ पौधों जैसे *ओइनोथेरा, पिटुनिया* आदि में परागनलिका वर्तिका के केन्द्रीय भाग की कोशिकाओं के मध्य उपस्थित अन्तरकोशिक अवकाशों से गुजरती हुई वृद्धि करती है। परागनलिका की वृद्धि सदैव अण्डाशय की ओर होती है। वर्तिका, अण्डाशय तथा बीजाण्ड में उपस्थित रसायनवर्ती कारक परागनलिका की वृद्धि की दिशा को निर्धारित करते हैं। यह सदैव वृद्धि करती हुई अण्डाशय में उपस्थित बीजाण्ड की ओर अग्रसर होती है। अत: नलिका की वृद्धि, एकदिशीय व **रसायन अनुवर्ती** (Chemotropic) प्रकार की होती है।

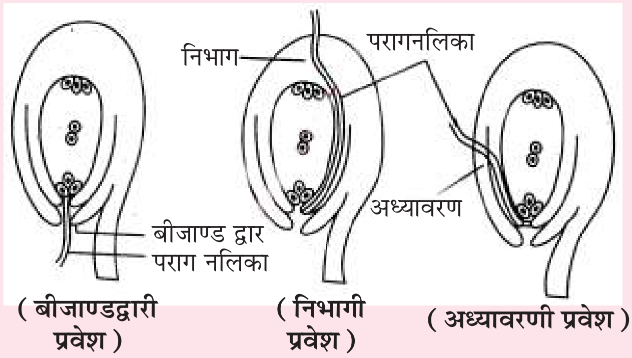
(स) परागनलिका का बीजाण्ड में प्रवेश (Entry of pollentube in the ovule)

बीजाण्ड में परागनलिका का प्रवेश तीन प्रकार से हो सकता है। (चित्र 3.3)।

1. बीजाण्डद्वारी प्रवेश (Porogamy):-जब परागनलिका बीजाण्ड में बीजाण्डद्वार (Micropyle) से प्रवेश करती है तो इसे बीजाण्ड द्वारी प्रवेश कहते हैं। यह अधिकांश पौधों में पाई जाने वाली सामान्य विधि है।

2. निभागी प्रवेश (Chalazogamy):-जब परागनलिका का बीजाण्ड में प्रवेश निभागी छोर (Chalazal end) से होता है तो इसे निभागी प्रवेश कहते हैं। उदा. *कैजुराइना, जुगलैन्स, बिटुला*।

3. अध्यावरणी प्रवेश (Mesogamy):-जब परागनलिका अध्यावरणों को बेधती हुई बीजाण्ड में प्रवेश करती हैं उदा. *कुकरबिटा, पोपुलस*।



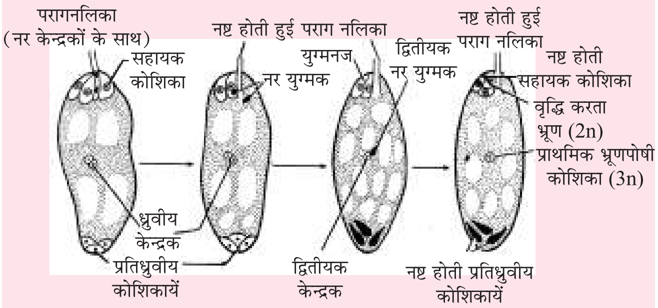
चित्र 3.3 परागनलिका का बीजाण्ड में प्रवेश

(द) परागनलिका का भ्रूणकोष में प्रवेश (Entry of pollentube in the embryosac):

-भ्रूणकोष में परागनलिका सदैव बीजाण्डद्वार वाले छोर से निम्नांकित किसी एक मार्ग द्वारा प्रवेश करती है (चित्र 3.4)।

(i) अण्ड कोशिका तथा एक सहायक कोशिका के मध्य से।

(ii) भ्रूणकोष की भित्ति तथा एक सहायक कोशिका के मध्य से।



चित्र 3.4 परागनलिका का भ्रूणकोष में प्रवेश नर युग्मकों का स्वतन्त्र होना तथा संयुग्मन

(iii) एक सहायक कोशिका को भेदते हुए।

परागनलिका का भ्रूणकोष में प्रवेश निम्नांकित चरणों में होता है-

(i) दो सहायक कोशिकाओं में से एक कोशिका परागनलिका

के भ्रूणकोष में प्रवेश से पूर्व ही अपह्रासित हो जाती है।

(ii) परागनलिका प्राय: दो सहायक कोशिकाओं के बीच से भ्रूणकोष में प्रवेश करती है और कुछ दूरी तय करने के बाद अधिकतर अपह्रासित सहायक कोशिका के तन्तु रूपी समुच्चय (Filiform apparatus) द्वारा उसमें प्रवेश करती है (चित्र 3.2)।

(iii) सहायक कोशिका के कोशिकाद्रव्य में पहुंचने के पश्चात् परागनलिका के शीर्ष भाग अथवा शीर्ष से नीचे एक छिद्र विकसित होता है जिससे दोनों नर युग्मक तथा कोशिकाद्रव्य का कुछ भाग भी अपह्रासित सहायक कोशिका में विमुक्त हो जाता है।

(iv) दो में से एक नरयुग्मक अण्डकोशिका तक सहजता से पहुँच जाता है तथा दूसरा नर युग्मक अमीबीय अथवा अन्य गतिद्वारा द्वितीयक केन्द्रक तक पहुँचता है।

द्विनिषेचन
(Double fertilization)

भ्रूणकोष में अण्ड कोशिका तथा एक नर युग्मक के संलयन को **युग्मक संलयन** (Gametic fusion or syngamy) अथवा **सत्य निषेचन** (True fertilization) अथवा **प्रथम निषेचन** (First fertilization) कहते हैं। इसके फलस्वरूप द्विगुणित **युग्मनज** (Diploid zygote) बनता है। दूसरा नर युग्मक द्वितीयक केन्द्रक (दो ध्रुवीय केन्द्रकों के संयोजन से निर्मित) से संयोजित होकर त्रिगुणित **प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक** (Primary endosperm nucleus) बनाता है। इस प्रक्रिया को **त्रिक संलयन** (Triple fusion) कहते हैं। क्योंकि इसमें तीन n केन्द्रकों में संलयन होता है। युग्मक संलयन एवं त्रिक संलयन की घटना को सम्मिलित रूप से **द्विनिषेचन** (Double fertilization) कहते हैं। द्विनिषेचन का अध्ययन सर्वप्रथम **नावाश्चिन** (Nawaschin, 1898) द्वारा *फ्रिटिलेरिया* एवं *लिलियम* नामक पौधों में किया गया था। द्विनिषेचन आवृतबीजी पादपों का एक महत्वपूर्ण लक्षण है। ऐन्जियोस्पर्मो के अतिरिक्त अन्य किसी पादप वर्ग में यह नहीं पाया जाता है। द्वितीयक केन्द्रक तथा एक नर युग्मक के संलयन को कभी-कभी द्वितीय निषेचन (Second fertilization) भी कहते हैं।

विभिन्न पादपों में परागण एवं निषेचन के मध्य 2-25 घंटे का अन्तराल होता है एवं त्रिक संलयन, युग्मक संलयन से सामान्यत: पहले होता है।

द्विनिषेचन का महत्व
(Significance of double fertilization)

एक नर युग्मक से अण्डकोशिका के संयोजन से द्विगुणित (2n) युग्मनज बनता है जो परिवर्धित होकर भ्रूण का निर्माण करता है। दूसरा नर युग्मक द्वितीयक केन्द्रक से संयोजित होकर त्रिगुणित (3n) भ्रूणपोष केन्द्रक बनाता है। इससे भ्रूणपोष का परिवर्धन होता है जो विकसित हो रहे भ्रूण के पोषण के लिए प्रारम्भिक स्रोत होता है। भ्रूणपोष में भ्रूण के पोषण के लिए आवश्यक पोषक तत्व उपलब्ध होते हैं। अनेक पादप भ्रूण वैज्ञानिकों का मानना है कि भ्रूणपोष में पैतृक एवं मातृक गुणसूत्र होने के कारण यह संकर ओज प्रदर्शित करता है। बीजों की जीवन क्षमता के लिए युग्मक संलयन एवं त्रिक संयोजन दोनों ही आवश्यक हैं। इससे जीवद्रव्य का पुनर्विन्यास एवं नवीनीकरण होता है। अत: ये दोनों ही प्रक्रियाऐं महत्वपूर्ण हैं।

भ्रूणपोष
(Endosperm)

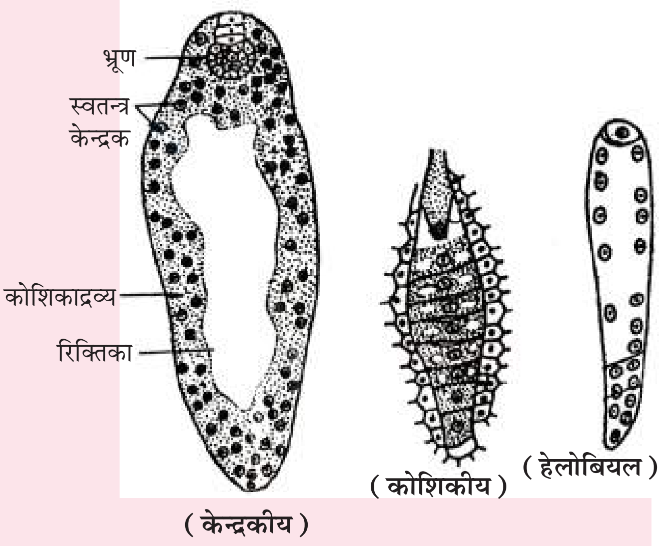
आवृतबीजी पौधों में त्रिक संलयन के द्वारा त्रिगुणित **प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक** (Primary endosperm nucleus) बनता है एवं इसका निर्माण हमेशा निषेचन के दौरान होता है परंतु अनावृतबीजी पादपों में भ्रूणपोष का निर्माण निषेचन से पूर्व होता है एवं यह अगुणित होता है। भ्रूणपोष भ्रूण के विकास के लिए आवश्यक पोषण प्रदान करता है। विकास की प्रक्रिया के आधार पर भ्रूणपोष तीन प्रकार का होता है।

1. केन्द्रकीय 2. कोशिकीय 3. हेलोबियल

1. केन्द्रकीय भ्रूणपोष (Nuclear endosperm) - इस प्रकार के भ्रूणपोष परिवर्धन में प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक स्वतन्त्र केन्द्रकीय विभाजन (Free nuclear division) द्वारा कई केन्द्रकों का निर्माण करता है। ये केन्द्रक परिधि पर विन्यासित हो जाते हैं तथा मध्य में एक बड़ी रिक्तिका बन जाती है। कुछ समय पश्चात केन्द्रकों के चारों ओर भित्ति निर्माण हो जाने से यह कोशिकीय हो जाता है। आवृतबीजी के लगभग 56% कुलों में केन्द्रकीय भ्रूणपोष पाया जाता है। नारियल का पानी भी केन्द्रकीय भ्रूणपोष का उदाहरण है। इस भूणपोष में एक द्रव्य भरा रहता हैं जिसमें बहुत से केन्द्रक तैरते रहते हैं। इसे द्रव भ्रूणपोष (Liquid endosperm) कहते हैं।

2. कोशिकीय भ्रूणपोष (Cellular endosperm) - इस प्रकार के भ्रूणपोष के परिवर्धन में प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक में प्रथम तथा उसके बाद होने वाले सभी विभाजनों के साथ-साथ कोशिका भित्ति का निर्माण होता जाता है। अत: यह प्रारम्भ से अन्त तक कोशिकीय रहता

है। सामान्यत: इस प्रकार के भ्रूणपोष में चूषकांग विकसित हो जाते हैं। उदा. गेमोपेटेली वर्ग के सदस्य। जैसे *वरबेस्कम*।



चित्र 3.5 विभिन्न प्रकार के भ्रूणपोष

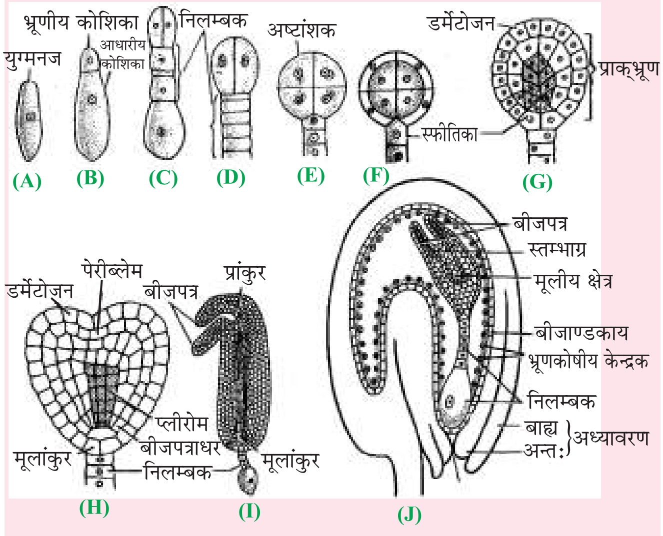
3. हेलोबियल भ्रूणपोष (Helobial endosperm) – यह उपरोक्त दोनों प्रकार के भ्रूणपोषों का मध्यवर्ती भ्रूणपोष है। इसमें प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक में प्रथम विभाजन के पश्चात् भित्ति निर्माण होता है जिससे एक बड़ी व एक छोटी कोशिका बनती है। निभागी छोरवाली छोटी कोशिका के केन्द्रक में मुक्त विभाजन होते हैं तथा कोशिका भित्ति का निर्माण नहीं होता है। अण्डद्वार की तरफ स्थित बड़ी कोशिका में केन्द्रक विभाजन व भित्ति निर्माण साथ-साथ होते हैं। इस प्रकार यह केन्द्रकीय एवं कोशिकीय भ्रूणपोष का मिला जुला रूप होता है। उदा. एकबीजपत्री पौधों के हेलोबियल गण के सदस्य।

भ्रूणपोष के कार्य:–भ्रूणपोष की कोशिकाओं में पादप जाति के अनुसार कार्बोहाइड्रेट, वसा अथवा प्रोटीन उपस्थित होते है। यह भ्रूण परिवर्धन की प्रारम्भिक अवस्था में उसे पोषण उपलब्ध करवाता है। कुछ पादपों में कोशिकीय भ्रूणपोष में चूषकांग पाये जाते हैं जो भ्रूणपोष अथवा उसके बाहर उपस्थित कोशिकाओं से भोजन का चूषण करते हैं। भ्रूणपोषी बीजों में बीज के अंकुरण के समय भ्रूणपोष नवोद्भिद् को भोजन प्रदान करता है।

भ्रूण परिवर्धन

(Embryogenesis or Development of embryo)

भ्रूण परिवर्धन का अध्ययन सर्वप्रथम क्रुसिफेरी कुल के द्विबीजपत्री पादप *कैप्सेला बर्सा पैस्टोरिस (Capsella bursa pastoris)* में **हैंन्सटीन** ने 1840 में किया था। यहाँ उसी का वर्णन प्रस्तुत है। सामान्यत: निषेचन के समय भ्रूणकोष में एक नरयुग्मक, अण्डकोशिका से संयोजित होकर द्विगुणित युग्मनज का निर्माण करता है। युग्मनज में प्रथम विभाजन अनुप्रस्थ होता है जिससे एक **शीर्षस्थ कोशिका** (Apical cell) तथा एक **आधारीय कोशिका** (Basal cell) बनती है। शीर्षस्थ कोशिका निभाग की ओर एवं आधारीय कोशिका बीजाण्डद्वार की ओर स्थित होती है। शीर्षस्थ कोशिका में अनुदैर्ध्य एवं आधारीय कोशिका में अनुप्रस्थ विभाजन लगभग साथ-साथ होते हैं। शीर्ष कोशिका में
पुन: पूर्व विभाजन के लम्बवत् अनुदैर्ध्य विभाजन होता है जिससे **चार कोशिकाएं** अथवा **चतुष्टांशक** (Quadrant) बनता है। इस चतुष्टांशक में पुन: एक अनुप्रस्थ विभाजन होने से **अष्टांशक** (Octant) बनता है। अष्टांशक की प्रत्येक कोशिका में परिनत विभाजन (Periclinal division) होने से एक 8 कोशिकीय बाह्य परत **बाह्यत्वचाजन** (Dermatogen) तथा एक 8 कोशिकीय आन्तरिक परत बनती है। डर्मेटोजन अनेक अपनत (Anticlinal) विभाजनों द्वारा भ्रूण की बाह्यत्वचा (Epidermis) बनाती है। आन्तरिक कोशिकाओं से **बीजपत्राधार** (Hypocotyl), बीजपत्र के भरण विभज्योतक तथा प्राकएधा तन्त्र (Procambial system) बनते हैं। आधारीय कोशिका अनेक अनुप्रस्थ विभाजनों के फलस्वरूप सात से दस कोशिकीय लम्बा **निलम्बक** (Suspensor) बनाती है। निलम्बक की अन्तिम कोशिका फूल कर चूषकांग कोशिका बनाती है जो भ्रूणपोष से खाद्य पदार्थों के अवशोषण का कार्य करती है। निलम्बक के भ्रूणीय सिरे की तरफ स्थित कोशिका **अध:स्फीतिका** (Hypophysis) कहलाती है जो **मूलांकुर** (Radicle) के साथ मूलांकुर शीर्ष बनाती है।



चित्र 3.6 द्विबीजपत्री भ्रूण का परिवर्धन

शीर्षस्थ कोशिका से विभाजन स्वरूप बनी कोशिकाओं में निरन्तर विभाजनों के बाद भ्रूण पहले गोलाकार व बाद में हृदयाकार हो जाता है। इसमें दो पालियाँ बनने लगती हैं जो बीजपत्रों में विकसित हो

जाती हैं। पालियों के मध्य स्थित खांच के आधारीय भाग से **प्रांकुर** (Plumule) का विकास होता है। इसलिए भ्रूण में प्राकुंर की स्थिति शीर्षस्थ एवं बीजपत्रों की पार्श्वीय होती हैं परंतु एक बीजपत्री पादपों में प्रांकुर पार्श्वीय होता है।

परिपक्व भ्रूण दो बीजपत्रों एवं भ्रूणीय अक्ष में विभेदित होता है। भ्रूण अक्ष का बीजपत्रों के स्तर से ऊपर का भाग **बीजपत्रोपरिक** (Epicotyl) तथा नीचे का भाग **बीजपत्राधार** (Hypocotyl) कहलाता हैं। बीजपत्रोपरिक के शीर्ष पर प्राकुंर स्थित होता है। बीज अकुंरण के समय प्रांकुर से प्ररोह तन्त्र तथा मूलांकुर से मूल तन्त्र विकसित होता है। बीजपत्रों अथवा भ्रूणपोष में भोजन संचित रहता है जो अंकुरण के समय नवोद्भिद् को स्थापित करने के लिए पर्याप्त होता है।

बीज का परिवर्धन

(Development of seed)

द्विनिषेचन के पश्चात् भ्रूणकोष में भ्रूण एवं भ्रूणपोष का परिवर्धन होता है। इसके साथ ही अण्डाशय एवं बीजाण्ड में अन्य परिवर्तन होते हैं जिससे बीजाण्ड बीज के रूप में विकसित होता है। बीजाण्ड में उपस्थित दोनों अध्यावरणों से **बीजावरण** (Seedcoats) बन जाते हैं। **बाह्य** अध्यावरण से बाह्य **बीजचोल** या **टेस्टा** (Testa) एवं अन्त: अध्यावरण से अंत: **बीजचोल** या **टेगमेन** (Tegmen) बनता है। बीजाण्डवृन्त **बीजवृन्त** (Stalk) बनाता है। नाभिका (Hilum), बीजाण्डद्वार (Micropyle), रेफे (Raphe) एवं निभाग (Chalaza) कोई विशेष परिवर्तन प्रदर्शित नहीं करते हैं। इनके ऊतकों में परिपक्वता आ जाती है। बीजाण्डकाय प्राय: भ्रूण परिवर्धन के समय उपयोग में आ जाता है, परंतु कुछ पादपों जैसे काली मिर्च में यह भ्रूणपोष के चारों तरफ एक पतली झिल्ली के रूप में दिखाई देता हैं जिसे **परिभ्रूणपोष** (Perisperm) कहते हैं। कुछ पौधों में बीजों के चारों तरफ एक मांसल आवरण मिलता हैं जिसे **एरिल** (Aril) कहते हैं। लीची में खाने योग्य भाग एरिल होता है। यूफोर्बिससी कुल के कुछ पादपों में बीजाण्डद्वार वाले छोर पर सफेद रंग की सरंचना पाई जाती हैं जिसे **कैरन्कल** (Caruncle) कहते हैं उदा. अरण्डी बीज।अधिकांश एकबीज पत्री पादपों में बीजाण्डद्वार वाले सिरे पर एक प्लगनुमा सरंचना पाई जाती हैं जिसे **ओपरकुलम** कहते हैं। भ्रूणपोष की उपस्थिति के आधार पर बीज दो प्रकार के होते हैं–

(1) अभ्रूणपोषी या गैरएल्बुमिनस बीज (Non-endospermous or Exalbuminous seeds):–इन बीजों में भ्रूण परिवर्धन के दौरान भ्रूणपोष का पूर्ण उपयोग कर लिया जाता है, अत: परिपक्व बीज भ्रूणपोष रहित होते हैं। उदा. अधिकांश द्विबीजपत्री जैसे मटर, मूंगफली, चना। इन बीजों में भोजन बीजपत्रों में संचित होता है।

(2) भ्रूणपोषी या एल्बुमिनस बीज (Endospermous or Albuminous seeds) :–इन बीजों में भ्रूण परिवर्धन के पश्चात् भी भ्रूणपोष बचा रहता है, अत: ये बीज भ्रूणपोष युक्त होते हैं। उदा. अधिकांश एक बीजपत्री जैसे – मक्का, बाजरा व अन्य जैसे अरण्ड बीज।

बीजाण्ड से बीज बनने के दौरान होने वाले मुख्य परिवर्तन

क्र.सं.	बीजाण्ड का भाग	बीज का भाग
1.	बीजाण्ड वृन्त	बीज वृन्त
2.	नाभिका	नाभिका
3.	बीजाण्डकाय	अपह्रासित, कभी-कभी परिभ्रूणपोष बनाता है
4.	अध्यावरण	बीजावरण (टेस्टा एवं टेगमेन)
5.	भ्रूणपोष	अपह्रासित अथवा उपस्थित
6.	सहायक एवं प्रतिमुखी कोशिकाएँ	अपह्रासित
7.	अण्ड कोशिका	भ्रूण
8.	द्वितीयक केन्द्रक	भ्रूणपोष

फल का विकास (Development of Fruit)

निषेचन के पश्चात् अण्डाशय फल के रूप में विकसित होता है। बीजाण्ड एवं अण्डाशय में संश्लेषित वृद्धि हारमोन के प्रभाव से अण्डाशय भित्ति फलभित्ति (Pericarp) में परिवर्तित हो जाती है। अण्डाशय से निर्मित फल **वास्तविक या सत्य फल** (True fruit) कहलाता है। कुछ पौधों में फल का निर्माण केवल अण्डाशय से न होकर इसके साथ बाह्यदलपुंज, दलपुंज या पुष्पासन से होता है, ऐसे फल **आभासीफल** (False fruit) कहलाते हैं। कभी-कभी अण्डाशय बिना निषेचन के ही फल में परिवर्धित हो जाते हैं, ऐसे फल को **अनिषेकफल** (Parthenocarpic fruit) व क्रिया को **अनिषेकफलन** (Parthenocarpy) कहते हैं। उदा. केला, अंगूर, पपीता, इस प्रकार के फलों में बीज नहीं बनते हैं। आजकल वर्तिकाग्र पर वृद्धि हारमोन (ऑक्सिन एवं जिब्रेलिन) छिड़कने से भी अनिषेकफलन हो जाता है। इसे **प्रेरित अनिषेकफलन** (Induced parthenocarpy) कहते हैं।

पीढ़ी एकान्तरण

(Alternation of generations)

आवृतबीजी पादपों के जीवन चक्र में दो प्रावस्थाएं **बीजाणुद्भिद्** (द्विगुणित प्रावस्था) तथा **युग्मकोद्भिद्** (अगुणित प्रावस्था) एक दूसरे के एकान्तर क्रम में आती हैं। बीजाणुद्भिद प्रावस्था

लम्बी अवधि की प्रधान अवस्था है। यह युग्मनज से विकसित होती है तथा मूल, स्तम्भ एवं पत्तियों में विभेदित होती है। कायिक वृद्धि के पश्चात् इसमें जनन अवस्था आती है। इन पौधों में पुष्पों के द्वारा लैंगिक जनन होता है। पुष्प में नर जननांग पुंकेसर होता है जिनके परागकोष में अर्द्धसूत्री विभाजन द्वारा लघुबीजाणुओं का निर्माण होता हैं। लघुबीजाणु के अंकुरण से नरयुग्मकोदभिद् का विकास होता है जिसमें नर युग्मक बनते हैं। जायांग मादा जनन अंग होता हैं जिसके अण्डाशय में बीजाण्ड बनते हैं। बीजाण्ड में गुरूबीजाणुओं का निर्माण अर्द्धसूत्री विभाजन से होता है जिनमें से एक गुरूबीजाणु मादा युग्मकोद्भिद् बनाता है। नर एवं मादा युग्मकोद्भिद अगुणित प्रावस्थाएं होती हैं एवं बीजाणुद्भिद की तुलना में अल्प अवधि की एवं अनाकर्षक होती हैं। ये पोषण आदि के लिए पूर्णतया बीजाणुद्भिद् पर निर्भर करती हैं। भ्रूणकोष में अण्ड कोशिका बनती है जो कि मादा युग्मक होता है। नर एवं मादा युग्मकों में संलयन से युग्मनज बनता है जो बीजाणुद्भिद प्रावस्था की प्रथम कोशिका होती है। इस प्रकार आवृतबीजी पादपों के जीवन चक्र में द्विगुणित (बीजाणुद्भिद) व अगुणित (युग्मकोद्भिद) प्रावस्थाएं एक के बाद एक (एकान्तर) क्रम में आती हैं जिसे पीढ़ी एकान्तरण कहते हैं।

महत्वपूर्ण बिन्दु

1. परागकणों के परागकोष से वर्तिकाग्र तक स्थानान्तरण की प्रक्रिया को परागण कहते हैं।
2. स्वपरागण एवं पर परागण हेतु पुष्पों में विभिन्न प्रकार की युक्तियाँ एवं अनुकूलन पाये जाते हैं।
3. पर–परागण मुख्यत: वायु, जल, कीट, पक्षी एवं चमगादड़ के द्वारा होता है।
4. कार्यक्षम एवं जननक्षम होते हुए भी मादा एवं नर युग्मक में निषेचन की विफलता असंगतता कहलाती है।
5. परागकण अंकुरित होकर पराग नलिका बनाते हैं जिसमें दो नर युग्मक होते हैं। परागनलिका अण्डाशय की ओर वृद्धि करती है।
6. अण्डाशय में बीजाण्ड होता है जिसमें भ्रूणकोष विकसित होता है।
7. भ्रूणकोष में तीन कोशिकीय अण्ड समुच्चय, तीन प्रतिमुखी कोशिकाऐं एवं एक द्वितीयक केन्द्रक होता है।
8. निषेचन क्रिया में एक नर युग्मक अण्ड कोशिका से तथा दूसरा नर युग्मक द्वितीयक केन्द्रक से संयोजित होता है।
9. युग्मजन से भ्रूण तथा प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक से भ्रूणपोष विकसित होता है।
10. निषेचन के पश्चात् सम्पूर्ण बीजाण्ड बीज में एवं अण्डाशय फल में विकसित होता है।
11. बिना निषेचन के भ्रूण का परिवर्धन अनिषेकजनन एवं बिना निषेचन के अण्डाशय का फल में विकास अनिषेकफलन कहलाता है।
12. आवृतबीजी पादपों में द्विगुणित (बीजाणुद्भिद) एवं अगुणित (युग्मकोद्भिद) प्रावस्थाएं एकान्तर क्रम में आती हैं इसे पीढ़ी एकान्तरण कहते हैं।

अभ्यासार्थ प्रश्न

बहुवैकल्पिक प्रश्न

1. अनुन्मील्य परागण पाया जाता है–

(अ) *वायोला* (ब) *पपीता*

(स) *जामुन* (द) *केसिया*

2. कदम्ब में परागण किसके द्वारा होता है।

(अ) पक्षी (ब) कीट

(स) चमगादड़ (द) हाथी

3. त्रिक संलयन के परिणाम स्वरूप विकसित होता है।

(अ) भ्रूणकोष (ब) भ्रूण

(स) भ्रूणपोष (द) बीज

4. बीजावरण का विकास होता है।

(अ) अध्यावरण से (ब) बीजाण्डकाय से

(स) बीजाण्ड वृन्त से (द) नाभिका से

5. द्विनिषेचन की खोज किसने की थी।

(अ) रार्बट हुक (अ) स्ट्रासबर्जर

(स) नवाश्चिन (द) ल्यूवेनहॉक

अतिलघूत्तरात्मक प्रश्न

1. विषम वर्तिकात्व से आप क्या समझते हैं।
2. समकालपक्वता एवं भिन्न कालपक्वता में विभेद कीजिए।
3. असंगतता को परिभाषित कीजिए।
4. आवृतबीजी में निषेचन को सर्वप्रथम किसने खोजा।
5. बीजपत्रोपरिक व बीजपत्राधार में अन्तर स्पष्ट कीजिए।
6. एरिल एवं कैरन्कल में अन्तर बताइये।
7. अनिषेकफलन प्रेरित करने वाले दो हार्मोन के नाम लिखिए।
8. बीज अंकुरण के समय प्रांकुर किस अंग का निर्माण करता है।
9. विकासशील भ्रूण अपना पोषण किससे प्राप्त करता है।

10. परागकण लम्बे समय तक संरक्षित क्यों रहते हैं।

लघूत्तरात्मक प्रश्न

1. पर–परगण हेतु पुष्पों में पाये जाने वाले दो अनुकूलन लिखिए।
2. स्वबन्ध्यता किसे कहते हैं?
3. द्विनिषेचन किसे कहते हैं?
4. त्रिक संलयन का महत्व लिखिए।
5. भ्रूण में निलम्बक का क्या कार्य है?
6. बीजाण्ड से बीज किस प्रकार बनता है?
7. बीजाण्ड में परागनलिका के विभिन्न प्रवेश लिखिए।

निबन्धात्मक प्रश्न

1. परागण कितने प्रकार का होता है? परागण हेतु पुष्पों में पाये जाने वाले अनुकूलनों का संक्षेप में वर्णन कीजिए।
2. आवृतबीजी पादप में निषेचन क्रिया का संक्षेप में वर्णन कीजिए। निषेचन के बाद भ्रूणकोष में उपस्थित कोशिकाओं में होने वाले परिवर्तनों को समझाइये।
3. आवृतबीजी पादपों में विभिन्न प्रकार के भ्रूणपोषों के परिवर्धन को समझाइये।
4. आवृतबीजी पादपों में भ्रूण परिवर्धन का सचित्र वर्णन कीजिए।
5. निम्नलिखित पर टिप्पणी लिखिए–

   (अ) असंगतता (ब) बीज का विकास (स) फल विकास
   (द) आवृतबीजी पादपों में पीढ़ी एकान्तरण

उत्तरमाला:-

(1) अ (2) स (3) स (4) अ (5) स

❑❑❑