

वंशागति तथा विविधता के सिद्धांत

इस अध्याय के सभी महत्वपूर्ण प्रश्न – उत्तर सहित। पहले खुद हल करने की कोशिश करो, फिर उत्तर मिलाओ।

अभ्यास प्रश्न-उत्तर (हर टॉपिक से)

» वंशागति और विविधता की मूल अवधारणा

प्रश्न 1 (आसान). अगर एक बिल्ली हमेशा बिल्ली के बच्चे को जन्म देती है, यह किस अवधारणा से संबंधित है?

उत्तर – वंशागति

प्रश्न 2 (आसान). दो जुड़वाँ भाई-बहनों का अलग-अलग स्वभाव होना किस अवधारणा को दर्शाता है?

उत्तर – विविधता

प्रश्न 3 (मध्यम). आनुवंशिकी में वंशागति और विविधता का अध्ययन क्यों महत्वपूर्ण है?

उत्तर – यह समझने के लिए कि जीव अपने माता-पिता जैसे क्यों होते हैं और फिर भी उनमें अंतर क्यों होते हैं, तथा नई प्रजातियों के विकास और बीमारियों के कारणों को समझने के लिए।

प्रश्न 4 (कठिन). आज से हजारों साल पहले लोगों को वंशागति और विविधता के बारे में क्या पता था और किस तरह से वे इसका इस्तेमाल करते थे?

उत्तर – हजारों साल पहले लोगों को यह ज्ञान था कि लैंगिक जनन के कारण विविधता आती है। वे अच्छे लक्षणों वाले पौधों और जानवरों को चुनकर प्रजनन करवाते थे (जैसे शाहीवाल गायें बनाना) ताकि उन्हें अपनी पसंद के जीव मिलें, हालांकि उन्हें इसके वैज्ञानिक आधार की जानकारी नहीं थी।

» मेंडल के वंशागति के नियम: पृष्ठभूमि और प्रायोगिक मटर का चयन

प्रश्न 5 (आसान). मेंडल ने मटर के पौधे पर कितने साल तक प्रयोग किए?

उत्तर – सात साल (1856-1863)

प्रश्न 6 (आसान). मेंडल ने वंशागति के लिए कौन सा पौधा चुना था?

उत्तर – उद्यान मटर (*Pisum sativum*)

प्रश्न 7 (मध्यम). विपरीतार्थी विशेषक (contrasting traits) का क्या अर्थ है? एक उदाहरण दो।

उत्तर – विपरीतार्थी विशेषक का अर्थ है किसी लक्षण के दो स्पष्ट और बिल्कुल अलग रूप, जैसे मटर में तने की ऊँचाई के लिए 'लम्बा' और 'बौना'।

प्रश्न 8 (कठिन). मेंडल के प्रयोगों की विश्वसनीयता के लिए 'नमूनों की विशाल संख्या' और 'गणितीय तर्कशास्त्र का उपयोग' कैसे महत्वपूर्ण थे?

उत्तर – नमूनों की विशाल संख्या से मेंडल के आंकड़े अधिक सटीक और विश्वसनीय बने, क्योंकि इससे संयोग से आने वाले गलत परिणामों की संभावना कम हो गई। गणितीय तर्कशास्त्र ने उन्हें अपने अवलोकनों को व्यवस्थित और विश्लेषण करने में मदद की, जिससे उन्होंने वंशागति के स्पष्ट नियम बना पाए।

» एक जीन की वंशागति: एकल संकर क्रॉस

प्रश्न 9 (आसान). एकल संकर क्रॉस में मेंडल कितने लक्षणों का अध्ययन करते हैं?

उत्तर – एक

प्रश्न 10 (आसान). यदि शुद्ध लाल फूल वाले (RR) पौधे का क्रॉस शुद्ध सफेद फूल वाले (rr) पौधे से कराया जाए, तो F₁ पीढ़ी में सभी फूल कैसे दिखेंगे? (मान लीजिए लाल रंग प्रभावी है)

उत्तर – लाल

प्रश्न 11 (मध्यम). एकल संकर क्रॉस के F2 पीढ़ी में फीनोटाइपिक अनुपात क्या होता है?

उत्तर – 3:1

प्रश्न 12 (कठिन). अगर F1 पीढ़ी के सभी पौधे विषमयुग्मजी (heterozygous) हैं, तो उनका जीनोटाइप क्या होगा, यदि जनक लंबे (TT) और बौने (tt) थे?

उत्तर – Tt

» प्रभाविता नियम और विसंयोजन नियम

प्रश्न 13 (आसान). अगर मटर के पौधे में लाल फूल का गुण (R) सफेद फूल (r) पर प्रभावी है, तो Rr जीनोटाइप वाले पौधे का फीनोटाइप क्या होगा?

उत्तर – लाल फूल

प्रश्न 14 (आसान). विसंयोजन नियम के अनुसार, युग्मक निर्माण के समय एलील आपस में क्या करते हैं?

उत्तर – अलग हो जाते हैं (विसंयोजित होते हैं)

प्रश्न 15 (मध्यम). मेंडल के किस नियम में बताया गया है कि F1 पीढ़ी में केवल एक ही जनक के लक्षण प्रकट होते हैं, दूसरा नहीं?

उत्तर – प्रभाविता का नियम

प्रश्न 16 (कठिन). यदि एक शुद्ध पीले बीज वाले पौधे (YY) का संकरण शुद्ध हरे बीज वाले पौधे (yy) से कराया जाए, तो F2 पीढ़ी में पीले और हरे बीजों का फीनोटाइपिक अनुपात क्या होगा? (पीला गुण हरे पर प्रभावी है)

उत्तर – 3:1 (3 पीले, 1 हरा)

» अपूर्ण प्रभाविता और सह-प्रभाविता

प्रश्न 17 (आसान). अपूर्ण प्रभाविता में F1 पीढ़ी में कैसा फीनोटाइप दिखता है?

उत्तर – जनक के बीच का फीनोटाइप।

प्रश्न 18 (आसान). सह-प्रभाविता में F1 पीढ़ी में कितने जनक लक्षण दिखाई देते हैं?

उत्तर – दोनों जनक के लक्षण स्पष्ट रूप से दिखाई देते हैं।

प्रश्न 19 (मध्यम). लाल और सफेद गाय के संकरण से लाल-सफेद धब्बे वाली गाय का उत्पन्न होना किस प्रकार का प्रभाविता है?

उत्तर – सह-प्रभाविता।

प्रश्न 20 (कठिन). यदि अपूर्ण प्रभाविता दिखाने वाले एक पौधे में लाल फूल (RR) और सफेद फूल (rr) के बीच संकरण हो, तो F2 पीढ़ी में जीनोटाइप अनुपात क्या होगा?

उत्तर – 1:2:1 (RR:Rr:rr)।

» दो जीनों की वंशागति: द्विसंकर क्रॉस और स्वतंत्र अपव्यूहन नियम

प्रश्न 21 (आसान). द्विसंकर क्रॉस में कितने लक्षणों का अध्ययन किया जाता है?

उत्तर – दो लक्षणों का

प्रश्न 22 (आसान). स्वतंत्र अपव्यूहन का नियम किसने दिया?

उत्तर – मेंडल ने

प्रश्न 23 (मध्यम). यदि एक गोल-पीले बीज वाले पौधे (RrYy) का स्व-परागण किया जाए, तो कितने प्रकार के युग्मक बनेंगे?

उत्तर – चार प्रकार के: RY, Ry, rY, ry

प्रश्न 24 (कठिन). द्विसंकर क्रॉस में F2 पीढ़ी का फीनोटाइपिक अनुपात 9:3:3:1 क्या दर्शाता है?

उत्तर – यह दर्शाता है कि दो अलग-अलग लक्षणों के अलील युग्मक निर्माण के दौरान एक-दूसरे से स्वतंत्र रूप से अलग होते हैं और अगली पीढ़ी में जाते हैं, यानी एक लक्षण की वंशागति दूसरे को प्रभावित नहीं करती।

» वंशागति का क्रोमोसोम सिद्धांत

प्रश्न 25 (आसान). वंशागति का क्रोमोसोम सिद्धांत किसने प्रस्तुत किया?

उत्तर – सटन और बोवेरी ने।

प्रश्न 26 (आसान). क्रोमोसोम और जीन में क्या संबंध है?

उत्तर – जीन क्रोमोसोम पर स्थित होते हैं।

प्रश्न 27 (मध्यम). मेंडल के 'कारक' और क्रोमोसोम सिद्धांत के बीच क्या समानता है?

उत्तर – मेंडल के 'कारक' असल में जीन थे, और ये जीन क्रोमोसोम पर होते हैं। जिस तरह मेंडल के कारक अगली पीढ़ी में जाते थे, उसी तरह क्रोमोसोम भी युग्मक के ज़रिए अगली पीढ़ी में जाते हैं।

प्रश्न 28 (कठिन). वंशागति का क्रोमोसोम सिद्धांत क्यों महत्वपूर्ण है?

उत्तर – यह सिद्धांत हमें पहली बार बताता है कि गुणों की वंशागति का भौतिक आधार क्या है, यानी जीन और क्रोमोसोम। इसने आनुवंशिकी को समझने की एक नई दिशा दी और मोरगन जैसे वैज्ञानिकों को आगे के प्रयोगों के लिए प्रेरित किया।

» सहलग्नता और पुनर्योजन

प्रश्न 29 (आसान). सहलग्नता का क्या अर्थ है?

उत्तर – एक ही क्रोमोसोम पर जीनों का भौतिक जुड़ाव।

प्रश्न 30 (आसान). पुनर्योजन किसे कहते हैं?

उत्तर – अजनकीय जीन संयोजनों का उत्पादन।

प्रश्न 31 (मध्यम). क्या सहलग्न जीन में पुनर्योजन ज़्यादा होता है या कम?

उत्तर – सहलग्न जीन में पुनर्योजन कम होता है, क्योंकि वे साथ-साथ अगली पीढ़ी में जाते हैं।

प्रश्न 32 (कठिन). यदि दो जीनों की पुनर्योजन आवृत्ति 10% है, तो इसका क्या अर्थ है?

उत्तर – इसका अर्थ है कि 10% संतति में इन जीनों के नए संयोजन बनेंगे और 90% संतति में पैरेंटल संयोजन होंगे। यह 10 सेंटीमॉर्गन की दूरी भी दर्शाता है।

» बहुजीनी वंशागति और बहुप्रभाविता

प्रश्न 33 (आसान). अगर किसी लक्षण को नियंत्रित करने के लिए तीन या उससे अधिक जीन जिम्मेदार हों, तो उसे क्या कहते हैं?

उत्तर – बहुजीनी वंशागति (Polygenic Inheritance)

प्रश्न 34 (आसान). अगर एक ही जीन शरीर के कई अलग-अलग लक्षण दिखाता है, तो इस स्थिति को क्या कहते हैं?

उत्तर – बहुप्रभाविता (Pleiotropy)

प्रश्न 35 (मध्यम). मानव त्वचा का रंग किस प्रकार की वंशागति का उदाहरण है?

उत्तर – बहुजीनी वंशागति

प्रश्न 36 (कठिन). फेनिलकीटोनूरिया रोग किस प्रकार की जीन क्रिया का उदाहरण है, जहाँ एक जीन कई लक्षणों को प्रभावित करता है?

उत्तर – बहुप्रभाविता

» लिंग निर्धारण की क्रियाविधि

प्रश्न 37 (आसान). मनुष्य में लड़के के लिए कौन सा लिंग गुणसूत्र संयोजन जिम्मेदार है?

उत्तर – XY

प्रश्न 38 (आसान). पक्षियों में नर का लिंग गुणसूत्र संयोजन क्या है?

उत्तर – ZZ

प्रश्न 39 (मध्यम). यदि किसी जीव में XO प्रकार का लिंग निर्धारण है, तो मादा का लिंग गुणसूत्र संयोजन क्या होगा?

उत्तर – XX

प्रश्न 40 (कठिन). समझाइए कि मानव में पिता ही बच्चे के लिंग का निर्धारण कैसे करता है, माता क्यों नहीं?

उत्तर – मानव में, माता के पास हमेशा XX गुणसूत्र होते हैं और वह केवल X गुणसूत्र वाले अंडे देती है। पिता के पास XY गुणसूत्र होते हैं और वह X या Y गुणसूत्र वाले शुक्राणु दे सकता है। यदि X शुक्राणु अंडे से मिलता है तो लड़की (XX) पैदा होती है, और यदि Y शुक्राणु अंडे से मिलता है तो लड़का (XY) पैदा होता है। इस प्रकार, पिता का शुक्राणु बच्चे के लिंग का निर्धारण करता है।

» उत्परिवर्तन: प्रकार और कारण

प्रश्न 41 (आसान). DNA अनुक्रम में होने वाले बदलाव को क्या कहते हैं?

उत्तर – उत्परिवर्तन

प्रश्न 42 (आसान). दात्र कोशिका अरक्तता किस उत्परिवर्तन का उदाहरण है?

उत्तर – बिंदु उत्परिवर्तन

प्रश्न 43 (मध्यम). उत्परिवर्तन से जीव के किन दो गुणों में परिवर्तन आता है?

उत्तर – जीनोटाइप और फीनोटाइप

प्रश्न 44 (कठिन). फ्रेमशिफ्ट उत्परिवर्तन, बिंदु उत्परिवर्तन से किस प्रकार भिन्न है?

उत्तर – बिंदु उत्परिवर्तन में केवल एक क्षार युग्म बदलता है, जबकि फ्रेमशिफ्ट उत्परिवर्तन में DNA के क्षार युग्मों के घटने या बढ़ने से पूरा 'रीडिंग फ्रेम' ही बदल जाता है, जिससे आगे के सभी कोडॉन प्रभावित होते हैं।

» आनुवंशिक विकार: वंशावली विश्लेषण

प्रश्न 45 (आसान). वंशावली विश्लेषण में प्रभावित पुरुष के लिए कौन सा प्रतीक इस्तेमाल होता है?

उत्तर – भरा हुआ वर्ग (■)

प्रश्न 46 (आसान). अगर किसी महिला को कोई आनुवंशिक विकार नहीं है, तो उसके लिए कौन सा प्रतीक होगा?

उत्तर – खाली वृत्त (○)

प्रश्न 47 (मध्यम). आपके परिवार में किसी आनुवंशिक लक्षण (जैसे घुंघराले बाल) को देखते हुए एक छोटी वंशावली कैसे बनाओगे, अगर दादाजी के बाल सीधे, दादीजी के घुंघराले और आपके बाल भी घुंघराले हैं?

उत्तर – दादाजी: (सीधे बाल), दादीजी: (घुंघराले बाल, भरा हुआ वृत्त), आप: (घुंघराले बाल, भरा हुआ वृत्त)।

प्रश्न 48 (कठिन). एक परिवार में, माता और पिता दोनों अप्रभावित हैं, लेकिन उनकी एक बेटी को एक आनुवंशिक विकार है। वंशावली में इसे कैसे दर्शाओगे और यह किस प्रकार के वंशागति पैटर्न का संकेत दे सकता है?

उत्तर – माता: ○, पिता: ○, बेटी: ■। यह एक अप्रभावी (recessive) वंशागति पैटर्न का संकेत दे सकता है, जहाँ माता-पिता दोनों वाहक (carrier) हो सकते हैं।

» मंडलीय विकार

प्रश्न 49 (आसान). हीमोफीलिया एक _____ सहलग्न विकार है। (Fill in the blank)

उत्तर – लिंग

प्रश्न 50 (आसान). दात्र कोशिका अरक्तता किस प्रकार का मेंडलीय विकार है: प्रभावी या अप्रभावी?

उत्तर – अप्रभावी

प्रश्न 51 (मध्यम). फेनिलकीटोनूरिया में किस एंजाइम की कमी होती है और इसका क्या परिणाम होता है?

उत्तर – फेनिलएलानीन को टायरोसीन में बदलने वाले एंजाइम की कमी होती है, जिससे फेनिलएलानीन शरीर में जमा होकर मानसिक दुर्बलता पैदा करता है।

प्रश्न 52 (कठिन). थैलेसीमिया और दात्र कोशिका अरक्तता के बीच मुख्य अंतर क्या है, जबकि दोनों ही रक्त विकार हैं?

उत्तर – थैलेसीमिया में हीमोग्लोबिन की ग्लोबिन श्रृंखला (alpha या beta) का संश्लेषण कम होता है (मात्रात्मक समस्या), जबकि दात्र कोशिका अरक्तता में हीमोग्लोबिन की संरचना ही बदल जाती है (गुणात्मक समस्या)।

» क्रोमोसोमीय विकार

प्रश्न 53 (आसान). क्रोमोसोमीय विकार का एक उदाहरण बताओ।

उत्तर – डाउन सिंड्रोम (Down Syndrome)

प्रश्न 54 (आसान). क्लाइनफेल्टर सिंड्रोम में क्रोमोसोम की संख्या क्या होती है?

उत्तर – 47 (XXY)

प्रश्न 55 (मध्यम). असुगुणिता (Aneuploidy) और बहुगुणिता (Polyploidy) में क्या अंतर है?

उत्तर – असुगुणिता में एक या कुछ क्रोमोसोम की संख्या में कमी या वृद्धि होती है (जैसे 21वें की ट्राइसोमी), जबकि बहुगुणिता में क्रोमोसोम के पूरे सेट की संख्या बढ़ जाती है (जैसे $3n$ या $4n$)।

प्रश्न 56 (कठिन). एक महिला जिसका कैरियोटाइप 45, XO है, उसे कौन सा सिंड्रोम है और उसमें क्या मुख्य लक्षण होंगे?

उत्तर – यह टर्नर सिंड्रोम है। इसमें अंडाशय अल्पविकसित होते हैं जिससे महिला बाँझ होती है और द्वितीयक लैंगिक लक्षणों का अभाव होता है, कद भी छोटा हो सकता है।

हल किए हुए उदाहरण (step-by-step)

उदाहरण 1. अगर एक परिवार में पिता की आँखें नीली हैं और माँ की आँखें भूरी हैं, और उनके बेटे की आँखें नीली हैं, तो यह किस अवधारणा का उदाहरण है?

- › यहाँ हम देख रहे हैं कि पिता का आँखों का रंग (नीला) बेटे में आया है।
- › यह लक्षणों का एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में जाने का उदाहरण है।
- › यह प्रक्रिया जिसमें लक्षण माता-पिता से बच्चों में जाते हैं, 'वंशागति' कहलाती है।

उत्तर – यह वंशागति का उदाहरण है।

उदाहरण 2. मेंडल ने अपने प्रयोगों के लिए उद्यान मटर के पौधे का चयन क्यों किया? कोई दो प्रमुख कारण बताओ।

› पहला कारण: मेंडल ने देखा कि मटर के पौधे में 'विपरीतार्थी विशेषक' होते हैं। मतलब, उसके गुण बिल्कुल अलग-अलग और साफ दिखते हैं, जैसे कुछ पौधे एकदम लंबे होते हैं और कुछ एकदम बौने; बीज या तो पीले होते हैं या हरे, कोई बीच का रंग नहीं।

› दूसरा कारण: मटर का जीवन-चक्र छोटा होता है। इसका मतलब है कि एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी जल्दी आ जाती है, जिससे मेंडल कई पीढ़ियों तक प्रयोग करके नतीजों को जल्दी देख पाए।

› तीसरा कारण (और भी है): मटर के पौधे में 'स्व-परागण' (self-pollination) आसानी से होता है। इससे मेंडल को शुद्ध वंशक्रम (true-breeding lines) प्राप्त करने में मदद मिली, यानी ऐसे पौधे जो कई पीढ़ियों तक वही लक्षण दिखाते रहे।

उत्तर – मेंडल ने मटर के पौधे का चयन इसलिए किया क्योंकि उसमें स्पष्ट विपरीतार्थी विशेषक होते हैं और उसका जीवन-चक्र छोटा होता है, जिससे परिणामों का अध्ययन करना आसान हो जाता है।

उदाहरण 3. मंडल ने मटर के एक लंबे (TT) पौधे का क्रॉस एक बौने (tt) पौधे से कराया। F1 पीढ़ी और F2 पीढ़ी में दिखने वाले (फीनोटाइपिक) और जीनी (जीनोटाइपिक) अनुपात बताइए।

- › पहला चरण: जनक पीढ़ी (P) लेते हैं - एक शुद्ध लंबा पौधा (TT) और एक शुद्ध बौना पौधा (tt)।
- › दूसरा चरण: इन पौधों से युग्मक (गैमेट्स) बनेंगे। लंबे पौधे (TT) से सिर्फ 'T' युग्मक और बौने पौधे (tt) से सिर्फ 't' युग्मक।
- › तीसरा चरण: F1 पीढ़ी के लिए इन युग्मकों का क्रॉस कराते हैं। T (लंबे) + t (बौने) = Tt। यानी F1 पीढ़ी में सभी पौधे Tt होंगे। ये सब दिखने में लंबे होंगे।
- › चौथा चरण: अब F1 पीढ़ी (Tt) के पौधों का स्व-परागण (self-pollination) कराते हैं, मतलब Tt का क्रॉस Tt से ही। इससे T और t दोनों तरह के युग्मक बनेंगे।
- › पांचवां चरण: F2 पीढ़ी के लिए पुनेट वर्ग (Punnett Square) बनाते हैं: ऊपर T और t, साइड में T और t।
- › पुनेट वर्ग भरने पर हमें मिलेगा: TT, Tt, Tt, tt।
- › छठा चरण: अब हम फीनोटाइपिक और जीनोटाइपिक अनुपात निकालते हैं।
- › फीनोटाइपिक अनुपात (जो दिखता है): 3 लंबे (TT, Tt, Tt) : 1 बौना (tt) = 3:1।
- › जीनोटाइपिक अनुपात (जीन के हिसाब से): 1 TT : 2 Tt : 1 tt = 1:2:1।

उत्तर – F1 पीढ़ी: सभी पौधे लंबे (जीनोटाइप Tt)। F2 पीढ़ी: फीनोटाइपिक अनुपात 3:1 (लंबे:बौने); जीनोटाइपिक अनुपात 1:2:1 (TT:Tt:tt)।

उदाहरण 4. मटर के एक लंबे पौधे (TT) और एक बौने पौधे (tt) के बीच संकरण से F1 पीढ़ी में कौन से पौधे प्राप्त होंगे और F2 पीढ़ी में लंबे और बौने पौधों का अनुपात क्या होगा? (प्रभाविता और विसंयोजन नियम का उपयोग करें)

- › पहला चरण: जनकीय पीढ़ी (P-generation) - एक शुद्ध लंबा पौधा (TT) और एक शुद्ध बौना पौधा (tt) लेते हैं।
- › दूसरा चरण: युग्मक निर्माण - लंबे पौधे से 'T' युग्मक बनेगा और बौने पौधे से 't' युग्मक बनेगा। विसंयोजन नियम के अनुसार, कारक अलग हो गए।
- › तीसरा चरण: F1 पीढ़ी - जब 'T' और 't' युग्मक मिलेंगे, तो सभी पौधे 'Tt' जीनोटाइप वाले होंगे। प्रभाविता नियम के अनुसार, 'T' (लंबापन) 't' (बौनापन) पर प्रभावी है, तो सभी पौधे 'लंबे' दिखेंगे।
- › चौथा चरण: F1 पीढ़ी का स्व-परागण - अब F1 के 'Tt' पौधों का आपस में संकरण करवाते हैं।
- › पांचवां चरण: F2 पीढ़ी के युग्मक - 'Tt' पौधे से 'T' और 't' दोनों तरह के युग्मक बनेंगे (विसंयोजन नियम)।
- › छठा चरण: F2 पीढ़ी का जीनोटाइप और फीनोटाइप - जब ये युग्मक मिलेंगे, तो TT, Tt, Tt और tt जीनोटाइप बनेंगे। फीनोटाइप के आधार पर 3 लंबे (TT, Tt, Tt) और 1 बौना (tt) पौधा प्राप्त होगा।
- › सातवां चरण: अनुपात - F2 पीढ़ी में लंबे और बौने पौधों का फीनोटाइपिक अनुपात 3:1 होगा।

उत्तर – F1 पीढ़ी में सभी पौधे लंबे (Tt) होंगे। F2 पीढ़ी में लंबे और बौने पौधों का अनुपात 3:1 होगा।

उदाहरण 5. गुलाबी फूलों वाले स्नैपड्रैगन (Snapdragon) पौधे कैसे उत्पन्न होते हैं यदि लाल (RR) और सफेद (rr) फूलों वाले पौधों के बीच संकरण कराया जाए, और यह अपूर्ण प्रभाविता का उदाहरण हो?

- › पहला कदम: जनक पीढ़ी (P-generation) के जीनोटाइप लिखिए। लाल फूल = RR, सफेद फूल = rr।
- › दूसरा कदम: जनक से बनने वाले युग्मक (gametes) लिखिए। RR से केवल R युग्मक, rr से केवल r युग्मक।
- › तीसरा कदम: F1 पीढ़ी के जीनोटाइप और फीनोटाइप ज्ञात कीजिए। R युग्मक और r युग्मक मिलकर Rr जीनोटाइप बनाते हैं।
- › चौथा कदम: क्योंकि यह अपूर्ण प्रभाविता का मामला है, Rr का फीनोटाइप गुलाबी होगा, न लाल न सफेद।
- › पांचवां कदम: यदि F1 पीढ़ी (Rr) का स्व-परागण (self-pollination) कराया जाए, तो F2 पीढ़ी में RR (लाल), Rr (गुलाबी), और rr (सफेद) फूल 1:2:1 के अनुपात में मिलेंगे।

उत्तर – F1 पीढ़ी में सभी पौधे Rr जीनोटाइप वाले होंगे और उनके फूल गुलाबी रंग के होंगे। F2 पीढ़ी में लाल, गुलाबी और सफेद फूल 1:2:1 के अनुपात में होंगे।

उदाहरण 6. मंडल ने एक शुद्ध लंबे (TT) और पीले बीज वाले (YY) मटर के पौधे का क्रॉस शुद्ध बौने (tt) और हरे बीज वाले (yy) मटर के पौधे से कराया। F2 पीढ़ी में फीनोटाइपिक अनुपात क्या होगा?

- › पहले जनक (Parental) पीढ़ी के जीनोटाइप हैं TTYy (लंबे, पीले) और ttyy (बौने, हरे)।
- › F1 पीढ़ी में, सभी पौधे TtYy होंगे (लंबे, पीले), क्योंकि लिंबापन और पीला रंग प्रभावी हैं।
- › अब F1 पीढ़ी (TtYy) का स्व-परागण (self-pollination) कराते हैं। युग्मक (gametes) चार तरह के बनेंगे: TY, Ty, tY, ty।
- › पुनेट वर्ग (Punnett Square) बनाकर F2 पीढ़ी के सभी संभावित जीनोटाइप और फीनोटाइप को लिखेंगे। इसमें 16 बॉक्स बनेंगे।
- › गिनने पर हमें निम्नलिखित फीनोटाइप मिलेंगे: लंबे-पीले, लंबे-हरे, बौने-पीले और बौने-हरे।
- › इनका अनुपात होगा 9 (लंबे-पीले) : 3 (लंबे-हरे) : 3 (बौने-पीले) : 1 (बौने-हरे)।

उत्तर – F2 पीढ़ी का फीनोटाइपिक अनुपात 9:3:3:1 होगा।

उदाहरण 7. मान लीजिए एक जीव में गुणसूत्रों (क्रोमोसोम) की संख्या $2n = 4$ है। समझाइए कि युग्मक (gamete) बनते समय यह 'वंशागति का क्रोमोसोम सिद्धांत' कैसे लागू होगा।

- › पहला कदम: सबसे पहले, हमें पता है कि इस जीव में 4 क्रोमोसोम हैं, जो 2 जोड़े में होते हैं (यानी $2n = 4$)। एक जोड़ा माँ से आया, एक पिता से।
- › दूसरा कदम: अब, जब युग्मक (जैसे शुक्राणु या अंडाणु) बनते हैं, तो अर्धसूत्री विभाजन (meiosis) होता है।
- › तीसरा कदम: अर्धसूत्री विभाजन के दौरान, क्रोमोसोम के जोड़े एक-दूसरे से अलग हो जाते हैं, बिल्कुल वैसे ही जैसे मंडल के कारक अलग होते थे।
- › चौथा कदम: हर युग्मक में हर जोड़े से सिर्फ एक क्रोमोसोम जाता है। तो अगर 2 जोड़े थे, तो हर युग्मक में कुल 2 क्रोमोसोम ही होंगे (यानी $n = 2$)।
- › पांचवां कदम: यह क्रोमोसोम का अलग होना ही जीन के अलग होने का आधार है, क्योंकि जीन क्रोमोसोम पर ही स्थित होते हैं। इस तरह, वंशागति क्रोमोसोम के व्यवहार को दर्शाती है।

उत्तर – युग्मक बनते समय, क्रोमोसोम के जोड़े अलग हो जाते हैं, जिससे हर युग्मक में हर जोड़े से एक ही क्रोमोसोम आता है (इस उदाहरण में 2 क्रोमोसोम)। यही क्रोमोसोम का व्यवहार गुणों की वंशागति को नियंत्रित करता है।

उदाहरण 8. मान लीजिए ड्रोसोफिला मक्खी में शरीर का रंग (काला 'b' और भूरा 'B') और पंखों की लंबाई (छोटे 'vg' और सामान्य 'Vg') के जीन एक ही क्रोमोसोम पर बहुत पास हैं। यदि हम एक विषमयुग्मकी मक्खी (BbVgvg) का टेस्ट क्रॉस (bbyvgvg) करते हैं, तो संतति में आपको क्या परणाम मिलेंगे? क्या पुनर्योजन ज़्यादा होगा या कम?

- › पहला चरण: जीन की स्थिति देखें। प्रश्न में कहा गया है कि जीन एक ही क्रोमोसोम पर 'बहुत पास' हैं। इसका मतलब है कि उनमें सहलग्नता (Linkage) ज़्यादा होगी।
- › दूसरा चरण: सहलग्नता का मतलब है कि पैरेंटल कॉम्बिनेशन (जैसे भूरा शरीर और सामान्य पंख, या काला शरीर और छोटे पंख) अगली पीढ़ी में साथ-साथ जाने की संभावना ज़्यादा होगी।
- › तीसरा चरण: क्योंकि सहलग्नता ज़्यादा है, पुनर्योजन (नए कॉम्बिनेशन) कम बनेंगे।
- › चौथा चरण: टेस्ट क्रॉस में पैरेंटल फीनोटाइप्स (भूरा शरीर-सामान्य पंख और काला शरीर-छोटे पंख) की संख्या पुनर्योजी फीनोटाइप्स (भूरा शरीर-छोटे पंख और काला शरीर-सामान्य पंख) से काफी ज़्यादा मिलेगी।
- › पांचवां चरण: उदाहरण के लिए, अगर पुनर्योजन दर 10% है, तो 90% संतति पैरेंटल प्रकार की होगी और 10% पुनर्योजी प्रकार की।

उत्तर – संतति में पैरेंटल फीनोटाइप्स (भूरा शरीर-सामान्य पंख और काला शरीर-छोटे पंख) की संख्या बहुत ज़्यादा होगी और पुनर्योजी फीनोटाइप्स (भूरा शरीर-छोटे पंख और काला शरीर-सामान्य पंख) की संख्या बहुत कम होगी, क्योंकि इन जीनों में उच्च सहलग्नता है।

उदाहरण 9. मानव त्वचा के रंग के लिए तीन जीनों (A, B, C) को जिम्मेदार माना गया है। यदि प्रभावी एलील्स (A, B, C) गहरे रंग के लिए और अप्रभावी एलील्स (a, b, c) हल्के रंग के लिए जिम्मेदार हैं, तो एक व्यक्ति जिसका जीनोटाइप AaBbCc है, उसकी त्वचा का रंग कैसा होगा?

- › सबसे पहले, हम देखेंगे कि इस जीनोटाइप में कितने प्रभावी एलील्स हैं।
- › AaBbCc जीनोटाइप में, हर जीन के लिए एक प्रभावी एलील (A, B, C) और एक अप्रभावी एलील (a, b, c) है।
- › तो, कुल प्रभावी एलील्स की संख्या 3 है (एक A, एक B, एक C)।
- › कुल अप्रभावी एलील्स की संख्या भी 3 है (एक a, एक b, एक c)।
- › चूंकि प्रभावी एलील्स गहरे रंग के लिए और अप्रभावी एलील्स हल्के रंग के लिए जिम्मेदार हैं, और इस व्यक्ति में प्रभावी और अप्रभावी एलील्स की संख्या बराबर है।
- › इसलिए, इस व्यक्ति की त्वचा का रंग न तो बहुत गहरा होगा और न ही बहुत हल्का। यह एक मध्यवर्ती (intermediate) रंग होगा।

उत्तर – व्यक्ति की त्वचा का रंग मध्यवर्ती (intermediate) होगा।

उदाहरण 10. मानव में लिंग निर्धारण किस प्रकार होता है, क्रोमोसोम के आधार पर समझाएं?

- › पहला कदम, ये जानो कि मानव शरीर में कुल 46 क्रोमोसोम होते हैं, जिन्हें 23 जोड़ों में बांटा जाता है। इनमें से 22 जोड़े ऑटोसोम (अलैंगिक क्रोमोसोम) होते हैं और एक जोड़ा लिंग क्रोमोसोम (sex chromosomes) होता है, जो लिंग का निर्धारण करता है।
- › दूसरा कदम, अब नर और मादा के लिंग क्रोमोसोम को समझो। मादा में XX क्रोमोसोम होते हैं, और नर में XY क्रोमोसोम होते हैं।
- › तीसरा कदम, जब युग्मक (gametes) बनते हैं, तो मादा सिर्फ X क्रोमोसोम वाले अंडे (eggs) बनाती है। लेकिन नर दो तरह के शुक्राणु (sperms) बनाता है: 50% शुक्राणु में X क्रोमोसोम होता है और 50% में Y क्रोमोसोम होता है।
- › चौथा कदम, जब निषेचन (fertilization) होता है:
- › - अगर X क्रोमोसोम वाला शुक्राणु, X क्रोमोसोम वाले अंडे से मिलता है, तो XX युग्मनज (zygote) बनता है, और इससे 'लड़की' (मादा) पैदा होती है।
- › - अगर Y क्रोमोसोम वाला शुक्राणु, X क्रोमोसोम वाले अंडे से मिलता है, तो XY युग्मनज बनता है, और इससे 'लड़का' (नर) पैदा होता है।
- › तो बच्चों, इसका मतलब यह हुआ कि बच्चे का लिंग पुरुष के शुक्राणु पर निर्भर करता है, न कि महिला के अंडे पर। है ना कमाल की बात!

उत्तर – मानव में लिंग निर्धारण पुरुष के शुक्राणु में मौजूद लिंग गुणसूत्र (X या Y) पर निर्भर करता है। यदि X शुक्राणु अंडे से मिलता है तो लड़की (XX) और यदि Y शुक्राणु अंडे से मिलता है तो लड़का (XY) पैदा होता है।

उदाहरण 11. दात्र कोशिका अरक्तता (Sickle Cell Anemia) किस प्रकार के उत्परिवर्तन का उदाहरण है और इसमें DNA के किस भाग में परिवर्तन होता है?

- › देखो बच्चों, दात्र कोशिका अरक्तता एक बहुत गंभीर बीमारी है।
- › इसमें हीमोग्लोबिन अणु की बीटा ग्लोबिन श्रृंखला की छठी स्थिति में एक अमीनो अम्ल, ग्लूटैमिक अम्ल (Glu) की जगह वैलीन (Val) आ जाता है।
- › यह परिवर्तन DNA के छठे कोडोन में GAG का GUG द्वारा प्रतिस्थापन के कारण होता है।
- › चूंकि यहाँ केवल एक क्षार युग्म (बेस पेयर) बदल रहा है, इसलिए यह बिंदु उत्परिवर्तन (Point Mutation) का एक बिल्कुल सीधा-सादा उदाहरण है।
- › इस बदलाव से लाल रक्त कोशिकाओं का आकार गोल से बदलकर हँसिये (दात्र) जैसा हो जाता है, जिससे ऑक्सीजन ले जाने की क्षमता कम हो जाती है।

उत्तर – दात्र कोशिका अरक्तता एक 'बिंदु उत्परिवर्तन' (Point Mutation) का उदाहरण है, जिसमें DNA के छठे कोडोन में 'GAG' की जगह 'GUG' आ जाता है, जिससे ग्लूटैमिक अम्ल की जगह वैलीन आ जाता है।

उदाहरण 12. एक वंशावली विश्लेषण में एक परिवार का चार्ट दिया गया है जिसमें एक आनुवंशिक विकार दिखाया गया है। पहली पीढ़ी में दादाजी (पुरुष) प्रभावित हैं और दादीजी (महिला) अप्रभावित हैं। उनकी दो बेटियाँ और एक बेटा है। एक बेटी प्रभावित है, दूसरी बेटी और बेटा अप्रभावित हैं। आपको इसे प्रतीकों का उपयोग करके बनाना है।

› सबसे पहले, पहली पीढ़ी के लिए दादाजी (पुरुष, प्रभावित) के लिए एक भरा हुआ वर्ग (■) और दादीजी (महिला, अप्रभावित) के लिए एक खाली वृत्त (○) बनाएँ।

› इन्हें एक क्षैतिज रेखा से जोड़ें, और फिर इनसे नीचे एक खड़ी रेखा खींचें।

› दूसरी पीढ़ी के लिए: प्रभावित बेटी के लिए एक भरा हुआ वृत्त (●) बनाएँ। अप्रभावित बेटी के लिए एक खाली वृत्त (○) और अप्रभावित बेटे के लिए एक खाली वर्ग (□) बनाएँ।

› इन तीनों बच्चों को ऊपर वाली खड़ी रेखा से निकली हुई क्षैतिज रेखा से जोड़ें।

उत्तर – पहली पीढ़ी: – (दादाजी प्रभावित, दादीजी अप्रभावित)

दूसरी पीढ़ी: | _____ (प्रभावित बेटी, अप्रभावित बेटी, अप्रभावित बेटा)

उदाहरण 13. एक वर्णाधता वाहक महिला (XCX) और एक सामान्य पुरुष (XY) के बच्चों में वर्णाधता होने की संभावना क्या होगी?

› हमें एक पुनेट वर्ग (Punnett square) बनाना होगा।

› महिला के युग्मक: XC (वर्णाधता जीन वाला X) और X (सामान्य X)।

› पुरुष के युग्मक: X (सामान्य X) और Y (सामान्य Y)।

› पुनेट वर्ग में संयोजन करने पर:

› 1. XCX: सामान्य दृष्टिवाली वाहक बेटी।

› 2. XX: सामान्य दृष्टिवाली सामान्य बेटी।

› 3. XCY: वर्णाध बेटा।

› 4. XY: सामान्य बेटा।

› इन चार संभावित बच्चों में से, एक बेटा वर्णाध होगा।

उत्तर – इस जोड़े के 25% बच्चों (या 50% बेटों) में वर्णाधता होने की संभावना है।

उदाहरण 14. मानव में डाउन सिंड्रोम किस क्रोमोसोम की असामान्यता के कारण होता है और इसमें कुल क्रोमोसोम की संख्या कितनी हो जाती है?

› हमें पता है कि सामान्य मानव कोशिका में कुल 46 क्रोमोसोम होते हैं (23 जोड़े)।

› डाउन सिंड्रोम 21वें क्रोमोसोम की असामान्यता से संबंधित है।

› इस विकार में, 21वें क्रोमोसोम की एक अतिरिक्त प्रति आ जाती है, यानी 21वें क्रोमोसोम की तीन प्रतियाँ हो जाती हैं (जिसे ट्राइसोमी-21 भी कहते हैं)।

› तो, कुल क्रोमोसोम की संख्या $46 \text{ (सामान्य)} + 1 \text{ (अतिरिक्त 21वां क्रोमोसोम)} = 47$ हो जाती है।

उत्तर – डाउन सिंड्रोम 21वें क्रोमोसोम की एक अतिरिक्त प्रति के कारण होता है, जिससे कुल क्रोमोसोम की संख्या 47 हो जाती है।

बोर्ड परीक्षा के लिए खास

• यह अध्याय बोर्ड परीक्षा के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। इसमें से सीधे-सीधे प्रश्न आते हैं जैसे 'वंशागति को परिभाषित करें' या 'विविधता क्या है?' इन परिभाषाओं को अच्छे से समझना और याद रखना।

• मेंडल ने मटर का पौधा क्यों चुना था, ये सवाल बोर्ड परीक्षा में कई बार पूछा गया है। इसके कम से कम दो-तीन कारण अच्छे से याद कर लेना, पूरे नंबर मिलेंगे!

• यह दोनों नियम बोर्ड परीक्षाओं के लिए बहुत ही जरूरी हैं। इनके उदाहरणों के साथ परिभाषा अक्सर पूछी जाती है। आरेख (Punnett square) बनाकर अभ्यास जरूर करना, ताकि आप F1 और F2 पीढ़ी के अनुपात आसानी से निकाल सकें।

- यह टॉपिक बोर्ड परीक्षा के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। अपूर्ण प्रभाविता और सह-प्रभाविता के उदाहरणों को अच्छी तरह से याद करें और P, F₁, F₂ पीढ़ी के जीनोटाइप व फीनोटाइप अनुपात के साथ क्रॉस को आरेखित करना सीखें।
- द्विसंकर क्रॉस का पुनेट वर्ग बनाना और F₂ पीढ़ी का 9:3:3:1 अनुपात निकालना, साथ ही स्वतंत्र अपव्यूहन नियम की परिभाषा, ये बोर्ड परीक्षा में अक्सर पूछे जाते हैं। इसे अच्छे से समझ लेना, बच्चों!
- यह अवधारणा बोर्ड परीक्षाओं के लिए बहुत महत्वपूर्ण है! मॉर्गन के प्रयोगों और सहलग्नता व पुनर्योजन की परिभाषाओं पर आधारित प्रश्न अक्सर पूछे जाते हैं, खासकर ड्रोसोफिला के उदाहरण के साथ।
- यह दोनों कॉन्सेप्ट बोर्ड परीक्षाओं के लिए बहुत महत्वपूर्ण हैं। इनके उदाहरणों को हमेशा याद रखना, जैसे मानव त्वचा का रंग 'बहुजीनी' का उदाहरण है और फेनिलकीटोनूरिया 'बहुप्रभाविता' का।
- यह विषय बोर्ड परीक्षाओं में अक्सर पूछा जाता है। मानव में लिंग निर्धारण की प्रक्रिया को आरेख (diagram) बनाकर समझाना बहुत प्रभावी होता है, इसलिए इसकी अच्छी तरह से प्रैक्टिस कर लें।
- उत्परिवर्तन के प्रकार और दात्र कोशिका अरक्तता इसका एक प्रमुख उदाहरण है, इसे बोर्ड परीक्षा के लिए बहुत अच्छे से तैयार करना, यह अक्सर पूछा जाता है।
- मेंडलीय विकारों के उदाहरण और उनके आनुवंशिक पैटर्न (लिंग-सहलग्न या अलिंग-सहलग्न, प्रभावी/अप्रभावी) को अच्छे से याद कर लेना, खासकर हीमोफीलिया और दात्र कोशिका अरक्तता पर अक्सर सवाल आते हैं।

एक नज़र में रिवीज़न

- › आनुवंशिकी = वंशागति + विविधता। वंशागति: लक्षण पीढ़ी दर पीढ़ी। विविधता: लक्षणों में अंतर।
- › मेंडल ने मटर पर 7 साल प्रयोग कर वंशागति नियम दिए; विपरीतार्थी विशेषक मुख्य चयन कारण।
- › प्रभाविता: एक एलील प्रभावी, दूसरा अप्रभावी। विसंयोजन: युग्मक बनते समय एलील अलग होते हैं।
- › अपूर्ण प्रभाविता: बीच का फीनोटाइप। सह-प्रभाविता: दोनों जनक लक्षण साथ दिखते हैं।
- › द्विसंकर क्रॉस 9:3:3:1 अनुपात, लक्षण स्वतंत्र अपव्यूहन दिखाते हैं।
- › सहलग्नता: जीन का एक ही क्रोमोसोम पर जुड़ना; पुनर्योजन: नए जीन संयोजन।
- › बहुजीनी: अनेक जीन एक लक्षण; बहुप्रभाविता: एक जीन अनेक लक्षण।
- › लिंग निर्धारण: गुणसूत्रों द्वारा नर/मादा का निर्धारण (XY, XO, ZW प्रकार)।
- › उत्परिवर्तन = DNA अनुक्रम बदलाव; प्रकार: बिंदु (दात्र कोशिका) व फ्रेमशिफ्ट; कारण: उत्परिवर्तजन।
- › मेंडलीय विकार: एकल जीन उत्परिवर्तन, मेंडल पैटर्न, जैसे हीमोफीलिया, दात्र कोशिका अरक्तता।