अध्याय -35
मेण्डल के आनुवंशिकता के नियम
(Mendel's Laws of Inheritance)

यह तो हम सब जानते ही हैं कि आम के वृक्ष के बीज अंकुरित होकर आम के पौधे को जन्म देते हैं और कुत्तों से पिल्ले ही पैदा होते हैं न कि किसी अन्य जन्तु के बच्चे। मनुष्य मनुष्य को ही जन्म देते हैं। संतति की इस प्रवृति को, जिसमें वे अपने जनकों के ही गुण या लक्षण प्राप्त करते है **आनुवंशिकता या हेरिडिटी** (Heredity) कहते हैं। जिस विज्ञान में आनुवंशिकता तथा जनकों और इनकी संतति के बीच विविधता का अध्ययन करते हैं उसे **आनुवंशिकी** (जेनेटिक्स, Genetics) कहते हैं। आनुवंशिकी इस प्रकार के प्रश्नों का भी उत्तर प्रदान करती है कि एक ही माता पिता की दो संतति क्यों अलग अलग दिखाई देती है। कुछ लोगों की त्वचा काली तथा कुछ लोगों की त्वचा हल्के रंग की क्यों होती है। दूसरे शब्दों में एक ही प्रकार के जीवों में भिन्नता क्यों पायी जाती है।

जब भी किसी परिवार में संतान का जन्म होता है तो रिश्तेदार, शिशु की आँखों, नाक, नक्ष-रंग, बालों के रंग का माता, पिता- सहोदरों दादा-दादी, नाना-नानी व सहोदरों से मिलान करने लगते है। इस प्रकार की समानताओं एवं विभिन्नताओं का कारण माता-पिता से पीढ़ी दर पीढ़ी हस्तातंरित होने वाले जीन हैं।

आनुवंशिकी विज्ञान का आरम्भ 1900 में हुआ जब **मेंडल** के नियमों कि पुन: खोज हुई। आनुवांशिकी (Genetics) शब्द का प्रयोग सर्वप्रथम **विलियम बेटसन** (William Bateson) ने 1905 में किया था। यह ग्रीक शब्द है जिसका अर्थ 'होने' या 'वृद्धि करने' से है (to become or to grow) । इस विज्ञान के अंतर्गत आनुवंशिकता (Genetics) एवं विविधता(Variations)का अध्ययन किया जाता है।

आनुवंशिकता से हमारा आशय उन विशेषकों (Traits) या लक्षणों से है जो निरंतर एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में अर्थात माता-पिता से संतति में स्थानांतरित होते रहते हैं। ये लक्षण किसी प्राणी विशेष के लिए निश्चित होते हैं। आनुवंशिक विविधतायें लैंगिक प्रजनन एवं उत्परिवर्तनों के फलस्वरूप जीवों में उत्पन्न होती हैं। ये विभिन्नतायें संतति में माता-पिता से वंशागत होती हैं। इसी प्रकार वातावरणीय विभिन्नताएं वे होती है जो वातावरण के कारण होती हैं अत: वे माता-पिता से संतति में स्थानांतरित नहीं होती हैं। आनुवंशिकी की स्थापना मेण्डल के कार्य से हुई है, अत: यहाँ संक्षेप में हम उनकी जीवनी व कार्य का अध्ययन करेंगे। मेण्डल के कार्य के महत्व को देखते हुए उन्हें **आनुवंशिकी का जनक** (Father of Genetics) माना जाता है।

मेण्डल का जीवन परिचय

ग्रेगर जॉन मेण्डल (Gregor John Mendel; 1822-1884) के कार्यों के परिणामस्वरूप आधुनिक आनुवंशिकी का जन्म हुआ। इन्हें 'आनुवंशिकी का पिता' भी कहा जाता हैं। इनका जन्म 22 जुलाई सन् 1822 में मोराविया नामक गाँव (जो की अब चेकोस्लोवाकिया (Czechoslovakia) में हैं) में एक साधारण माली परिवार में हुआ था। मेण्डल ने सन् 1842 में दर्शन शास्त्र (Philosophy) में दो वर्षीय पाठ्यक्रम उत्तीर्ण किया तथा 1843 में ऑस्ट्रिया के ब्रूनो शहर, जो की अब चेकोस्लोवाकिया के ब्रूनो शहर के नाम से जाना जाता है, के धार्मिक मठ में पादरी के रूप में कार्य करने लगे। यहाँ पर इन्हें **ग्रेगर** की उपाधि से सम्मानित किया गया। इसके बाद मेण्डल 1851 में वियना (Vienna)

गए जहाँ उन्होंने 3 वर्षों तक वियना विश्वविद्यालय में गणित (Mathematics) एवं प्राकृतिक विज्ञान (Natural History)का अध्ययन किया। यह अध्ययन उनके द्वारा बाद में किए गए आनुवंशिकी विषय पर किये गए शोध कार्य के लिए बहुत महत्वपूर्ण साबित हुआ। 1854 से 1864 तक वे पुन: ब्रूनो शहर में लौट आये तथा वहां पर मॉडर्न स्कूल में अध्यापन का कार्य किया। मेण्डल ने अध्यापन के दौरान 1857 से 1865 तक लगभग 8 वर्षों तक मठ के उद्यान में उद्यान मटर के पौधों पर महत्वपूर्ण प्रयोग किये। इन प्रयोगों के आधार पर उन्होंने **वंशानुगति की इकाइयों** की धारणा का प्रस्ताव दिया। उसके अनुसार प्रत्येक जनक से समान संख्या में ऐसी ईकाइयां वंशानुगत होती हैं जो की संतान में सामान्य एवं विशिष्ट लक्षणों के लिए जिम्मेदार होती हैं (चित्र 35.1)।

चित्र 35.1 : मेण्डल एवं उनके मटर

उन्होंने अपने 30,000 मटर के पौधों पर किये गये प्रयोगों से प्राप्त परिणामों को ब्रौन सोसाइटी ऑफ़ नेचुरल हिस्ट्री के समक्ष 08 फरवरी से 08 मार्च 1865 को प्रस्तुत किये तथा अपने शोध कार्य को 1866 में सोसाइटी की वार्षिक पत्रिका में **''पादपों में संकरण के प्रयोग''** (Experiments in Plant Hybridization) नामक शीर्षक से शोध पत्र प्रकाशित किया। उनका मूल शोध पत्र जर्मन भाषा में ''Versuche uber Pflanzenhybriden'' नामक शीर्षक से प्रकाशित हुआ था। मेण्डल के प्रयोगों के परिणामों के आधार पर आनुवंशिकता के नियम बनाये गये जिन्हें मेण्डलवाद के नाम से जाना जाता हैं। लगभग 34 वर्षों तक यह शोध कार्य उपेक्षित रहा लेकिन 1900 में हॉलैंड के ह्यूगो डी व्रिज (Hugo De Vries), **जर्मनी के कार्ल कोरेंस** (Karl Correns) एवं **ऑस्ट्रिया के एरिक वोन शेरमार्क** (Eric Von Tschermark) के अलग अलग प्रयोगों में मेण्डल के जैसे ही परिणाम प्राप्त हुए जिससे मेण्डल के भूले हुए कार्यों को प्रमाणिकता मिली।

मेण्डल के द्वारा अध्ययन के लिए मटर के पौधे का चयन

मेण्डल ने अपने आनुवंशिकता के प्रयोगों में उद्यान मटर *(Pisum sativum)* का चयन निम्न कारणों से किया:-

(1) इसे सरलता से उद्यान में अथवा किसी गमले में भी उगाया जा सकता है।

(2) इस पौधे का जीवनकाल बहुत ही अल्प होता है तथा यह अपना जीवन काल 01 वर्ष में पूरा कर लेता है। इसके फलस्वरूप इसकी कई पीढ़ियों का अध्ययन अल्प समय में आसानी से किया जा सकता है।

(3) इसके पुष्प द्विलिंगी (Bisexual) होते हैं व इनमें स्वपरागण पाया जाता है, जिससे पौधों में गुणों की शुद्धता कई पीढ़ियों तक बनी रहती है।

(4) इसमें पर-परागण भी हो सकता है।

(5) मटर के पौधों में अनेक विपर्यासी लक्षण (Contrasting characters) पाए जाते हैं।

लक्षणों का चयन

मेण्डल ने मटर के पौधे में पाए जाने वाले 34 विपर्यासी लक्षणों में से 07 जोड़ी विपर्यासी लक्षणों का अपने अध्ययन के लिए चयन किया। ये लक्षण निम्नानुसार थे:-

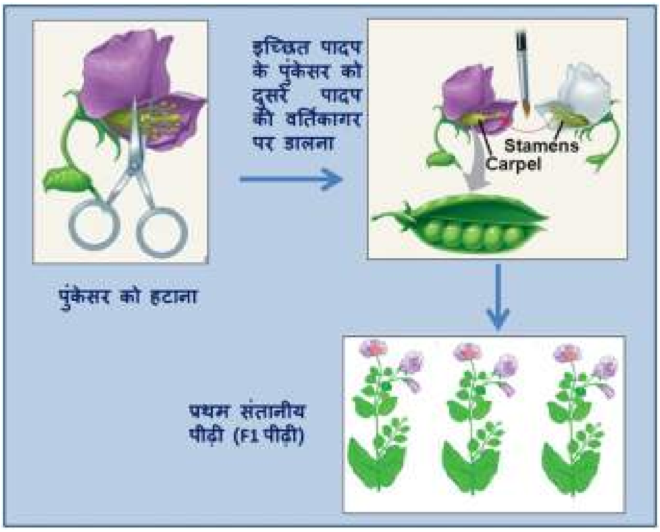
क्र. सं.	लक्षण	अप्रभावी (Recessive)	प्रभावी (Dominant)
1.	पादप की ऊंचाई (Height of Plant)	बौने (Dwarf)	लम्बे (Tall)
2.	पुष्पों की स्थिति (Position of flower)	शीर्षस्थ (Terminal)	कक्षीय (Axillary)
3.	फली का आकार (Shape of pod)	संकुचित (Constricted)	फूली हुई (Inflated)
4.	फली का रंग (Colour of pod)	पीला (Yellow)	हरा (Green)
5.	बीज का आकर (Shape of Seed)	झुर्रीदार (Wrinkled)	गोल (Round)
6.	बीज कवच का रंग (Colour of seed coat)	सफेद (White)	धूसर (Grey)
7.	बीजपत्र का रंग (Colour of Cotyledon)	हरा (Green)	पीला (Yellow)

कुछ लेखक बीजकवच के रंग के स्थान पर एक लक्षण पुष्पों का रंग मानते हैं - सफेद (White) व बैंगनी (Purple)।

मेण्डल ने इन सातों जोड़ी लक्षणों का अध्ययन कर यह पाया कि

ये लक्षण आनुवंशिक रूप से शुद्ध (Pure) थे। शुद्ध लक्षण से तात्पर्य यह है कि अमुक लक्षण पीढ़ी दर पीढ़ी अपरिवर्तित रहता है। अर्थात यदि हम लम्बे पौधें उगाये तो वे आगे की पीढ़ी में भी लम्बे ही होंगे।

मेण्डल की संकरण तकनीक



चित्र 35.2 : मेण्डल की संकरण तकनीक

मेण्डल के प्रयोगों को समझने से पहले उनकी संकरण तकनीक को जानना आवश्यक है। उन्होंने निम्न संकरण तकनीक का प्रयोग किया (चित्र 35.2) :-

1. मटर एक स्वपरागण (Self Pollination) वाला पादप है, क्योंकि इसके पुष्प की संरचना इस प्रकार की होती है जिससे इसके पराग (Pollen) उसी पुष्प के वर्तिकाग्र पर गिरते हैं और स्वपरागण/स्वनिषेचन करते हैं। स्वपरागण को रोकने के लिए मेण्डल, पुष्प की कली खोलकर वर्तिकाग्र (Stigma) को परिपक्व होने से पहले ही उसके पुंकेसर (Stamen) को हटा देते थे। इस प्रक्रिया को **विपुंसन** (Emasculation) कहा जाता है।
2. इस बधिया किये गए अथवा जनद नाशित (Castrated) पुष्प के वर्तिकाग्र पर वे ऐसे पौधे के पुष्प के परागकण को रख देते थे जिसे उन्हें संकरण में दूसरे जनक के रूप में प्रयोग में लेना होता था।
3. कृत्रिम रूप से निषेचित इन पुष्पों का कीटों द्वारा अथवा अन्य पौंधों द्वारा निषेचन रोकने हेतु इन पर थैलिया बांध दी जाती थी।
4. इस प्रकार प्राप्त बीजों से बने पौधों में विभिन्न विपर्यासी लक्षणों जैसे तना, पुष्प, फली व बीजों का अध्ययन किया जाता था।

यदि वे संकरण के बाद द्वितीय संकर पीढ़ी का अध्ययन करना चाहते थे तो वे इन फूलों को सामान्य प्रक्रिया से स्व-निषेचन करने देते थे।

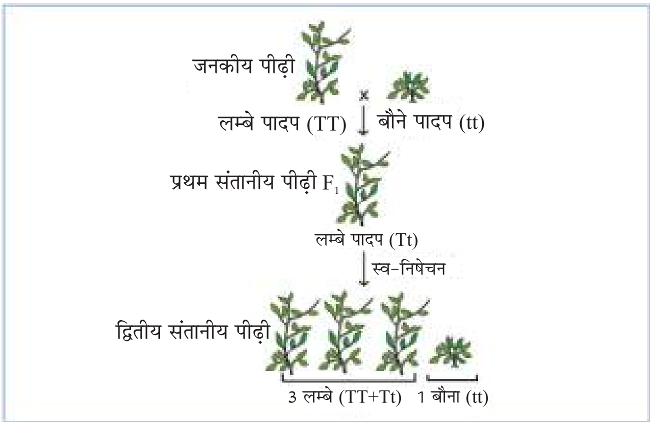
प्रयोग में लिए गए पौधों को जनकीय पीढ़ी (Parental generation) कहा गया जिसे P (Parent) से प्रदर्शित किया गया। जनक पौधों से प्राप्त प्रथम संतति पीढ़ी को **प्रथम संकरण संतति** कहते हैं, जिसे F_1 (First filial generation) से प्रदर्शित किया जाता हैं। प्रथम संतानीय पीढ़ी (F_1) के स्वनिषेचन (Self fertilization) से उत्पन्न पौधों को द्वितीय संकरण संतति कहते हैं जिसे F_2 शब्द से व्यक्त करते हैं। इनकी उत्पत्ति पर वे उसका प्रेक्षण करते थे। वे विपर्यासी लक्षणों (Contrasting characters) वाले पौधों की संख्या की गणना करते थे तथा उन्होंने इन आंकड़ों की सहायता से इन प्रेक्षित (Observed) आंकड़ों के सैद्धांतिक स्पष्टीकरण (Theoretical explanation) का सूत्रण किया। इन प्रयोगों के परिणामों के सैद्धांतिक स्पष्टीकरण को ही अब **मेण्डल के वंशागति के नियमों** (Mendel's laws of inheritance) के नाम से जाना जाता हैं।

मेण्डल ने अपने प्रयोगों में **कारक** (Factor) शब्द का प्रयोग किया। वर्तमान में ये कारक ही **जीन** कहलाते हैं। मेण्डल ने उपरोक्त संकरण विधि द्वारा मटर के विभिन्न 07 विपर्यासी लक्षणों में से एक या अधिक लक्षणों को साथ लेकर निम्न प्रयोग किये तथा आनुवंशिकी के नियमों को प्रतिपादित किया –

1. एक संकर संकरण (Monohybrid cross)
2. द्वि संकर संकरण (Di-hybrid cross)
3. बहु संकर संकरण (Polyhybrid cross)

1. एक संकर संकरण (Monohybrid cross)

मेण्डल ने वंशागति के अध्ययन के लिए विपरीत लक्षणों के एक युग्म विकल्पी (Alleles) के मध्य संकरण करवाया। इस हेतु उसने शुद्ध रूप से लम्बे (Pure tall) व शुद्ध बौने (Pure dwarf) पौधों के मध्य संकरण करवाया। प्रभावी लक्षण लम्बे (Tall) को T से तथा अप्रभावी लक्षण बौने (Dwarf) को t से प्रदर्शित किया।



इस संकरण से प्राप्त बीजों को उगाने से प्राप्त F_1 पीढ़ी में सभी पौधे लम्बे प्राप्त हुए। इस संकरण में मेण्डल ने यह देखा कि F_1 पीढ़ी में प्राप्त सभी पौधे अपने लम्बे जनक के समान थे, इनमें से कोई बौना नहीं था। इसी प्रकार के परिणाम अन्य विपर्यासी लक्षणों में संकरण करवाने पर प्राप्त हुए। इन प्रयोगों से यह निष्कर्ष निकला की F_1 पीढ़ी में दोनों

विपर्यासी लक्षणों में से केवल एक लक्षण ही प्रकट हो पाता है, दूसरा लक्षण प्रकट नहीं हो पाता है।

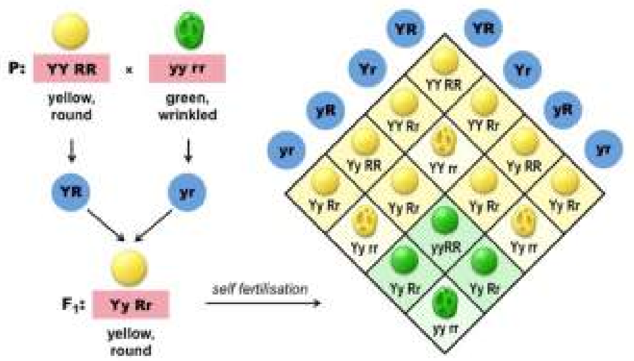
इसके बाद F_1 पीढ़ी के पौधों में स्व निषेचन करवाकर बीज प्राप्त किये जिसे उसने F_2 पीढ़ी कहा। F_2 पीढ़ी में लम्बे व बौने दोनों प्रकार के पौधे 3:1 के अनुपात में प्राप्त हुए। इस 3:1 के अनुपात को **एक संकर लक्षण प्रारूपिक अनुपात** (Monohybrid Phenotypic Ratio) कहा जाता है। इनमें से बौने पौधों के बीजों को वापस उगाने व उनके स्व निषेचन से बौने पौधे ही प्राप्त होते हैं तथा लम्बे पौधों के बीजों को वापस उगाने स्वनिषेचन से पुन: लम्बे व बौने पौधे 3:1 के अनुपात में प्राप्त हुए। जिनका जी प्रारूपिक (Genotype) अनुपात देखे तो यह 1:2:1 (1TT:2Tt:1tt) का होता हैं अर्थात लम्बे पौधों में समयुग्मी TT तथा विषमयुग्मी Tt जीन है जबकि बौने पौधों में केवल समयुग्मी tt जीन है।

इस प्रकार एक संकर संकरण का लक्षण प्ररुप अनुपात 3 : 1 तथा जीनी प्ररुप अनुपात 1 : 2 : 1 होता है।

मेण्डल द्वारा किये गए प्रयोगों को निम्न प्रकार से समझा जा सकता है :- मटर के पौधों में लम्बाई का लक्षण एक जोड़ी कारकों (लम्बे व बौनेपन) अथवा युग्मविकल्पियों (Alleles) द्वारा नियंत्रित होता है। इन **कारकों** को वर्तमान में **जीन** कहा जाता है। इस युग्म का एक कारक पिता से (Paternal) व दूसरा कारक माता से (Maternal) होता है जो कि निषेचन के बाद एक साथ आ जाते हैं। F_1 संतति में जो कारक अपने गुण को प्रकट करता है उसे **प्रभावी कारक** (Dominant) तथा वह कारक जो अपने गुण को प्रकट नहीं कर पाता है उसे **अप्रभावी** (Recessive) **कारक** कहा जाता है।

2. द्वि संकर संकरण (Di-Hybrid cross)

जब संकरण दो जोड़ी कारकों अथवा युग्मविकल्पियों के मध्य करवाया जाता है तो इसे **द्विसंकर संकरण** कहते हैं। मेण्डल ने दो जोड़ी विपर्यासी लक्षणों जैसे पीले व गोल समयुग्मी बीज (Yellow&Round,YYRR) वाले पौधों का हरे तथा झुर्रीदार समयुग्मी (Green and Wrinkled,yyrr) वाले मटर के पौधों से संकरण करवाया।



चित्र 35.4 : द्विसंकर संकरण

इनमें संकरण करवाने पर F_1 पीढ़ी (प्रथम संतानीय पीढ़ी) में सभी पौधे पीले व गोल बीजों (YyRr) वाले उत्पन्न हुए। मटर के पौधे में बीज का पीला रंग बीज के हरे रंग पर तथा गोल बीज की आकृति झुर्रीदार पर प्रभावी है। F_1 पीढ़ी के पौधों से उत्पन्न बीजों को वापस उगाने पर उनमें स्वनिषेचन/स्व-परागण द्वारा F_2 पीढ़ी (द्वितीय संतानीय पीढ़ी) में चार प्रकार के पौधे प्राप्त होते हैं जिनका **समलक्षणी अनुपात 9:3:3:1** प्राप्त हुआ।

9/16 में दोनों प्रभावी लक्षण अर्थात- पीले व गोल बीज

3/16 में एक प्रभावी तथा एक अप्रभावी- पीले व झुर्रीदार बीज

3/16 में एक अप्रभावी तथा दूसरा प्रभावी- हरे व गोल बीज

1/16 में दोनों अप्रभावी- हरे व झुर्रीदार बीज

F_2 पीढ़ी का समजीनी अनुपात 1:2:2:4:1:2:1:2:1 आता है।

इस प्रयोग के आधार पर मेंडल के ''स्वतंत्र अपव्यूहन का नियम'' (Law of Independent Assortment) का प्रतिपादन किया गया।

मेण्डल के वंशागति के नियम (Mendel's laws of inheritance) :-

मेण्डल ने अपने प्रयोगों तथा उनके द्वारा प्राप्त परिणामों से वंशागति के महत्वपूर्ण नियमों का प्रतिपादन किया जिन्हें **मेण्डल के वंशागति के नियम** कहते हैं। ये निम्नानुसार हैं:-

(i) प्रभाविता का नियम (Law of Dominance) :- मेण्डल द्वारा किये गये मटर के एक संकरण प्रयोगों से प्राप्त F_1 पीढ़ी में केवल एक प्रकार के लक्षण वाले पौधें ही प्राप्त हुए। यदि लम्बे पौधे का बौने पौधे से संकरण करवाया जाये तो केवल लम्बे पौधे प्राप्त होते हैं। अर्थात् लम्बाई वाले लक्षण ने बौने वाले लक्षण को मटर के पौधे में प्रकट नहीं होने दिया। अत: लम्बाई वाले लक्षण को **प्रभावी** (Dominant character)एवं बौनेपन वाले लक्षण को अप्रभावी लक्षण (Recessive) कहा गया। इसी प्रयोग के परिणाम को मेण्डल ने **''प्रभाविता का नियम''** कहा। यह नियम जीवों के लिए अत्यधिक महत्वपूर्ण है। मनुष्य में मंदबुद्धि, मधुमेह, वर्णान्धता आदि आनुवंशिक रोगों के जीन अप्रभावी होते है। प्रभावी जीन की उपस्थिति में यह प्रकट नहीं हो पाते है जिसके फलस्वरूप मनुष्य सामान्य होता है।

(ii) युग्मकों की शुद्धता का नियम अथवा विसंयोजन का नियम (Law of Purity of gametes or Law of Segregation) :- मेण्डल ने अपने एक संकर संकरण के प्रयोगों के परिणाम के आधार पर **युग्मकों की शुद्धता का नियम** अथवा **विसंयोजन का नियम** प्रतिपादित किया।

एक संकर संकरण के प्रयोगों में F_1 पीढ़ी में एक समान, संकर

लम्बे पौधे प्राप्त होते हैं जबकि F_2 पीढ़ी में स्वनिषेचन के पश्चात जनक पौधों के समान लम्बे व बौने पौधे प्राप्त होते हैं। F_1 पीढ़ी में लम्बे व बौनेपन के कारक एक साथ रहते हुए भी एक दूसरे के साथ सम्मिश्रित नहीं होते हैं अर्थात एक पर दूसरे का प्रभाव नहीं पड़ता है। ये कारक F_2 पीढ़ी में एक दूसरे से पृथक होते हुए 75% लम्बे पौधे तथा 25% बौने पौधे बनाते हैं। इस प्रकार युग्मक अपनी शुद्धता बनाये रखते हैं, इसे **युग्मकों की शुद्धता का नियम** कहते हैं व युग्मक निर्माण के समय दोनों युग्मविकल्पी (Tt) एक दूसरे से विसंयोजित (Segregate) होकर अलग-अलग युग्मकों में पहुँच जाते हैं व F_2 पीढ़ी में अप्रभावी लक्षण, बौनापन भी प्रकट हो जाता है। अत: इस प्रकार युग्मकों में प्रभावी तथा अप्रभावी कारकों का विसंयोजन या पृथक होना मेडल का **विसंयोजन का नियम** कहलाता है।

विसंयोजन के नियम का महत्व

- ➪ इस नियम से जीन संकल्पना की पुष्टि होती है।
- ➪ जीन वंशागति की इकाई है जो एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में लक्षणों को संचारित करती है।
- ➪ जीवों में प्रत्येक लक्षण जीन द्वारा नियंत्रित होता है।
- ➪ प्रत्येक जीन के दो युग्म विकल्पी होते हैं जो एक जोड़ी विपर्यासी लक्षणों का नियंत्रण करते हैं।
- ➪ जीन के युग्म विकल्पी एक साथ रहते हुए भी समिश्रित नहीं होते हैं।
- ➪ युग्मक निर्माण के दौरान युग्म विकल्पी एक दूसरे से पृथक पृथक होकर अलग-अलग युग्मकों में जाते हैं।

(iii) **स्वतंत्र अपव्यूहन का नियम (Law of Independent Assortment)** :- यह नियम द्विसंकर तथा उच्च स्तर के संकरणों पर लागू होता है। एक संकर संकरण पर लागू नहीं होता है। मेण्डल द्वारा किये गए द्विसंकर तथा उच्च संकरण के प्रयोगों में जब दो या दो से अधिक विपर्यासी लक्षणों के मध्य संकरण करवाया जाता है तो प्रथम F_1 पीढ़ी में प्रभावी लक्षण वाले संयोग प्राप्त होते हैं परन्तु जब इनसे प्राप्त बीजों को उगाया जाता है एवं उनमें स्वनिषेचन करवाया जाता है तो वे एक दूसरे से प्रभावित हुए बिना, स्वतंत्र रूप से संतति में प्रकट होते हैं। अर्थात एक लक्षण की वंशागति का दूसरे लक्षण की उपस्थिति से किसी प्रकार का प्रभाव नहीं पड़ता है। इसी को **स्वतंत्र अपव्यूहन का नियम** कहते हैं।

इस नियम के अनुसार युग्मविकल्पी के प्रत्येक युग्म के सदस्य न केवल पृथक होते हैं परन्तु विभिन्न लक्षणों के युग्मविकल्पी एक दूसरे के प्रति स्वतंत्र रूप से व्यवहार करते हैं। अर्थात एक से अधिक विपर्यासी लक्षणों के जीन एक दूसरे से प्रभावित हुए बिना एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में स्वतंत्र रूप से लक्षणों को ले जाते हैं।

मेण्डल ने शुद्ध पीले व गोल बीज (YYRR) वाले पौधों का हरे व झुर्रीदार बीज (yyrr) वाले पौधों से संकरण करवाया तथा यह पाया की F_1 पीढ़ी में पीले व गोल बीज (YyRr) वाले पौधे प्राप्त हुए। F_1 पीढ़ी वाले पौधों में स्वपरागण के बाद चार प्रकार के पौधे निम्नानुसार अनुपात में प्राप्त हुए:-

पीले व गोल बीज	= 9
पीले व झुर्रीदार बीज	= 3
हरे व गोल बीज	= 3
हरे व झुर्रीदार बीज	= 1

उपरोक्त प्रयोग से यह स्पष्ट होता है कि पीले व गोल बीज एवं हरे व झुर्रीदार बीज वाले पौधों के पैतृक संयोग के अलावा दो नए संयोग पीले व झुर्रीदार बीज व हरे व गोल बीज वाले पौधे भी प्राप्त होते हैं, अर्थात ये कारक अथवा युग्मविकल्पी एक दूसरे को प्रभावित किये बिना युग्मकों के निर्माण में स्वतंत्र रूप से अपव्यूहित होते हैं। इसी को मेण्डल का स्वतंत्र अपव्यूहन का नियम कहते हैं।

मेण्डल के नियमों का महत्व

मेण्डल ने अपने प्रयोगों द्वारा पूर्ववर्ती वैज्ञानिकों द्वारा दिए गए सभी नियमों तथा सिद्धान्तों को नकार दिया क्योंकि इनमें से अधिकतर मात्र काल्पनिक थे जिनका कोई वैज्ञानिक आधार नहीं था। शुरुआत में मेण्डल के कार्यों को मान्यता नहीं मिली परन्तु उनकी मृत्यु के लगभग 34 वर्षो बाद सन् 1900 में जब हॉलैंड के वैज्ञानिक **ह्यूगो डी व्रिज** (Hugo de Vries), जर्मनी के **कार्ल कोरेंस** (Karl Correns) एवं ऑस्ट्रिया के एरिक वॉन शेरमार्क(Eric von Tschermak) ने मेण्डल के किये गए कार्य के समान परिणाम प्रस्तुत किये तो मेण्डल के कार्यो को महत्व दिया गया। इनके द्वारा किये गए कार्यो के बाद ही आगे शोध कार्य करने वाले वैज्ञानिकों को नयी दिशा मिली। इसी आधार पर आनुवंशिकी के नए प्रयोग एवं नवीन खोजें हुई।

मेण्डल को इस आनुवंशिकी के क्षेत्र में अभूतपूर्व योगदान के लिए **आनुवंशिकी का जनक** (Father of Genetics) माना गया।

मेण्डल के प्रयोगों के आधार पर वैज्ञानिकों ने संकरण प्रक्रिया द्वारा विभिन्न सजीवों में प्रभावी एवं अप्रभावी लक्षणों का पता लगाया है। संकरण विधि द्वारा विभिन्न वंशों में पाए जाने वाले अच्छे लक्षणों को एक वंश में साथ साथ लाया गया है। मेण्डल के नियमों को उपयोग में लेते हुए रोग प्रतिरोधक, विपरीत परिस्थितियों में बने रहने की क्षमता, फूलों या फलों का अधिक बड़ा व सुन्दर तथा उच्च उत्पादन वाली फसलों को विकसित किया गया। इसी प्रकार गाय, भैंस, बकरी तथा मुर्गी की नस्लों

को भी सुधारा जा सकता है। इनकी नस्लों में अधिक दुग्ध उत्पादन एवं तीव्र गति से प्रजनन क्षमता विकसित की गयी। अनेक प्राणियों में कुछ आनुवंशिक रोग या दोषपूर्ण लक्षण पाए जाते हैं उनका निराकरण भी जीन स्तर पर मेण्डल के नियमों की सहायता से ही हो सका है।

इन नियमों के द्वारा संकर संतति में उत्पन्न होने वाले नए संयोगों तथा उनकी आवर्ती के बारे में भी पहले से ही ज्ञात किया जा सकता है।

मेण्डल की सफलता के कारण

1. मेण्डल ने अपने प्रयोगों में स्पष्ट रूप से दिखने वाले 07 विपर्यासी लक्षणों को ही शामिल किया तथा **एक समय में केवल एक ही लक्षण की वंशागति का अध्ययन किया**। इन सातों विपर्यासी लक्षणों की वंशागति को नियंत्रण करने वाले कारक अथवा जीन सात विभिन्न गुणसूत्रों पर स्थित होते हैं जिसके कारण मेण्डल अत्यधिक भाग्यशाली रहे कि वे सहलग्रता के प्रक्रम से बच गए।
2. मेण्डल ने पूर्ण रूप से शुद्ध गुण वाले (समयुग्मजी) पौधों को ही प्रयोग में लिया।
3. मेण्डल ने अपने प्रयोग F_2 एवं F_3 पीढ़ी तक ही किये तथा अपने प्रयोगों के परिणामों का विधिवत लेखा रखा।

संकर पूर्वज संकरण या प्रतीप संकरण (Back Cross) एवं परीक्षण संकरण (Test Cross)

संकर पूर्वज संकरण या प्रतीप संकरण:- एक संकर संकरण से प्राप्त F_1 पीढ़ी के पौधों या प्राणी का संकरण यदि दोनों जनकों में से किसी एक जनक के साथ करवाया जाता है तो वह संकरण संकर पूर्वज संकरण अथवा प्रतीप संकरण कहलाता है।

परीक्षण संकरण:- F_1 पीढ़ी के किसी पादप अथवा किसी भी सजातीय अज्ञात जीन प्रारुपी पौधे अथवा प्राणी के साथ समयुग्मजी (शुद्ध) अप्रभावी जनक का संकरण करवाया जाता है तो इसे **परीक्षण संकरण** कहते हैं। इस संकरण से यह ज्ञात किया जाता है, कि यह अज्ञात पौधा या प्राणी समयुग्मजी है अथवा विषमयुग्मजी।

- **कारक** (Factor) : एक विशेष लक्षण की वंशागति व अभिव्यक्ति के लिये उत्तरदायी एकक अथवा कारक। अब कारक को जीन कहा जाता है।
- **जीन (Gene) :-** DNA अणु का विशेष खण्ड जो एक विशिष्ट गुण की वंशागति व अभिव्यक्ति को निर्धारित करता है।
- **युग्मविकल्पी या एलील या ऐलीलोमार्फ** (Alleles or Allelomorphs)**:-** ऐलील किसी भी कारक अथवा जीन के दो या दो से अधिक विकल्पी रुप। उदाहरण के लिये मटर के पौधे में बीज को आकृति प्रदान करने वाले जीन के दो विकल्पी रुप हो सकते हैं: गोल (R) व झुर्रीदार (r)। गोल व झुर्रीदार बीजों के लिये दोनों जीन एक दूसरे के ऐलील हैं। इसी प्रकार मनुष्यों में रक्त समूह को नियंत्रित करने वाले जीन के तीन ऐलील I_A, I_B तथा I_O (I=इम्यूनोहीमोग्लोबीन जीन)। समजाती गुणसूत्र में एलील समान स्थान पर रहते हैं।
- **लक्षण या विशेषक (Trait) :** यह अभिव्यक्त लक्षण है, उदाहरण फूल का रंग, बीज की आकृति आदि।
- **प्रभावी गुण:** किसी गुण के दो विकल्पी रुपों में से जो रुप विषमयुग्मजी जीव के F_1 संकर में अभिव्यक्त होता है उसे प्रभावी गुण (प्रभावी ऐलील) कहते हैं और इस घटना को **प्रभाविता** कहते हैं। उदाहरणत: Tt से युक्त जीव में T ऊँचापन अथवा लम्बा होना स्वयं को प्रकट करता है और t (बौनापन) व्यक्त नहीं हो सकता इसलिये T प्रभावी जीन है तथा लम्बापन प्रभावी गुण है।
- **अप्रभावी गुण:** एक गुण के दो विकल्पी रुपों में से जो रूप F_1 संकर में अभिव्यक्त नहीं होता, उसे अप्रभावी गुण कहते हैं, अप्रभावी गुण केवल समयुग्मजी स्थिति (उदाहरणतया tt) में ही अभिव्यक्त होता है।
- **जीनप्ररुप (Genotype) :** एक व्यक्ति की आनुवंशिक संरचना को, जो नर या मादा अपने जनकों से वंशानुक्रम में प्राप्त करते हैं, जीन प्ररुप (जीनोटाइप) कहलाते है, उदाहरणत: विशुद्ध गोल बीज वाले जनक मटर के पौधे का जीनोटाइप RR है।
- **लक्षणप्ररुप (Phenotype) :** किसी जीव के किसी एक या अधिक गुणों की बाह्य अभिव्यक्ति को लक्षणप्ररुप (फीनोटाइप) कहते हैं, उदाहरण बीजों के लिये गोल या झुर्रीदार आकृति फीनोटाइप है।
- **समयुग्मजी:** किसी गुण के लिये एक समान ऐलील वाला जीव समयुग्मजी कहलाता है, उदाहरणतया RR ऐलील युक्त पादप, बीज की आकृति के लिये समयुग्मजी है।
- **विषमयुग्मजी:** किसी गुण के लिये एक जीव के दोनों ऐलील असमान होने की स्थिति को विषमयुग्मजी कहते हैं। उदाहरणतया Rr ऐलील वाला पादप बीज के आकार के लिए विषमयुग्मजी होता है।
- **जनक पीढ़ियाँ :** पहले संकरण में प्रयुक्त माता-पिता जनक पीढ़ी (P_1) को निरुपित करते हैं।
- **F_1 पीढ़ी:-** दो जनकों (माता-पिता P_1) के बीच संकरण से उत्पन्न संतति को प्रथम या F_1 पीढ़ी कहते हैं।
- **F_2 पीढ़ी:** F_1 पीढ़ी में स्वपरागण या अन्तर्जनन के

परिणामस्वरूप प्राप्त संतति पीढ़ी द्वितीय संतानीय पीढ़ी कहलाती है।

- **एकसंकर क्रॉस (Monohybrid cross) :-** इस प्रकार के संकरण जिसमें एक ही जोड़ी लक्षणों को लिया जाता है एक संकर क्रॉस कहलाता है व F_1 संतति को संकर (Hybrid) कहते हैं। F_1 पीढ़ी में स्वपरागण से F_2 पीढ़ी में 3 : 1 (प्रभावी : अप्रभावी) का लक्षण प्ररूप अनुपात प्राप्त होता है।
- **द्विसंकर क्रॉस (Dihybrid cross) :** जब दो जोड़ी विपर्यासी लक्षणों को अध्ययन करने के लिए माता-पिता में क्रॉस कराया जाता है तो इसे द्विसंकर क्रॉस कहते हैं। F_2 पीढी में द्विसंकर क्रॉस से प्राप्त फीनोटाइप अनुपात को द्विसंकर लक्षणप्ररुपी अनुपात कहते हैं। (उदाहरण मेडेलीय क्रॉस में 9:3:3:1)
- **संकरण (Hybridization) :** विभिन्न प्रजातियों के जनक जीवों के बीच क्रॉस (निषेचन) को संकरण कहते हैं।
- **परीक्षण क्रॉस (Test cross) :** F_1 संतति व समयुग्मजी अप्रभावी गुणों वाले जनक के बीच क्रॉस को परीक्षण क्रॉस कहते हैं। यदि F_2 संतति विषमयुग्मजी हो तो परीक्षण क्रॉस के परिणामस्वरूप 1:1 का अनुपात पाया जाता है।
- **व्युत्क्रम क्रॉस (Reciprocal cross) :** इस प्रकार के क्रॉस में माता-पिता (जनकों) का लिंग उत्क्रमित कर दिया जाता है अर्थात यदि पहले क्रॉस में पिता बौना व माँ लम्बी हो तब व्युत्क्रम क्रॉस में माँ बौनी व पिता लंबे लिए जाएंगे।

मेण्डल के नियमों से विचलन

अपूर्ण प्रभाविता (Incomplete dominance)

मेण्डल द्वारा प्रयोग में लिए गए सात जोड़ी विपर्यासी लक्षणों में से एक लक्षण प्रभावी एवं दूसरा अप्रभावी था। इसके परिणाम स्वरूप F_1 पीढ़ी में प्रभावी लक्षण ही प्रकट हुआ। परन्तु बाद में बहुत से वैज्ञानिकों द्वारा किये गए प्रयोगों में ये लक्षण इसी प्रकार प्रकट नहीं हुए।

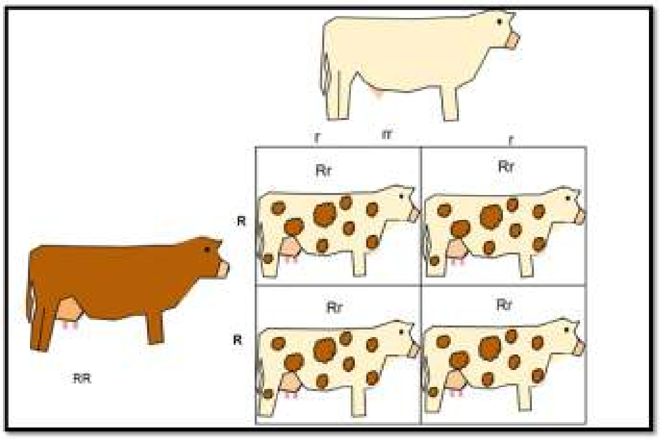
गुल अब्बास 4' O clock plant, *Mirabilis jalapa)* व स्नेपड्रेगन *(Antirrhinum)* में प्रभाविता का सिद्धांत लागू नहीं होता है। इसमें जब एक समयुग्मजी लाल फूल वाले पौधे (RR) का दूसरे समयुग्मजी सफेद फूल वाले पौधे से संकरण कराया जाता है तो F_1 पीढ़ी में प्रभावी तथा अप्रभावी के बीच का लक्षण अर्थात मध्यवर्ती लक्षण प्राप्त होता है। F_1 पीढ़ी में सभी पौधों के फूल गुलाबी होते हैं। जब F_1 पौधों में स्वनिषेचन होता है तो लक्षणप्ररुपी (Phenotype) तथा जीनप्ररुपी (Genotype) दोनों अनुपात RR लाल : Rr गुलाबी: rr सफेद 1:2:1 पाया जाता है।

जनक	RR X rr
युग्मक (गैमीट)	R, R X r,r
F_1	Rr गुलाबी
F_2	1 लाल: 2 गुलाबी: 1 सफेद (RR) : (Rr) : (rr)

सह-प्रभाविता (Co-dominance)

सह-प्रभाविता में एक युग्मविकल्पी जोड़ों में विद्यमान दोनों प्रभावी एवं अप्रभावी कारक F_1 पीढ़ी में लक्षण को प्रकट करने में समान रूप से योगदान करते हैं। इस प्रक्रिया को सह-प्रभाविता कहते हैं।

मवेशियों में त्वचा का रंग (Skin colour in Cattles) लाल (RR) व सफेद (rr) होता है। इनमें परस्पर संकरण करवाने पर F_1 पीढ़ी में उत्पन्न मवेशियों की त्वचा का रंग चितकबरा (Roan) Rr होता है। चितकबरा रंग लाल व सफेद दोनों कारकों के लक्षण प्रकट होने से प्राप्त होता है। यदि F_1 पीढ़ी में प्राप्त मवेशियों में आपस में संकरण करवाया जाता है तो F_2 पीढ़ी में लाल, चितकबरे व सफेद मवेशियों का अनुपात 1:2:1 (RR : Rr :rr) प्राप्त होता है। अत: सह-प्रभाविता में भी मेण्डेलियन अनुपात का अनुसरण नहीं होता है (चित्र 35.5)।



बहुविकल्पी ऐलील (Multiple alleles)

सामान्यतया एक जीन के दो प्ररूप होते हैं। जैसे लंबा या छोटा (बौना), लाल या सफेद, भूरी आँखें या नीली आँखें आदि। ये जीन युग्मविकल्पी (ऐलील) के मात्र दो प्रकार हैं। परन्तु अधिकांश जीन के दो से अधिक प्रकार के ऐलील होते हैं, इन्हें **बहुयुग्मविकल्पी** (Multiple alleles) कहते है। इसका एक उदाहरण मानव में रक्त समूह की वंशागति होता है।

मनुष्य के चार रक्त समूहों का एक एकल जीन द्वारा निर्धारण किया जाता है। इस एक जीन के तीन एलील्स I_A, I_B और I_O होते हैं। समूह के ऐलील I_A व I_B दोनों प्रभावी है। अत: I_A व I_B ऐलील दोनों से युक्त रक्त समूह AB होता है क्योंकि I_A व I_B दोनों समूह सह प्रभावी

होते हैं, जीन I_O जब समयुग्मजी होता है तो रक्त समूह O होता है। मानव रक्त समूहों के जीनोटाइप व फीनोटाइप निम्न सारणी 35.1 दिये गये हैं।

सारणी 35.1

मानव रक्त समूह के जीनोटाइप व फीनोटाइप

जीनोटाइप	रक्त समूह
I_AI_A व I_AI_O	A
I_BI_B व I_BI_O	B
I_AI_B	AB
I_OI_O	O

घातक जीन (Lethal Genes)

कुछ जीन बाहरी लक्षणों के नियंत्रण के साथ-साथ जीवों की जीवन क्षमता (Viability) को भी प्रभावित करते हैं। एक फ्रांसीसी वैज्ञानिक **एल. कुएनोत** (L.Cuenot) ने 1905 में चूहे के शारीरिक रंग की वंशागति के परिणाम प्रस्तुत किये जो मेण्डल के विसंयोजन के नियम के अनुरूप नहीं थे। उन्होंने यह देखा कि चूहों में पीला लोमचर्म जीन (Y) की उपस्थिति के कारण होता है। यह भूरे रंग (y) पर प्रभावी होता हैं। जब पीले रंग के चूहों का संकरण परस्पर करवाया जाता है तो पीले व भूरे रंग के चूहे 2:1 के अनुपात में प्राप्त होते हैं। इस संकरण से प्राप्त भूरे चूहे समयुग्मजी थे परन्तु पीले चूहे पूर्व कि भांति विषमयुग्मजी थे। अर्थात समयुग्मजी अवस्था YY में पीले चूहे जीवित नहीं रह पाते हैं तथा Y जीन पीले रंग के लक्षण के साथ-साथ चूहों में जीवन क्षमता को भी प्रभावित करता है तथा यह मृत्यु के लिए उत्तरदायी होता है। अत: समयुग्मजी अवस्था में Y जीन देह का पीला रंग प्रकट करने के साथ-साथ चूहे की मृत्यु भी हो जाती है इसलिए पीला समयुग्मजी चूहा कभी दिखाई ही नहीं देता है।

इस प्रकार के जीन्स (YY) घातक जीन (Lethal genes) कहलाते हैं और यह घटना घातकता (Lethality) कहलाती है। कुछ घातक जीन केवल समयुग्मजी स्थिति में ही घातक होते हैं और अप्रभावी घातक जीन कहलाते हैं। प्रभावी घातक विषमयुग्मजी स्थिति में भी मृत्युकारक हो सकते हैं।

बहुप्रभाविता (Pleiotropy)

सामान्यत: कोशिकीय स्तर पर एक जीन का प्रभाव एक प्रकार से हो सकता है अर्थात **एक जीन एक कार्य** (One Gene One Action) के लिए निर्धारित होता है। किन्तु कुछ जीन एक से अधिक लक्षणों पर अपना प्रभाव दर्शाते हैं तो यह प्रभाव **बहुप्रभाविता** (Pleiotropy) कहलाता है। अर्थात एक जीन एक से अधिक कार्यों को निर्धारित करता है। अत: ऐसे जीन जो एक से अधिक लक्षणों अथवा विशेषकों को निर्धारित करते हैं उन्हें **बहुप्रभावी जीन** (Pleiotropic gene) कहते हैं। एक जीन के कई ऐलील हो सकते हैं और बहुत से जीनोटाइप हो सकते हैं। एक जीन कई जीनोटाइप को नियंत्रित कर सकता है। उदाहरण के तौर पर *ड्रोसोफिला* में सफेद आँख के लिये अप्रभावी जीन समयुग्मजी स्थिति में विद्यमान होने पर कई और लक्षणों को प्रभावित करता है, जैसे: पंखों की आकृति, उदर की आकृति। अत: सफेद आँख वाले *ड्रोसोफिला* में अवशेषी पंख और उदर कुंडलित पाये जाते हैं।

बहुप्रभाविता का एक अन्य महत्वपूर्ण उदाहरण वंशागत रोग, सिकल-सेल एनीमिया (Sickel-cell anaemia) की वंशागति में मिलता है। यह रोग एक अप्रभावी (Recessive) जीन के कारण होता हैं। इस जीन की उपस्थिति से असामान्य हीमोग्लोबिन का निर्माण होता है। उन लाल रक्त कणिकाओं में जिनमें इस प्रकार का असामान्य हीमोग्लोबिन होता है उनका आकार बिगड़कर हँसिये (Sickle) के समान हो जाता है। इस कारण से व्यक्ति को असाधारण रूप से रक्त की अत्यधिक कमी हो जाती है। जिस व्यक्ति में ये जीन समयुग्मजी (Homozygous) स्थिति में होते है तो उसकी मृत्यु रक्ताल्पता के कारण बचपन में ही हो जाती हैं। किन्तु विषमयुग्मजी (Heterozygous) अवस्था में कुछ रक्त कणिकाएं सामान्य एवं कुछ 'सिकल' के आकार की होती हैं। ये विषमयुग्मजी व्यक्ति उक्त रोग के वाहक होते हैं एवं सामान्य एनीमिया से पीड़ित रहते हैं। इस रोग के रोगियों के लिए एक लाभदायक स्थिति यह है कि जिन क्षेत्रों जैसे अफ्रीका जैसे महाद्वीप में जहाँ मलेरिया बहुत ही सामान्य बीमारी है वहां पर प्राय: इस रोग से पीड़ित व्यक्तियों को यह रोग नहीं होता, क्योंकि मलेरिया का परजीवी सिकल आकर की लाल रक्त कणिकाओं में अपना पोषण ठीक से प्राप्त नहीं कर पाते हैं। अत: परजीवी मर जाते हैं। इस रोग के वाहक विषमयुग्मजी पुरुष एवं स्त्री की संतानों में एक चौथाई संतानों के सामान्य, आधी संतानों के वाहक एवं एक चौथाई संतानों के इस रोग से पीड़ित पैदा होने की संभावना होती है।

बहुजीनी या मात्रात्मक वंशागति (Polygenes)

जब एक विशेषक (आकृति या लक्षण) एक जीन द्वारा नियंत्रित होता है तो इसे एकल जीनी वंशागति (वंशानुक्रम) कहते है। बहुत से विशेषक (आकृति या लक्षण) बहुत से अलग-अलग प्रकार के जीनों द्वारा नियंत्रित होते हैं। उदाहरण के तौर पर मनुष्य में त्वचा का रंग व गेहूँ के दाने का रंग कई जीनों के संयुक्त प्रभाव के कारण होता है, उनमें से कोई भी अकेले प्रभावी नहीं होता है। एक विशेषक/लक्षण को प्रभावित करने वाले बहुजीन (Polygenes) अलग-अलग गुणसूत्रों में पाये जाते हैं। ये सभी जीन कुल प्रभाव प्रकट करने में समान व संचयी योगदान देते है। मानव त्वचा में रंगद्रव्य निर्माण में तीन या चार जीनों का सहयोग होता हैं। अत: त्वचा के रंग में बहुत गोरेपन से बहुत कालेपन के बीच अविच्छिन्न परिवर्तन होता है। बहुत जीनों द्वारा नियंत्रित इस प्रकार की

वंशागति को मात्रात्मक वंशागति या बहुजीनी (बहुत से जीनों के कारण उत्पन्न) – वंशागति कहते है (चित्र 35.6)।

$R_1R_1R_2R_2$ X $r_1r_2r_2r_2$

लाल — सफेद

$R_1r_1R_2r_2$

गुलाबी

	R_1R_2	R_1r_2	r_1R_2	r_1r_2
R_1R_2	$R_1R_1R_2R_2$ लाल	$R_1R_1R_2r_2$ गहरा गुलाबी	$R_1r_1R_2R_2$ गहरा गुलाबी	$R_1r_1R_2r_2$ गुलाबी
R_1r_2	$R_1R_1R_2r_2$ गहरा गुलाबी	$R_1R_1r_2r_2$ गुलाबी	$R_1r_1R_2r_2$ गुलाबी	$R_1r_1r_2r_2$ हल्का गुलाबी
r_1R_2	$R_1r_1R_2R_2$ गहरा गुलाबी	$R_1r_1R_2R_2$ गुलाबी	$r_1r_1R_2R_2$ गुलाबी	$r_1r_1R_2r_2$ हल्का गुलाबी
r_1r_2	$R_1r_1R_2r_2$ गुलाबी	$R_1r_1r_2r_2$ हल्का गुलाबी	$r_1r_1R_2r_2$ हल्का गुलाबी	$r_1r_1r_2r_2$ सफेद

1. लाल: 4 गहरा गुलाबी : 6 गुलाबी: 4 हल्का गुलाबी: 1 सफेद

गुणसूत्र तथा लिंग निर्धारण

कुछ द्विगुणित जीवों में एक विशेष गुणसूत्र की लिंग निर्धारण में महत्वपूर्ण भूमिका होती है। इस प्रकार के गुणसूत्रों को **लिंग गुणसूत्र** (Sex Chromosome) तथा समुच्चय के शेष गुणसूत्रों को **अलिंगगुण सूत्र** (Autosome) कहते हैं।

मानव में लिंग निर्धारण

जब किसी व्यक्ति में लिंग गुणसूत्र आकारिकीय दृष्टि से असमान (XY) होते है जैसा कि पुरुष में होता है, तब उसे विषमयुग्मकी (Heterogametic) कहते हैं। ऐसी स्थिति में पुरुष दो प्रकार के युग्मक (Gamete) बनाते है (एक में X क्रोमोसोम तथा दूसरे में Y क्रोमोसोम होता है)। स्त्री में एक ही प्रकार के लिंग गुणसूत्र (XX) होने से वह एक ही प्रकार के युग्मकों (Homogametic) का निर्माण करेगी (22+X)। मानव में 23 जोड़ी अर्थात् 46 गुणसूत्र होते है। पुरुष में 44 अलिंग गुणसूत्र (Autosome) तथा 2 लिंग गुणसूत्र XY (44+XY) होते है। जबकि स्त्री में 44 अलिंग गुणसूत्र तथा दो लिंग गुणसूत्र XX (44+XX) होते हैं जब मानव अंड Y – युक्त शुक्राणु से निषेचित होता है तो नर शिशु उत्पन्न होता है एवं X युक्त शुक्राणु से होता है तो मादा शिशु उत्पन्न होगी। होने वाला नर शिशु पैदा होगा या मादा यह केवल विशुद्ध संयोग है। किसी भी जनक को संतति के लिंग के लिये दोषी नहीं ठहराया जा सकता है।

महत्वपूर्ण बिन्दु

1. आनुवंशिकी जीव विज्ञान की एक शाखा है जो वंशानुगतिय सूचनाओं का संचरण तथा अभिव्यक्ति से सम्बन्धित है।
2. आनुवंशिकता का अर्थ उन विशेषकों या लक्षणों से है, जो जनक पीढ़ी से संतति पीढ़ी में स्थानांतरित होते रहते हैं।
3. जीन गुणसूत्रों पर पायी जाती है। गुणसूत्र पर वह स्थान जहाँ पर जीन पाई जाती है उसे विस्थल (Locus) कहते हैं।
4. एक जीन के विभिन्न एकांतर रूप युग्मविकल्पी कहलाते हैं। ये समजात गुणसूत्र के संगत विस्थल पर उपस्थित होती हैं।
5. संतति में जो कारक अपने गुण को प्रकट करता है उसे प्रभावी कारक (Dominant) तथा वह कारक जो अपने गुण को प्रकट नहीं कर पाता है उसे अप्रभावी (Recessive) कारक कहा जाता है।
6. मेण्डल ने वंशागति के अध्ययन के लिए विपरीत लक्षणों के एक युग्म (Alleles) के मध्य संकरण करवाया। इसे एक संकर संकरण कहा जाता है।
7. जब संकरण दो जोड़ी कारकों अथवा युग्मविकल्पियों के मध्य करवाया जाता है तो उसे द्विसंकर संकरण कहते हैं।
8. **F_1 पीढ़ी** – दो जनकों (माता व पिता) के बीच संकरण से उत्पन्न संतति को प्रथम या F_1 पीढ़ी कहते हैं।
9. **F_2 पीढ़ी** – F_1 पीढ़ी के बीच संकरण से उत्पन्न संतति को द्वितीय या F_2 पीढ़ी कहते है।

अभ्यासार्थ प्रश्न

बहुवैकल्पिक प्रश्न

1. मेण्डल की सफलता का मुख्य कारण था कि उन्होंने –
   (अ) मटर के पौधे का चयन किया था।
   (ब) अपने संकरण में केवल एक लक्षण को एक बार में लिया।
   (स) वंशावली अभिलेख रखे थे।
   (द) उपरोक्त सभी।
2. स्वतन्त्र अपव्यूहन का नियम सिद्ध किया जाता है –
   (अ) F_1 पीढ़ी की समस्त संतति लम्बी होती है।
   (ब) लम्बे तथा बौने पौधे के 3 : 1 के अनुपात में प्रकटन द्वारा।
   (स) F_2 पीढ़ी में चिकने तथा झुर्रीदार बीजों वाले पौधों के प्रकटन द्वारा।
   (द) F_2 पीढ़ी में लम्बे तथा बौने पौधों के प्रकटन द्वारा।
3. एक संकर संकरण की F_2 पीढ़ी का लक्षण प्ररुप अनुपात होता है–
   (अ) 9 : 3 : 3 : 1 (ब) 3 : 1

(स) 1 : 1 (द) 2 : 1

4. लाल तथा सफेद के संकरण से उत्पन्न संतति गुलाबी हैं। इसमें R जीन किस प्रकार का होना सिद्ध करता है।

(अ) संकर (ब) अप्रभावी

(स) अपूर्ण प्रभावी (द) उत्परिवर्ती

5. रुधिर वर्ग-AB समूह वाले मनुष्य का जीनो टाइप प्रभाव दिखाई देती है, जो कहलाता है।

(अ) प्रभावी-अप्रभावी (ब) अपूर्ण प्रभाविता

(स) सहप्रभाविता (द) संपूरक

6. घातक जीन में जीन प्ररूप अनुपात क्या होता है?

(अ) 1 : 2 : 1 (ब) 3 : 1

(स) 2 : 1 (द) 9 : 3 : 3 : 1

अतिलघूत्तरात्मक प्रश्न

1. आनुवंशिकी का जनक किसे कहा जाता है और क्यों?
2. F_2 पीढ़ी का एक संकर व द्विसंकर लक्षण प्ररूप (फीनोटाइप) अनुपात बतायें।
3. बहुजीनी लक्षण क्या होते हैं?
4. मेण्डल ने अपने प्रयोगों का शोध पत्र कहाँ व किस संस्था में पढ़ा था?
5. मेण्डल का मूल शोध पत्र किस भाषा में छपा था एवं उसका शीर्षक क्या था?
6. मेण्डल के कार्यों को दुबारा खोजने वाले वैज्ञानिकों के नाम बताइये।

लघूत्तरात्मक प्रश्न

1. निम्न में अन्तर बताइये।
   (i) समयुग्मजी व विषमयुग्मजी
   (ii) प्रभावी व अप्रभावी विशेषक
   (iii) जीन प्ररूप (जीनोटाइप) और लक्षणप्ररूप (फीनोटाइप)
   (iv) एक संकर क्रॉस व द्विसंकर क्रॉस
2. परिभाषित करें।
   (i) युग्मविकल्पी (ऐलील)
   (ii) सहप्रभाविता
   (iii) बहुजीन
   (iv) घातक जीन
3. मेण्डल की सफलता के कारण बताइये।
4. अपूर्ण प्रभाविता का उदाहरण सहित वर्णन कीजिये।
5. मेण्डल ने अपने प्रयोगों में मटर को ही क्यों चुना? समझाइये।

निबन्धात्मक प्रश्न

1. मेण्डल ने अपने प्रयोगों में मटर के किन आनुवंशिक लक्षणों की वंशागति का अध्ययन किया, समझाइए।
2. मेण्डल के विभिन्न नियमों को विस्तार से समझाइये।
3. मेण्डल के नियमों के विचलन को समझाइए।

उत्तरमाला

1.(द) 2.(स) 3.(ब) 4.(स) 5.(स) 6.(स)

❑❑❑