



सुशील जोशी

# मटर के दानों की करामात

विज्ञान में व्यवस्थित प्रयोग करके आँकड़े इकट्ठे करने का महत्व बार-बार नज़र आता है। कई बार लोग सोचते हैं कि वैज्ञानिक खोजें चमत्कार के रूप में होती हैं, संयोगवश हो जाती हैं। हो सकता है कि ऐसा भी होता हो मगर विज्ञान की अधिकांश खोजें धैर्यपूर्वक किए गए अध्ययन का नतीजा होती हैं। विज्ञान में संयोग की बात हम फिर कभी करेंगे। इस बार ऐसे प्रयोगों की बात करेंगे जो सालों-साल तक चले थे और जिनके बल पर जीव विज्ञान के कुछ महत्वपूर्ण सिद्धान्त खोजे गए थे। इन प्रयोगों और इनके निष्कर्षों ने विज्ञान की एक नई शाखा को जन्म दिया था। मैं बात कर रहा हूँ जिनेटिक्स यानी अनुवांशिकी की।

## मंडल, मटर और अनुवांशिकी

वैसे धैर्यपूर्वक अध्ययन करके दूरगामी व बुनियादी निष्कर्षों पर पहुँचने के मामले में डार्विन का कोई सानी नहीं है मगर मंडल (1822-1884) भी पीछे नहीं हैं। मंडल ऑस्ट्रिया के निवासी थे और उनका पूरा नाम था ग्रेगर जॉन मंडल। मंडल

एक मठ में रहते थे और उन्होंने अपने सारे प्रयोग अपने बगीचे में मटर के पौधों पर ही किए। ये प्रयोग 1856 में शुरू हुए और पूरे 12 साल चले।

तुमने तरह-तरह के मटर के दाने तो देखे ही होंगे। ऐसे ही मटर के पौधे भी कई तरह के होते हैं। तो मंडल यह जानना चाहते थे कि मटर के ये अलग-अलग गुण कैसे पैदा होते हैं और एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में कैसे पहुँचते हैं। वैसे तो लोग सदियों से जानते थे कि एक पीढ़ी के कई गुण दूसरी पीढ़ी तो क्या, आने वाली कई पीढ़ियों तक प्रकट होते रहते हैं। मगर इन गुणों के एक से दूसरी पीढ़ी तक पहुँचने की प्रक्रिया को समझने के लिए मंडल ने जो प्रयोग किए उनसे हमें कई बातें सीखने को मिली थीं।

## मंडल के प्रयोग

मंडल ने पहले तो मधुमक्खियों पर प्रयोग करना शुरू किए लेकिन जल्दी ही मटर को थाम लिया क्योंकि मधुमक्खी की बजाय मटर को सम्भालना ज़्यादा आसान है। उन्होंने मटर के कुछ गुणों को अध्ययन के लिए चुना। जैसे मटर के दाने दो तरह के होते हैं – चिकने और खुरदरे। इसी प्रकार से मटर के पौधे लम्बे हो सकते हैं या बौने। मटर के दाने हरे और पीले दोनों हो सकते हैं। तो उन्होंने ऐसे 7 गुणों पर ध्यान दिया। मुख्य बात यह थी कि इनमें से प्रत्येक गुण के दो अलग-अलग रूप पाए जाते थे।

मंडल को यह तो पता ही था कि पौधों में लैंगिक प्रजनन होता है – यानी किसी पौधे के फूलों के पराग कण किसी दूसरे पौधे के फूलों के स्त्रीकेसर पर पहुँच जाते हैं। यहाँ पराग कण और अंडाशय के मेल से नए फल बनते हैं जिनमें बीज होते हैं। इस क्रिया को पर-परागण कहते हैं। इसके विपरीत यदि किसी फूल के पराग कण उसी फूल के स्त्रीकेसर पर पहुँच जाएँ तो इसे स्व-परागण कहते हैं। मंडल ने अपने प्रयोग के लिए एक खास व्यवस्था की। वे किसी प्रयोग में पर-परागण होने देते थे तो किसी प्रयोग में मात्र स्व-परागण की अनुमति देते थे।

हर बार जब बीज बनते तो उन्हें गिना जाता। फिर उनमें से कुछ बीज गिनकर बोए जाते। इनसे बनने वाले पौधों के गुणों का लेखा-जोखा रखा जाता। फिर इनसे बनने वाले बीज गिने जाते, उन्हें फिर से बोया जाता और उनमें पाए जाने वाले गुणों का रिकॉर्ड रखा जाता। यानी मंडल के पास बीज-बीज का हिसाब था।

## मटर का फूल – बैंगनी कब, सफेद कब?

यह प्रयोग सम्बन्धित था फूलों के रंग से। मटर के कुछ पौधों में बैंगनी फूल लगते हैं और कुछ में सफेद। तो सबसे पहले मटर के दानों को बोया और उनमें स्व-परागण रवाने

करवाया गया। हर बार फूलों के रंग के आधार पर उन्हें छाँट लिया गया। ऐसा इतनी बार करवाया कि जो बीज बने उन्हें बोककर स्व-परागण करवाने पर सारे पौधों पर या तो बैंगनी फूल आएँ या सफेद। दूसरे शब्दों में, मंडल ने स्व-परागण करवा-करवा कर सच्चे बैंगनी और सच्चे सफेद फूल वाले पौधे तैयार कर लिए थे। सच्चे बैंगनी और सच्चे सफेद से मतलब है कि उनमें स्व-परागण कराया जाए तो उसी रंग के फूल वाले पौधे मिलेंगे। इसी में दो-तीन साल लग गए होंगे।

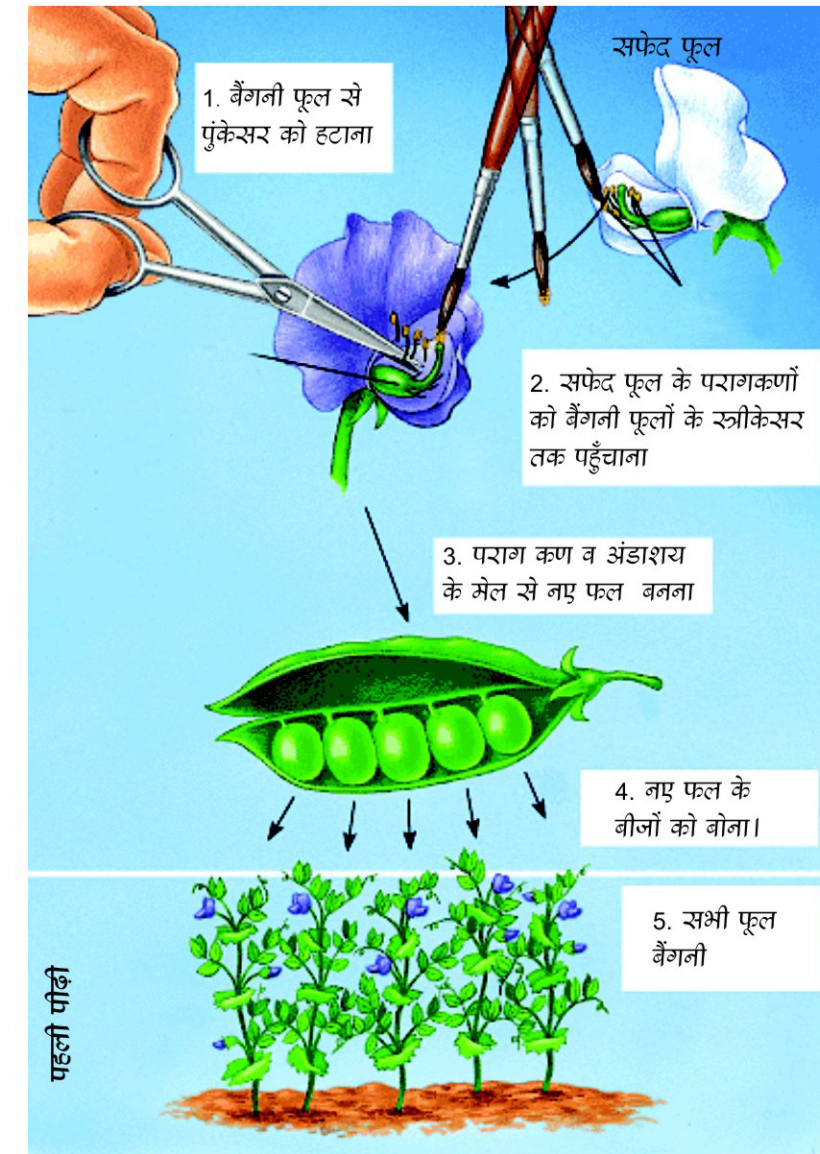
इसके बाद उन्होंने दोनों तरह के बीज बोए और उनमें पर-परागण करवाया। इस तरह से जो बीज बने उन्हें बोने पर जो पौधे बने उन सब में बैंगनी फूल लगे। आखिर क्यों? बीच का रंग क्यों नहीं बन गया?

अब जब इन बैंगनी फूलों वाले पौधों में पर-परागण से उत्पन्न बीज बोए गए तो... तुम्हारा क्या ख्याल है क्या होगा? मंडल के प्रयोग में हुआ यह कि सारे पौधों में बैंगनी फूल नहीं लगे। मंडल ने गिना कि 705 पौधों पर बैंगनी फूल लगे थे और 224 पौधों पर सफेद फूल लगे थे। अनुपात के रूप में कहें तो बैंगनी और सफेद फूल वाले पौधों के बीच अनुपात 3.15:1 था।

उन्होंने ये प्रयोग अन्य गुणों को लेकर भी किए। उनके परिणाम तालिका में देख सकते हो। सभी में विपरीत गुणों का अनुपात लगभग 3:1 था। ऐसा क्यों?

तालिका: मंडल के परिणाम

गुण	प्रथम पीढ़ी	दूसरी पीढ़ी	अनुपात
चिकने या खुरदरे बीज	सारे चिकने	5,474 चिकने, 1850 खुरदरे	2.96:1
पीले या हरे बीज	सारे पीले	6,022 पीले, 2001 हरे	3.01:1
लाल या सफेद फूल	सारे लाल	705 लाल, 224 सफेद	3.15:1
फूली हुई या पिचकी हुई फली	सारी फूली हुई	882 फूली, 299 पिचकी	2.95:1
हरी या पीली फलियाँ	सारी हरी	428 हरी, 152 पीली	2.82:1
कक्षस्थ या अग्रस्थ फूल	सारे कक्षस्थ	651 कक्षस्थ, 207 अग्रस्थ	3.14:1
लम्बा या छोटा तना	सारे लम्बे	787 लम्बे, 277 छोटे	2.84:1



शेष पृष्ठ 36 पर...



### प्रयोगों से निष्कर्ष

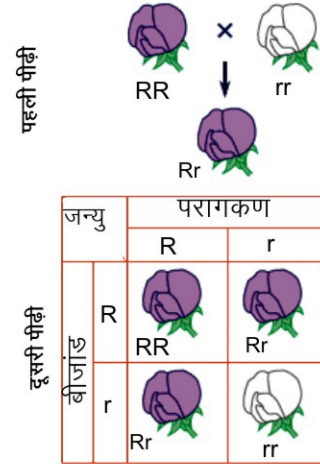
मैंडल ने इन प्रयोगों से दो निष्कर्ष निकाले। पहला निष्कर्ष तो यह था कि प्रत्येक गुण के दो कारक होते हैं। यानी फूल के रंग के गुण के दो कारक हैं – एक बैंगनी और दूसरा सफेद कारक। परागकण व बीजांड बनते समय ये कारक अलग-अलग हो जाते हैं। यानी परागकण या बीजांड में या तो बैंगनी कारक होगा या सफेद कारक। जब बीजांड और परागकण का मिलन होता है तो जो बीज बनता है उसमें रंग के दो कारक होते हैं। ये दोनों बैंगनी, दोनों सफेद या एक बैंगनी-एक सफेद हो सकते हैं। मगर ये एक-दूसरे में घुलते-मिलते नहीं हैं, स्वतंत्र ही रहते हैं। तभी तो इन बीजों से बने पौधे के फूल के परागकण या बीजांड में कोई एक ही कारक जाएगा।

मगर जब दोनों रंग के कारक हैं तो बीच का रंग क्यों नहीं बन जाता? या चितकबरे फूल क्यों नहीं बनते? मैंडल ने निष्कर्ष निकाला कि एक ही गुण के दो कारकों में से एक हावी और दूसरा दबू होता है। इन्हें उन्होंने dominant और recessive कहा था। उन्होंने कहा कि रंग के मामले में बैंगनी कारक हावी रहता है और सफेद कारक दबू। किसी फूल में दोनों कारक बैंगनी हो सकते हैं, दोनों कारक सफेद हो सकते हैं या एक कारक बैंगनी और दूसरा सफेद हो सकता है। जब किसी बीज में बैंगनी कारक और सफेद कारक दोनों हों, तो फूल का रंग बैंगनी होता है क्योंकि बैंगनी कारक सफेद को दबा देता है। सफेद फूल आने के लिए ज़रूरी है कि दोनों कारक सफेद हों। मैंडल ने इस बात के लिए अक्षरों का सहारा लिया। वे कहते थे कि फूलों के रंग के दो कारक R और r हैं। R बैंगनी के लिए और r सफेद के लिए। इनमें से हावी कारक को कैपिटल अक्षर से लिखा जाता है।

यह बात एक चित्र के माध्यम से देखते हैं। वास्तव में इस प्रयोग के परिणामों को समझना तब बहुत आसान हो जाता है

जब हमारे पास मेंडल के निष्कर्ष मौजूद हों। वैसे यह बात कई अन्य प्रयोगों के सन्दर्भ में भी सही है।

मैंडल ने सच्चे सफेद और सच्चे बैंगनी फूल वाले पौधों के पर-परागण से जो बीज प्राप्त किए उन्हें बोने पर तो सारे पौधों में बैंगनी फूल ही लगे थे क्योंकि सारे बीज Rr थे। (बैंगनी कारक हावी जो ठहरा।) अब इनसे परागकण या बीजांड बनेंगे जो जिनमें रंग के कारक निम्नानुसार होंगे (परागकण या बीजांड के लिए सामान्य नाम जन्यु है)।



अब कम से कम तीन पौधे ऐसे हैं जिनमें एक कारक R है। तो इन पौधों में बैंगनी फूल लगेंगे, चाहे दूसरा कारक कोई भी हो। सफेद फूल लगने के लिए तो ज़रूरी है कि दोनों कारक r हों। यह परिस्थिति तो 4 में से मात्र एक बीज में बनी है। तो साफ है कि हर चार में से तीन पौधों पर बैंगनी और एक पर सफेद फूल लगेंगे। यही मैंडल ने अपने प्रयोगों में पाया था।

यहाँ एक-दो बातें और बता दूँ। एक तो यह कि उपरोक्त निष्कर्ष एक-दो बीजों के साथ प्रयोग करके कभी नहीं मिल सकते। ये निष्कर्ष तभी मिल सकते हैं जब बड़ी संख्या में बीज लिए जाएँ। दूसरी बात यह है कि यदि तुम तालिका को ध्यान से देखो तो दूसरी पीढ़ी में गुणों का अनुपात ठीक 3:1 नहीं आता है। कहीं अनुपात 2.82:1 तो कहीं 3.15:1 है। मैंडल के निष्कर्ष से एक बात और साफ होती है – हालांकि सफेद रंग पहली पीढ़ी में दिखता नहीं है मगर उसका कारक मौजूद है। यानी कई गुण दो पीढ़ी बाद फिर से प्रकट हो सकते हैं।

अभी हमने मैंडल के प्रयोग का एक ही हिस्सा देखा है। इसका निष्कर्ष यह है कि यदि कोई गुण दो अलग-अलग रूपों में नज़र आता है तो उसके दो कारक होते हैं और परागकण या बीजांड (यानी जन्यु) बनते समय ये कारक अलग-अलग हो जाते हैं। यह मैंडल का पहला नियम है। आजकल हम इन कारकों को जीन्स कहते हैं। अनुवांशिकी यानी पीढ़ी-दर-पीढ़ी गुणों के प्रसार का विज्ञान आज मैंडल से बहुत आगे बढ़ चुका है। अगली बार हम मैंडल के दूसरे नियम की बात करेंगे और देखेंगे कि मैंडल किन मायनों में भाग्यशाली थे कि वे ये नियम खोज पाए।

