अध्याय – 3
आनुवंशिकी
(Genetics)

जीव विज्ञान की वह शाखा जिसमें सजीवों के लक्षणों की आनुवंशिकता (Heredity) एवं विभिन्नताओं (Variations) का अध्ययन किया जाता है, उसे **आनुवंशिकी** (Genetics) कहते हैं। जेनेटिक्स (Genetics) शब्द का प्रयोग सर्वप्रथम **बेटसन** (Bateson, 1905) ने किया। इस शब्द की उत्पत्ति ग्रीक भाषा के शब्द *जीन (Gene)* से हुई है।

सजीवों में लैंगिक जनन की क्रिया के समय युग्मकों द्वारा विभिन्न लक्षणों का पीढ़ी दर पीढ़ी संचरण(Transmission) होता रहता है। इन लक्षणों को**आनुवंशिक लक्षण** (Hereditary characters) कहते हैं। इन आनुवंशिक लक्षणों का जनक पीढ़ी (Parental generation) से संतति पीढ़ी (Offspring generation) में संचरण ही **वशांगति** (Heredity) कहलाता है। **हेरिडिटी** (Heredity) शब्द का प्रतिपादन **स्पेन्सर** (Spencer, 1863) ने किया। लैगिंक जनन (Sexual reproduction) के दौरान जीन विनिमय (Crossing over) होने के कारण एक ही जाति के सजीवों के मध्य परस्पर विभिन्नताएँ (Variations) पायी जाती हैं।

3.1 मेण्डलवाद (Mendelism)

ग्रेगर जॉन मेण्डल

ग्रेगर जॉन मेण्डल (Gregor Johann Mendel, 1822-1884) को आनुवंशिकी का जनक (Father of genetics) कहते हैं। क्योंकि मेण्डल ने सर्वप्रथम पादपों में वशांगति के नियमों का प्रतिपादन किया। मेण्डल का जन्म 22 जुलाई 1822 को ऑस्ट्रिया के **हेन्जनडॉर्फ** (Heizendarf) प्रान्त के **सिलिसियन** (Silision) गाँव में हुआ। सन् 1842 में दर्शनशास्त्र (Philosophy) में डिग्री प्राप्त करने के बाद सन् 1843 में ऑस्ट्रिया के ब्रुन (Brunn) शहर की चर्च में पादरी बने। चर्च के उद्यान में मेण्डल ने उद्यान मटर (Garden pea - *Pisum sativum*) पर सात वर्ष तक संकरण (Hybridization) प्रयोग (1856-1863) किए। इन प्रयोगों के निष्कर्षों को सन् 1865 में **ब्रुन सोसाइटी ऑफ नेचुरल हिस्ट्री** (Brunn Society of Natural History) के समक्ष शोधपत्र के रूप में प्रस्तुत किया। सन् 1866 में इन प्रयोगों को सोसाइटी की वार्षिकी में **पादप संकरण पर प्रयोग** (Experiments on plant hybridization) नामक शीर्षक से प्रकाशित किया गया। मेण्डल द्वारा उद्यान मटर पर किए गए इन प्रयोगों के परिणाम के आधार पर **आनुवंशिकता के नियमों** (Laws of inheritance) का प्रतिपादन किया गया जिन्हें **मेण्डलवाद** (Mendelism) भी कहते है। 6 जनवरी, 1884 को मेण्डल की मृत्यु हो गई।

3.1.1 मेण्डल की सफलता के कारण
(Reasons for Mendel's success)

(i) मेण्डल ने एक समय में एक ही लक्षण की वशांगति का अध्ययन किया।

(ii) मेण्डल ने अपने संकरण प्रयोगों के सभी आंकडों का सावधानीपूर्वक सांख्यिकीय विश्लेषण (Statistical analysis) किया।

(iii) मेण्डल ने अपने प्रयोग के लिए पादप का चुनाव भी सावधानीपूर्वक किया।

3.1.2 मटर के पादप का चयन
(Selection of pea plant)

मेण्डल ने अपने प्रयोगों के लिए उद्यान मटर (Garden pea) पादप का चयन किया क्योंकि–

(i) एकवर्षीय (Annual) पादप होने के कारण कम समय में अनेक पीढ़ियों का अध्ययन किया जाना सम्भव था।

(ii) द्विलिंगी पुष्प (Bisexual flowers) होने के कारण स्वपरागण (Self pollination) के द्वारा समयुग्मजी (Homozygous) पादप अथवा शुद्ध वंशक्रम(Pure line) सरलता से प्राप्त किया जा सकता है।

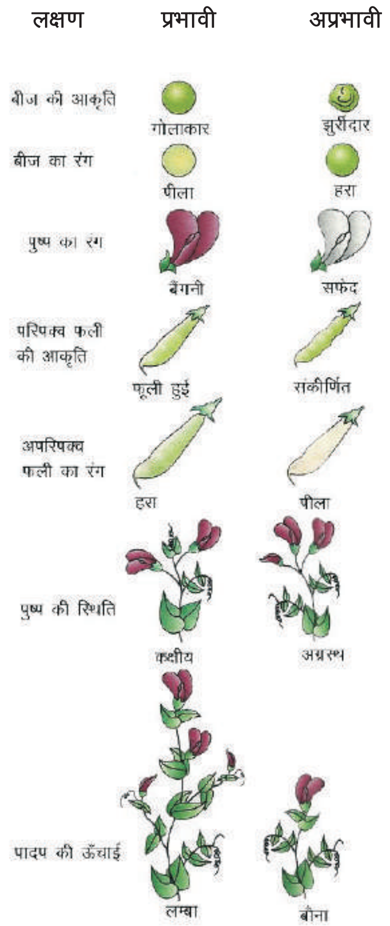
(iii) विपुंसन (Emasculation) विधि द्वारा कृत्रिम

परपरागण (Artificial cross pollination) आसानी से किया जा सकता है।

(iv) मटर के पौधे में विभिन्न विपर्यासी लक्षणों के जोड़े पाये जाते हैं।

मेण्डली ने अपने प्रयोग के लिए सात जोड़ी विपर्यासी लक्षणों का चयन किया जो इस प्रकार है–

क्र.सं.	पादप के लक्षण	प्रभावी	अप्रभावी
1.	पादप की ऊँचाई	लम्बा (Tall)	बौना (Dwarf)
2.	पुष्प की स्थिति	कक्षीय (Axial)	अग्रस्थ (Terminal)
3.	परिपक्व फली की आकृति	फूली हुई (Inflatted)	संकीर्णित (Constricted)
4.	अपरिपक्व फली का रंग	हरा (Green)	पीला (Yellow)
5.	पुष्प का रंग	बैंगनी (Violet)	सफेद (White)
6.	बीज की आकृति	गोलाकार (Rounded)	झुर्रीदार (Wrinkled)
7.	बीज का रंग	पीला (Yellow)	हरा (Green)



चित्र 3.1 मेंडल द्वारा प्रयोग में लिये गये सात विपर्यासी लक्षणों के युग्म

3.2 मेण्डलवाद की पुनःर्खोज (Rediscovery of mendelism)

मेण्डल द्वारा प्रस्तुत किए गए वंशागति के नियम लगभग 35 वर्ष तक उपेक्षित रहे। हॉलैण्ड के **ह्यूगो डी व्रीज** (Hugo de vries) जर्मनी के **कार्ल कोरेन्स** (Carl correns) एवं ऑस्ट्रिया के **एरिक वॉन शेरमेक** (Erick von Tschermak) ने पृथक–पृथक रूप से कार्य करते हुए 1900 में मेण्डल के नियमों की पुनःखोज (Rediscovery) की।

3.3 आनुवाँशिकी शब्दावली (Genetics terminology)

मेण्डल द्वारा प्रस्तुत किए गए वंशागति के नियमों को समझने के लिए निम्न तकनीकी शब्दों का समझना अत्यन्त आवश्यक है–

1. जीन (Gene) - वह कारक जो किसी एक लक्षण को नियंत्रित करता है, उसे **जीन** कहते हैं। मेण्डल द्वारा उपयोग मे लिए गए कारक (Factors) शब्द को **जॉहनसन** (Johannsen) ने **जीन** नाम दिया।

2. युग्मविकल्पी (Allelomorph or allele) - किसी एक लक्षण को नियंत्रित करने वाले जीन के दो विपर्यासी स्वरूपों को **युग्मविकल्पी** कहते हैं। जैसे पौधे की ऊँचाई को नियन्त्रित करने वाले जीन के दो युग्मविकल्पी T (लम्बापन) व t (बौनापन) है।

3. **समयुग्मजी (Homozygous) -** जब किसी लक्षण को नियंत्रित करने वाले जीन के दोनों युग्मविकल्पी एक समान हो उसे **समयुग्मजी** कहते हैं जैसे – TT या tt.

4. **विषमयुग्मजी (Hetrozygous) -** जब किसी लक्षण को नियंत्रित करने वाले जीन के दोनों युग्मविकल्पी असमान हो, उसे **विषमयुग्मजी** कहते हैं, जैसे – Tt.

5. **लक्षणप्ररूप (Phenotype) -** किसी सजीव की बाह्य प्रतीती (External appearance) को **लक्षणप्ररूप** कहते हैं। जैसे – लम्बे पौधे समयुग्मजी (TT) या विषमयुग्मजी (Tt) हो सकते हैं।

6. **जीन प्ररूप (Genotype) -** किसी सजीव की आनुवंशिकीय रचना (Genetic constitution) को **जीन प्ररूप** कहते हैं। जैसे – शुद्ध या समयुग्मजी लम्बा (TT) व अशुद्ध या विषमयुग्मजी लम्बा Tt.

7. **प्रभावी लक्षण (Dominant characters) -** वह लक्षण जो F_1 पीढ़ी में अपने आपको अभिव्यक्त कर पाता है, **प्रभावी** लक्षण कहलाता है।

8. **अप्रभावी लक्षण (Recessive characters) -** वह लक्षण जो F_1 पीढ़ी में स्वयं को अभिव्यक्त नहीं कर पाता है, **अप्रभावी लक्षण** कहलाता है।

9. **एक संकर संकरण (Monohybrid cross) -** वह संकरण जिसमें एक लक्षण की वंशागति का अध्ययन किया जाता है, उसे एक संकर संकरण कहते हैं।

10. **द्विसंकर संकरण (Dihybrid cross) -** वह संकरण जिसमें दो लक्षणों की वंशागति का अध्ययन किया जाता है, उसे **द्विसंकर संकरण** कहते हैं।

11. **त्रिसंकर संकरण (Trihybrid cross) -** वह संकरण जिसमें तीन लक्षणों की वशांगति का अध्ययन किया जाता है, उसे **त्रिसंकर संकरण** कहते है।

12. **बहुसंकर संकरण (Polyhybrid cross) -** वह संकरण जिसमें कई लक्षणों की वशांगति का अध्ययन किया जाता है, उसे **बहुसंकर संकरण** कहते हैं।

13. **परीक्षण संकरण (Test cross) -** वह संकरण जिसमें F_1 पीढ़ी का संकरण अप्रभावी लक्षण प्ररूप वाले जनक के साथ किया जाता है, **परीक्षण संकरण** कहलाता हैं।

14. **संकरपूर्वज या पश्च संकरण (Back cross) -** वह संकरण जिसमें F_1 पीढ़ी का संकरण दोनों जनकों में से किसी एक के साथ किया जाता है, **संकरपूर्वज संकरण** कहलाता है।

15. **व्युत्क्रम संकरण (Reciprocal cross) -** वह संकरण जिसमें 'A' पादप (TT) को नर व 'B' पादप (tt) को मादा जनक के रूप में प्रयुक्त किया जाता है तथा दूसरे संकरण में 'A' पादप (TT) को मादा व 'B' (tt) पादप को नर जनक के रूप में प्रयुक्त किया जाता है, उसे **व्युत्क्रम संकरण** कहते हैं।

16. **जनक पीढ़ी (Parental generation) -** संतति प्राप्त करने के लिए जिन पौधों को संकरण करवाया जाता है, उन्हें **जनक पीढ़ी** कहते है।

17. **F_1 पीढ़ी (Frist filial generation) -** जनकों के संकरण से प्राप्त प्रथम पीढ़ी को **F_1 पीढ़ी** कहते है।

18. **F_2 पीढ़ी (Second filial generation) -** F_1 पीढ़ी के संकरण से प्राप्त संतति को **F_2 पीढ़ी** कहते है।

19. **एकसंकर अनुपात (Monohybrid ratio)** एक संकर संकरण से प्राप्त अनुपात को **एकसंकर अनुपात** कहते है।

20. **द्विसंकर अनुपात (Dihybrid ratio) -** द्विसंकर संकरण से प्राप्त अनुपात को **द्विसंकर अनुपात** कहते है।

3.4 मेण्डल के वशांगति के नियम (Mendel's laws of inheritance)

मेण्डल ने उद्यान मटर (*Pisum sativum*) पर संकरण प्रयोगों के द्वारा कुछ महत्वपूर्ण नियमों का प्रतिपादन किया, जिन्हें **मेण्डल के वशांगति** या **आनुवंशिकता के नियम** कहते हैं। ये नियम निम्नलिखित हैं–

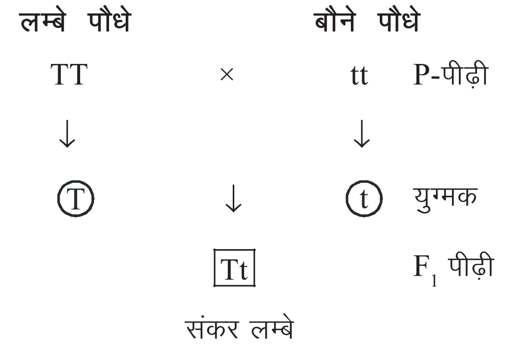
1. प्रभाविता का नियम (Law of dominance)
2. पृथक्करण का नियम या युग्मकों की शुद्धता का नियम (Law of segregation or Law of purity of gametes)
3. स्वतन्त्र अपव्यूहन का नियम (Law of independent assortment)

3.4.1 प्रभाविता का नियम (Law of dominance)

यह नियम मेण्डल द्वारा प्रतिपादित एक संकर संकरण के परिणामों पर आधारित है। इस नियम के अनुसार जब एक

लक्षण के लिए विपर्यासी समयुग्मजी पादपों में संकरण कराया जाता है तो वह लक्षण जो F_1 पीढ़ी में अपनी अभिव्यक्ति दर्शाता है, **प्रभावी** (Dominant) कहलाता है तथा वह लक्षण जो F_1 पीढ़ी में अपनी अभिव्यक्ति नहीं दर्शाता है उसे **अप्रभावी** (Recessive) कहते हैं।

उदाहरण – यदि शुद्ध या समयुग्मजी लम्बे (TT) पौधे को शुद्ध या समयुग्मजी बौने (tt) पौधे से संकरण कराया जाता है तो F_1 पीढ़ी में सभी पौधे (100%) लम्बे (Tt) प्राप्त होते है।

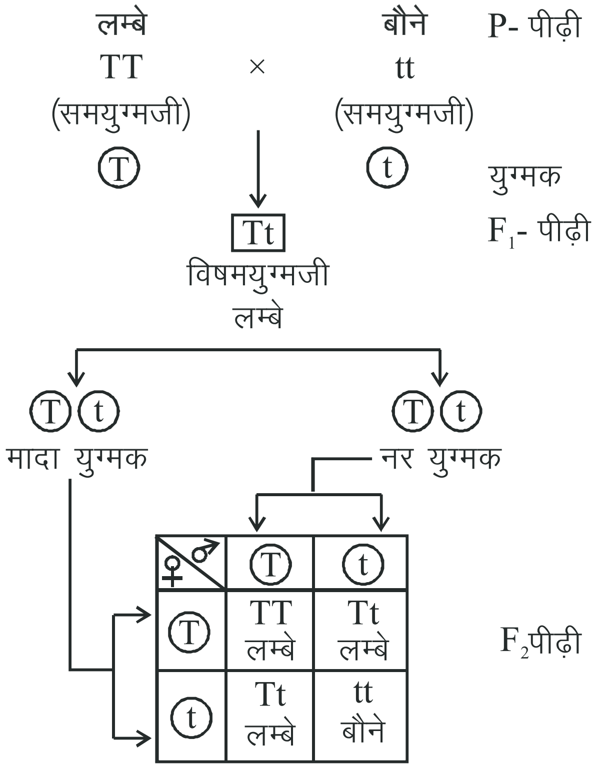


चित्र 3.2 प्रभाविता के नियम का निरूपण

3.4.2 पृथक्करण का नियम या युग्मकों की शुद्धता का नियम (Law of segregation or Law of purity of gametes)

यह नियम भी मेण्डल के एकसंकर संकरण के परिणामों पर आधारित है। इस नियम के अनुसार – F_1 पीढ़ी के संकर या विषमयुग्मजी से युग्मक बनते समय दोनों युग्मविकल्पी (Alleles) एक – दूसरे से पृथक होकर अलग–अलग युग्मकों में चले जाते हैं अतः इसे **पृथक्करण का नियम** या **विसयोंजन का नियम** कहते हैं तथा प्रत्येक युग्मक में एक लक्षण के लिए एक युग्मविकल्पी पाया जाता है अतः इसे **युग्मकों की शुद्धता का नियम** भी कहते हैं।

उदाहरण – यदि समयुग्मजी लम्बे (TT) एवं समयुग्मजी बौने (tt) पौधों में संकरण कराया जाता हैं तो F_1 पीढ़ी में सभी संकर (Hybrid) अथवा विषमयुग्मजी लम्बे (Tt) पौधे प्राप्त होते हैं। विषमयुग्मजी में दोनों युग्मविकल्पी साथ–साथ रहते हुए एक–दूसरे से संदूषित नहीं होते है, युग्मक बनते समय दोनों युग्मविकल्पी एक–दूसरे से पृथक होकर अलग–अलग युग्मकों में पहुँच जाते हैं। जिस कारण F_2 पीढ़ी में बौनेपन (tt) का लक्षण फिर से प्रकट हो जाता है। F_2 पीढ़ी का **लक्षण प्रारूप अनुपात** (Phenotypic ratio) 3 : 1 तथा **जीन प्ररूप अनुपात** (Genotypic ratio) 1 : 2 : 1 प्राप्त होता है।



चित्र 3.3 पृथक्करण के नियम का निरूपण

लक्षण प्ररूप अनुपात – 3 लम्बे : 1 बौना

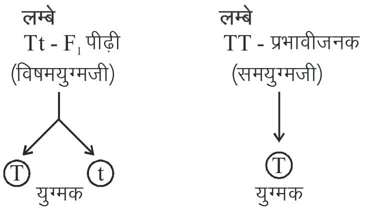
जीन प्ररूप अनुपात –	1 समयुग्मजी	:	2 विषमयुग्मजी	:	1 समयुग्मजी
	लम्बा		लम्बे		बौना
	1(TT)	:	2 (Tt)	:	1 (tt)

3.4.2.1 संकरपूर्वज संकरण (Back cross)

यदि F_1 पीढ़ी (Tt) के पौधे का संकरण दोनों जनकों TT या tt में से किसी एक के साथ किया जाता है तो इसे **संकरपूर्वज संकरण** (Back cross) कहते हैं।

इसके दो प्रकार है–

1. बाह्य संकरण (Out cross) - इस प्रकार के संकरण में F_1 पीढ़ी के पादप (Tt) का संकरण अपने प्रभावी जनक (TT) से करवाया जाता है। इस संकरण से प्राप्त संतति में सभी पौधे लम्बे प्राप्त होते हैं जिनमें 50% समयुग्मजी लम्बे (TT) तथा 50% विषमयुग्मजी लम्बे (Tt) पौधे प्राप्त होते हैं।



♀ \ ♂	T	t
T	TT लम्बे	Tt लम्बे

चित्र 3.4 बाह्य संकरण का निरूपण

लक्षणप्ररूप अनुपात – 100% पौधे लम्बे

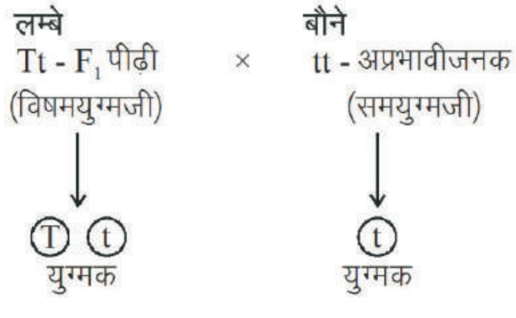
जीनप्ररूप अनुपात – 1 : 1

50%TT : 50 % Tt

(समयुग्मजी) (विषमयुग्मजी)

2. परीक्षण संकरण (Test Cross)

यदि F_1 पीढ़ी (Tt) का संकरण अप्रभावी जनक (tt) के साथ कराया जाता है तो इसे **परीक्षण संकरण** (Test cross) कहते हैं। इस संकरण से प्राप्त संतति में लक्षण प्ररूप (Phenotype) एवं जीनप्ररूप (Genotype) समान अर्थात् 1 : 1 प्राप्त होती हैं। 50% विषमयुग्मजी लम्बे (Tt) तथा 50% समयुग्मजी बौने (tt) पौधे प्राप्त होते है।



♀ \ ♂	T	t
t	Tt लम्बे	tt बौने

चित्र 3.5 परीक्षण संकरण का निरूपण

लक्षण प्ररूप अनुपात – 50% लम्बे : 50% बौने

जीन प्ररूप अनुपात – 50% विषमयुग्मजी : 50% समयुग्मजी

लम्बे (Tt) बौने (tt)

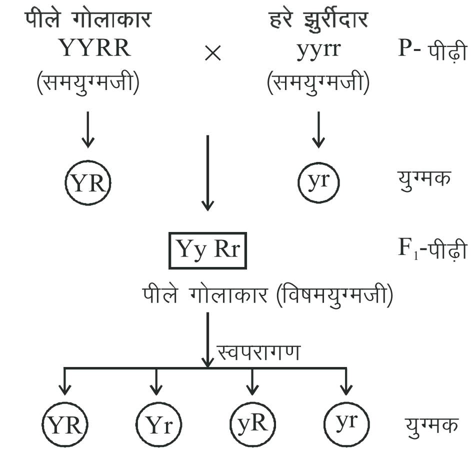
3.4.3 स्वतन्त्र अपव्यूहन का नियम

(Law of independent assortment)

मेण्डल का यह नियम द्विसंकर संकरण के परिणामों पर आधारित है। इस नियम के अनुसार – यदि दो या दो से अधिक विपर्यासी लक्षणों युक्त पादपों को संकरण कराया जाता है तो एक लक्षण की वशांगति का दूसरे लक्षण की वशांगति पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है अर्थात् प्रत्येक लक्षण के युग्मविकल्पी केवल पृथक ही नहीं होते अपितु विभिन्न लक्षणों के युग्मविकल्पी (Alleles) एक–दूसरे के प्रति स्वतन्त्र रूप से व्यवहार करते हैं या स्वतंत्र रूप से अपव्यूहित होते है अतः इसे **स्वतन्त्र अपव्यूहन का नियम** (Law of independent assortment) कहते हैं।

उदाहरण – यदि मटर के समयुग्मजी पीले गोलाकार(YYRR) बीज वाले पौधे का हरे, झुर्रीदार(yyrr) बीज वाले पौधे से संकरण काराया जाता है तो F_1 पीढ़ी में सभी पौधे पीले गोलाकार (Yellow rounded) बीज (YyRr) वाले प्राप्त होते है।

F_1 पीढ़ी में परस्पर स्वपरागण कराने पर प्राप्त F_2 पीढ़ी में



♀ \ ♂	YR	Yr	yR	yr
YR	YYRR पीला गोलाकार	YYRr पीला गोलाकार	YyRR पीला गोलाकार	YyRr पीला गोलाकार
Yr	YYRr पीला गोलाकार	YYrr पीला झुर्रीदार	YyRr पीला गोलाकार	Yyrr पीला झुर्रीदार
yR	YyRR पीला गोलाकार	YyRr पीला गोलाकार	yyRR हरा गोलाकार	yyRr हरा गोलाकार
yr	YyRr पीला गोलाकार	Yyrr पीला झुर्रीदार	yyRr हरा गोलाकार	yyrr हरा झुर्रीदार

चित्र 3.6 स्वतंत्र अपव्यूहन के नियम का निरूपण

लक्षणप्ररूप चार प्रकार के अनुपात 9 : 3 : 3 : 1 में प्राप्त होते हैं तथा जीन प्ररूप नौ प्रकार के अनुपात 1 : 2 : 2 : 4 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1 में प्राप्त होते हैं।

लक्षणप्ररूप अनुपात (Phenotypic ratio)

9	:	3	:	3	:	1
पीला गोलाकार		हरा गोलाकार		पीला झुर्रीदार		हराझुर्रीदार

जीनप्ररूप अनुपात (Genotypic ratio)

1 : 2 : 2 : 4 : 1

YYRR YyRR YYRr YyRr yyRR :

2 : 1 : 2 : 1

yyRr YYrr Yyrr yyrr

3.5 मेण्डल के वंशागति के नियमों का महत्व (Importance of mendel's law of inheritance)

1. सजीवों में प्रभाविता के लक्षण का पाया जाना अत्यन्त महत्वपूर्ण है क्योंकि अनेक हानिकारक एवं घातक जीन(Lethal gene) अप्रभावी होने के कारण प्रभावी जीन की उपस्थिति में अपने आपको अभिव्यक्त नहीं कर पाते है।

2. मेण्डल के पृथक्करण के नियम की प्रस्तुति से **जीन संकल्पना** (Gene concept) की पुष्टि होती है।

3. पृथक्करण के नियमानुसार एक जीन के दो युग्मविकल्पी होते हैं तथा ये दो विपर्यासी लक्षणों को नियंत्रित करते हैं।

4. मेण्डल के नियमों से संकर सन्तति में उत्पन्न नये लक्षणों के बारे में पता चलता है।

5. संकरण विधि से अनुपयोगी लक्षणों को हटाया जा सकता है तथा उपयोगी लक्षणों को एक साथ एक ही जाति में लाया जा सकता है।

6. मेण्डल के नियमों के उपयोग से रोग प्रतिरोधक तथा अधिक उत्पादन वाले फसली पौधों की किस्में विकसित की जा सकती हैं।

7. मानव जाति के सुधार सम्बन्धित विज्ञान की शाखा **सुजननिकी** (Eugenics) मेण्डलीय नियमों पर ही आधारित है।

महत्वपूर्ण बिन्दु

1. जैनेटिक्स शब्द का प्रतिपादन बेटसन ने किया।
2. सजीवों में जनक से सन्तति में आनुवंशिक लक्षणों के संचरण को आनुवंशिकता कहते हैं।
3. आनुवंशिकता एवं विभिन्नताओं के अध्ययन को आनुवंशिकी कहते हैं।
4. ग्रेगर जॉन मेण्डल को आनुवंशिकी का जनक कहते है।
5. मेण्डल ने उद्यान मटर (*पाइसम सेटाइवम*) पर पादप संकरण के प्रयोग किये। इन प्रयोगों के परिणाम के आधार पर मेण्डल ने आनुवंशिकता के नियम बनाये, जिन्हें मेण्डलवाद कहते हैं।
6. ह्यूगो डी व्रीज, कार्ल कोरेन्स व एरिक वॉन शैरमक ने मेण्डल के पृथक्करण के नियम की पुनर्खोज की।
7. मेण्डल ने एक समय में एक ही लक्षण की वंशागति का अध्ययन किया।
8. एक जीन के दोनों युग्मविकल्पी जब समान होते हैं तो उसे समयुग्मजी तथा जब भिन्न होते हैं तो उसे विषमयुग्मजी कहते हैं।
9. जनकों के संकरण से प्राप्त पीढ़ी को F_1 पीढ़ी तथा F_1 पीढ़ी के संकरण से प्राप्त पीढ़ी को F_2 पीढ़ी कहते हैं।
10. वह लक्षण जो F_1 पीढ़ी में अपनी अभिव्यक्ति दर्शाता है उसे प्रभावी तथा जो F_1 पीढ़ी में अपना प्रभाव नहीं दर्शाता है उसे अप्रभावी कहते है।
11. जब F_1 पीढ़ी का संकरण अप्रभावी जनक से कराया जाता है तो उसे परीक्षण संकरण कहते हैं।
12. जब F_1 पीढ़ी का संकरण दोनों जनकों में से किसी एक जनक से कराया जाता है तो उसे संकरपूर्वजसंकरण कहते हैं।
13. मेण्डल के पृथक्करण अथवा युग्मकों की शुद्धता नियम के अनुसार युग्मक बनते समय युग्मविकल्पी पृथक–पृथक हो जाते हैं तथा प्रत्येक युग्मक में एक लक्षण के लिए एक युग्मविकल्पी पाया जाता हैं।
14. मेण्डल के स्वतंत्र अपव्यून के नियमानुसार दो या दो से अधिक जीन युग्म साथ रहते हुए भी एक–दूसरे के प्रति स्वतन्त्र व्यवहार करते हैं।

15. मेण्डल के अनुसार एकसंकर संकरण की F_2 पीढ़ी का लक्षण प्रारूप अनुपात 3 : 1 तथा जीनप्रारूप अनुपात 1 : 2 : 1 प्राप्त होता हैं।
16. द्विसंकर संकरण की F_2 पीढ़ी का लक्षणप्रारूप अनुपात 9 : 3 : 3 : 1 तथा जीन प्रारूप अनुपात 1 : 2 : 2 : 4 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1 प्राप्त होता है।
17. संकरण के द्वारा भिन्न–भिन्न वंशों के अच्छे लक्षणों को एक ही वंश में लाया जा सकता है।
18. मेण्डल के नियमों के उपयोग से रोग प्रतिरोधक एवं उच्च उत्पादन वाली फसलें विकसित की जा सकती हैं।
19. मेण्डल के नियमों से जीन संकल्पना की पुष्टि होती है।
20. मानवजाति के सुधार से सम्बन्धित विज्ञान की शाखा सुजननिकी मेण्डलीय नियमों पर आधारित है।

अभ्यासार्थ प्रश्न

बहुचयनात्मक प्रश्न

1. जेनेटिक्स शब्द किसने दिया –
   (क) मेण्डल (ख) बेटसन
   (ग) मॉर्गन (घ) पुनेट
2. मेण्डल ने अपने प्रयोग किस पर किए–
   (क) मीठा मटर (ख) जंगली मटर
   (ग) उद्यान मटर (घ) उपरोक्त सभी
3. आनुवंशिकता एवं विभिन्नताओं के अध्ययन की शाखा को कहते हैं–
   (क) आनुवंशिकी (ख) जीयोलोजी
   (ग) वानिकी (घ) उपरोक्त में से कोई नहीं
4. मटर की फली का हरा रंग कैसा लक्षण हैं–
   (क) प्रभावी (ख) अप्रभावी
   (ग) अपूर्ण प्रभावी (घ) सहप्रभावी
5. सामान्यतया किसी जीन के कितने युग्मविकल्पी होते हैं–
   (क) चार (ख) तीन
   (ग) दो (घ) एक
6. मेण्डल ने कितने विपर्यासी लक्षणों के युग्म अपने प्रयोगों के लिए चुने–
   (क) 34 (ख) 2 (ग) 12 (घ) 7
7. जब F_1 पीढ़ी का संकरण किसी भी एक जनक से कराया जाता है तो उसे कहते हैं–
   (क) व्युत्क्रम संकरण (ख) टेस्ट संकरण
   (ग) संकरपूर्वज संकरण (घ) उपरोक्त सभी
8. संकरण $Tt \times tt$ से प्राप्त सन्तति का अनुपात होगा–
   (क) 3 : 1 (ख) 1 : 1
   (ग) 1 : 2 : 1 (घ) 2 : 1
9. मेण्डल ने अपने प्रयोग के लिए किस विपर्यासी लक्षण को नहीं चुना–
   (क) जड़ का रंग (ख) पुष्प का रंग
   (ग) बीज का रंग (घ) फली का रंग
10. एक संकर संकरण की F_2 पीढ़ी में कितने प्रकार के जीनोटाइप बनते हैं–
    (क) 2 (ख) 3 (ग) 4 (घ) 9

अतिलघूत्तरात्मक प्रश्न

11. आनुवंशिकी का जनक किसे कहते हैं?
12. मेण्डल ने अपने प्रयोग किस पौधे पर किए।
13. प्रभावी लक्षण किसे कहते हैं?
14. आनुवंशिक लक्षणों का एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में संचरण क्या कहलाता है?
15. मेण्डल के नियमों की पुनर्खोज किसने की?
16. मेण्डल का पूरा नाम क्या है?
17. मेण्डल द्वारा प्रतिपादित नियमों के नाम लिखिए।
18. परीक्षण संकरण किसे कहते हैं?
19. बाह्य संकरण से क्या समझते हैं?
20. मेण्डल के किस नियम को एक संकर संकरण से नहीं समझाया जा सकता है?

लघूत्तरात्मक प्रश्न

21. लक्षण प्रारूप व जीनप्रारूप में अंतर लिखिए।
22. द्विसंकर संकरण को समझाइए।
23. मेण्डल की सफलता के कारण लिखिए।

24. मेण्डल ने अपने प्रयोग के लिए मटर के पौधे को ही क्यों चुना?

25. मेण्डल का संक्षिप्त जीवन परिचय लिखिए।

26. मेण्डल के प्रभाविता नियम को समझाइए।

27. मेण्डल के आनुवंशिकता के नियमों के महत्व लिखिए।

निबन्धात्मक प्रश्न

28. मेण्डल के पृथक्करण के नियम को उदाहरण सहित समझाइए।

29. मेण्डलवाद क्या है? स्वतन्त्र अपव्यूहन के नियम का विस्तार से वर्णन कीजिए।

30. मेण्डल के आनुवंशिकता के नियमों को समझाइए।

उत्तरमाला

1. (ख) 2. (ग) 3. (क) 4. (क) 5. (ग)
6. (घ) 7. (ग) 8. (ख) 9. (क) 10. (ख)