



GENE INTERACTION

Presentation by

Dr. Girima Nagda

(Assistant Professor)

**Department of Zoology, University College of Science,
Mohanlal Sukhadia University, Udaipur (Raj.)**

Introduction

- Definition- The phenomenon of two or more genes affecting the expression of each other in various ways in the development of a single character of an organism is known as gene interaction
 - Most of the characters of living organisms are controlled/ influenced/ governed by a collaboration of several different genes.
 - Mendel and other workers assumed that characters are governed by single genes but later it was discovered that many characters are governed by two or more genes.
 - Such genes affect the development of concerned characters in various ways; this lead to the modification of the typical dihybrid ratio (9:3:3:1) or trihybrid (27:9:9:9:3:3:3:1).
 - In gene interaction, expression of one gene depends on expression (presence or absence) of another gene.

परिचय

- परिभाषा- किसी जीव के एकल वर्ण के विकास में विभिन्न तरीकों से एक दूसरे की अभिव्यक्ति को प्रभावित करने वाले दो या अधिक जीनों की घटना को जीन इंटरैक्शन के रूप में जाना जाता है
 - जीवित जीवों के अधिकांश चरित्र कई अलग-अलग जीनों के सहयोग से नियंत्रित / प्रभावित / नियंत्रित होते हैं।
 - मेंडल और अन्य ने माना कि वर्ण एकल जीन द्वारा शासित होते हैं लेकिन बाद में पता चला कि कई वर्ण दो या अधिक जीनों द्वारा शासित होते हैं।
 - ऐसे जीन विभिन्न तरीकों से संबंधित पात्रों के विकास को प्रभावित करते हैं; यह ठेठ डायहाब्रिड (9: 3: 3: 1) या ट्राइहीब्रिड (27: 9: 9: 9: 3: 3: 3: 1) के संशोधन की ओर ले जाता है।
 - जीन इंटरैक्शन में, एक जीन की अभिव्यक्ति दूसरे जीन की अभिव्यक्ति (उपस्थिति या अनुपस्थिति) पर निर्भर करती है।

Gene interaction

1. Intragenic interaction

- (i). Incomplete dominance
- (ii). Co-dominance
- (iii). Multiple alleles
- (iv). Lethal genes

2. Intergenic interaction

- (i). Complementary genes
- (ii). Supplementary genes
- (iii). Epistasis
- (iv). Duplicate genes
- (v). Pleiotropic genes

Types of Gene Interactions

- Gene interactions can be classified as

a) Allelic/ non epistatic gene interaction - This type of interaction gives the classical ratio of 3:1 or 9:3:3:1

b) Non-allelic/ epistatic gene interaction- In this type of gene interaction genes located on same or different chromosome interact with each other for their expression. Discovery of non allelic gene interaction has been made after Mendel and can be best understood by studying phenotypic trait of gene.

जीन इंटरैक्शन के प्रकार

- जीन इंटरैक्शन को वर्गीकृत किया है

α) एलेलिक / नॉन एपिस्टैटिक जीन इंटरैक्शन - इस प्रकार की इंटरैक्शन 3: 1 या 9: 3: 3: 1 का शास्त्रीय अनुपात देती है

बी) गैर-एलील / एपिस्टैटिक जीन इंटरैक्शन- इस प्रकार के जीन इंटरैक्शन जीन में एक ही या अलग-अलग गुणसूत्र पर स्थित एक दूसरे के साथ अपनी अभिव्यक्ति के लिए बातचीत करते हैं। गैर-एलील जीन इंटरैक्शन की खोज मेंडल के बाद की गई है और इसे जीन की फेनोटाइपिक विशेषता के अध्ययन के लिए सबसे अच्छा समझा जा सकता है।

Epistatic and Hypostatic gene

- **Epistatic gene** - When a gene or locus which suppress or mask the phenotypic expression of another gene at another locus such gene is known as epistatic gene. Epistatic is Greek term and meaning is standing up
- **Hypostatic gene** - The gene or locus which was suppressed by an epistatic gene was called hypostatic gene

GENE A: BLACK HAIR (EPISTATIC GENE): SUPPRESSES THE EXPRESSION OF GENE B

a = GREY HAIR

GENE B: BLUE EYE COLOR (HYPOSTATIC GENE) : CANNOT EXPRESS IN PRESENCE OF GENE A; b= BLACK EYE COLOR

AaBb: BLACK HAIR/BLACK EYES

AaBB: BLACK HAIR/BLACK EYES

एपिस्टैटिक और हाइपोस्टैटिक जीन

एपिस्टैटिक जीन - जब एक जीन या स्थान जो दूसरे जीन पर किसी अन्य जीन के फेनोटाइपिक अभिव्यक्ति को दबाता है या मास्क करता है, तो एपिस्टैटिक जीन के रूप में जाना जाता है। एपिस्टैटिक ग्रीक शब्द है और अर्थ ऊपर खड़ा है

हाइपोस्टैटिक जीन - वह जीन या स्थान जो एक एपिस्टैटिक जीन द्वारा दबाया गया था, हाइपोस्टैटिक जीन कहलाता है

Classification of epistatic gene interaction

- Epistatic gene interaction Gene is classified as follow on the basis manner by which concerned genes influence the expression of each other

1. Supplementary gene action (9:3:4)
2. Complementary gene action (9:7)
3. Inhibitory gene action (13:3)
4. Duplicate gene interaction (15:1)
5. Masking gene action (12:3:1)
6. Polymeric gene action (9:6:1)

DIHYBRID CROSS PHENOTYPIC: 9:3:3:1
TOTAL = 16

एपिस्टैटिक जीन इंटरैक्शन का वर्गीकरण

- एपिस्टैटिक जीन इंटरैक्शन जीन को आधार तरीके से पालन किया जाता है जिसके द्वारा संबंधित जीन एक दूसरे की अभिव्यक्ति को प्रभावित करते हैं

1. अनुपूरक जीन क्रिया (9: 3: 4)
2. पूरक जीन क्रिया (9: 7)
3. निरोधात्मक जीन कार्रवाई (13: 3)
4. डुप्लिकेट जीन इंटरैक्शन (15: 1)
5. मास्किंग जीन एक्शन (12: 3: 1)
6. पॉलिमर जीन क्रिया (9: 6: 1)

Supplementary gene action

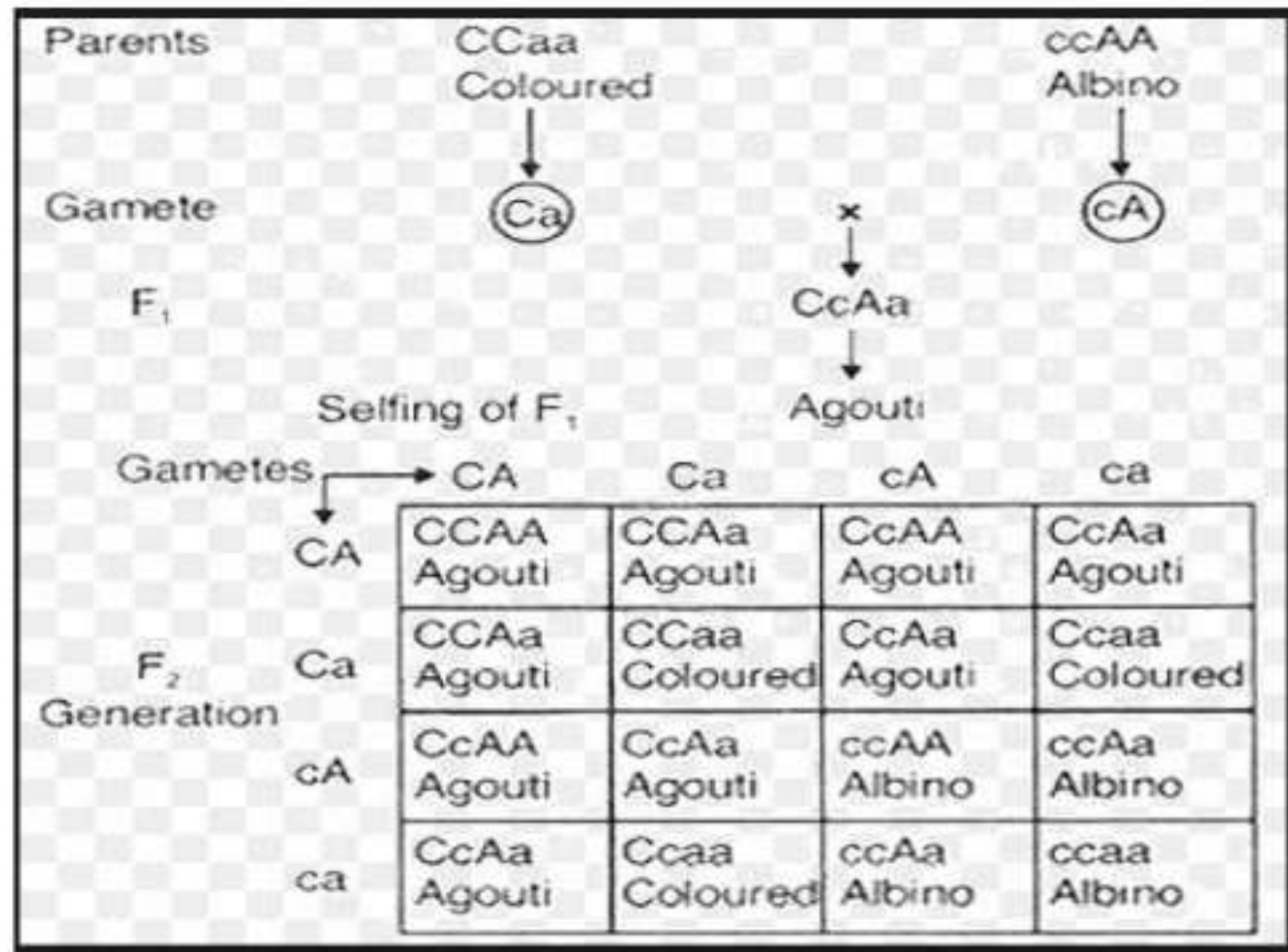
- In supplementary gene interaction, the dominant allele of one of two gene governing a character produces phenotypic effect
 - However dominant allele of the other gene does not produce a phenotypic effect on its own.
 - But when it is present with dominant allele of the first gene it modifies the phenotypic effect produced by that gene.
 - For example development of agouty (gray) coat color in mice.

Phenotypic ratio- 9 Agouti : 3 coloured : 4 Albino
Dominant allele- **C produces Coloured phenotype while dominant allele A produces no phenotype (albino) but when dominant allele A present with C it produces agouti (grey) phenotype**

अनुपूरक जीन क्रिया

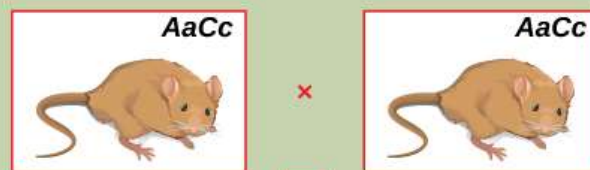
- पूरक जीन इंटरैक्शन में, एक चरित्र को नियंत्रित करने वाले दो जीनों में से एक का प्रमुख एलीमेंट फेनोटाइपिक प्रभाव पैदा करता है
 - हालांकि अन्य जीन के प्रमुख एलील अपने आप में एक फेनोटाइपिक प्रभाव उत्पन्न नहीं करते हैं।
 - लेकिन जब यह पहले जीन के प्रमुख एलील के साथ मौजूद होता है तो यह उस जीन द्वारा निर्मित फेनोटाइपिक प्रभाव को संशोधित करता है।
उदाहरण के लिए चूहों में agouty (ग्रे) कोट रंग का विकास।
फेनोटाइपिक अनुपात- 9 एगौटी: 3 रंग: 4 एल्बिनो डोमिनेंट एलील- C रंगीन फेनोटाइप का उत्पादन करता है, जबकि प्रमुख एलेल ए फेनोटाइप (अल्बिनो) नहीं पैदा करता है, लेकिन जब एलीमेन्ट एलील सी के साथ मौजूद होता है तो यह एगुटी (ग्रे) फेनोटाइप बनाता है।

















Dominant allele- C produces Coloured phenotype while dominant allele A produces no phenotype (albino) but when dominant allele A present with C it produces agouti (grey) phenotype



Phenotypic ratio- 9 Agouti : 3 coloured : 4 Albino

Epistasis



	AC	aC	Ac	ac
AC	AACC 	AaCC 	AACc 	AaCc 
aC	AaCC 	aaCC 	AaCc 	aaCc 
Ac	AACc 	AaCc 	AAcc 	Aacc 
ac	AaCc 	aaCc 	Aacc 	aacc 

Genotypes



Phenotypic ratio

Complementary gene interaction (9:7)

- If both gene loci have homozygous alleles and both of them produce identical phenotypes the F2 ratio become 9:7 instead 9:3:3:1
- In such case, the genotype aaBB, aaBb, Aabb, aabb produce one phenotype.
- Both dominant alleles when present together each other are called complementary genes and produce a different phenotype.

In sweet pea Presence of genes CC, cc, PP and pp in homozygous condition produces no color (white) because expression of chromogen doesn't occur in homozygous condition while expression of chromogen occurs when these two genes present in heterozygous condition

पूरक जीन इंटरैक्शन

- यदि दोनों जीन लोकी में समरूप युग्म हैं और दोनों समान फेनोटाइप का उत्पादन करते हैं तो F2 अनुपात 9: 7 के बजाय 9: 3: 3 हो जाता है।
 - ऐसे मामले में, जीनोटाइप aaBB, aaBb, Aabb, aabb एक फेनोटाइप का उत्पादन करते हैं।
 - एक साथ एक दूसरे के उपस्थित होने पर दोनों प्रमुख एलील को पूरक जीन कहते हैं और एक अलग फेनोटाइप उत्पन्न करते हैं।
- मीठे मटर में जीन CC की उपस्थिति, cc, PP और सजातीय अवस्था में pp कोई रंग (सफेद) पैदा नहीं करता है क्योंकि क्रोमोजेन की अभिव्यक्ति समरूप स्थिति में नहीं होती है, जबकि क्रोमोजेन की अभिव्यक्ति तब होती है जब दो जीन विषम परिस्थिति में मौजूद होते हैं।



P



White variety #1
CCpp

×



White variety #2
ccPP



F₁



All purple
CcPp

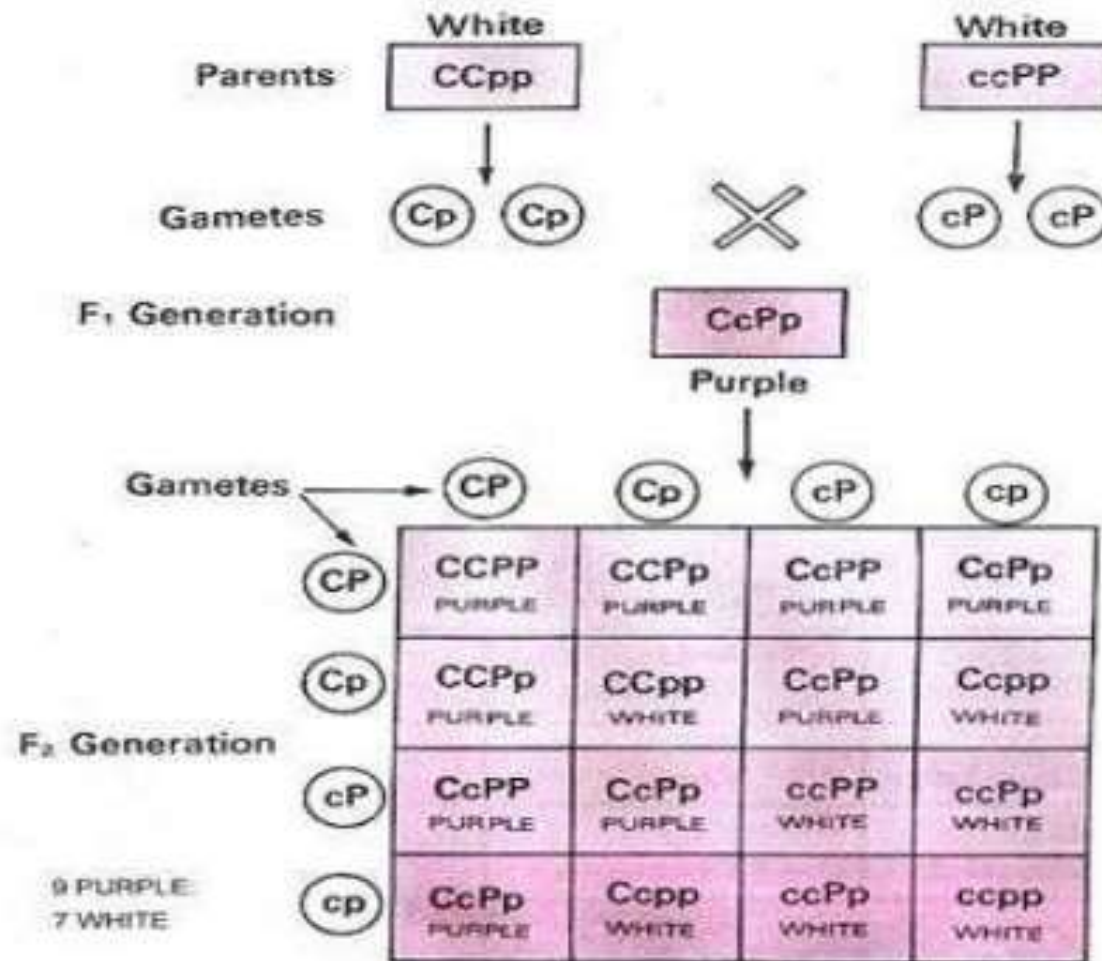
Self-fertilization



F₂

		♂			
		<i>CP</i>	<i>Cp</i>	<i>cP</i>	<i>cp</i>
♀	<i>CP</i>	<i>CCPP</i> Purple	<i>CCPp</i> Purple	<i>CcPP</i> Purple	<i>CcPp</i> Purple
	<i>Cp</i>	<i>CCPp</i> Purple	<i>CCpp</i> White	<i>CcPp</i> Purple	<i>Ccpp</i> White
	<i>cP</i>	<i>CcPP</i> Purple	<i>CcPp</i> Purple	<i>ccPP</i> White	<i>ccPp</i> White
	<i>cp</i>	<i>CcPp</i> Purple	<i>Ccpp</i> White	<i>ccPp</i> White	<i>ccpp</i> White

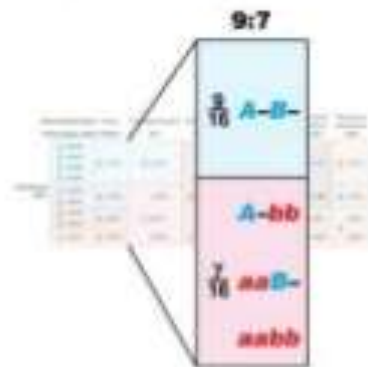
In sweet pea Presence of genes CC, cc, PP and pp in homozygous condition produces no color (white) because expression of chromogen doesn't occur in homozygous condition while expression of chromogen occurs when these two genes present in heterozygous condition



Complementary Gene Interaction (9:7 Ratio)

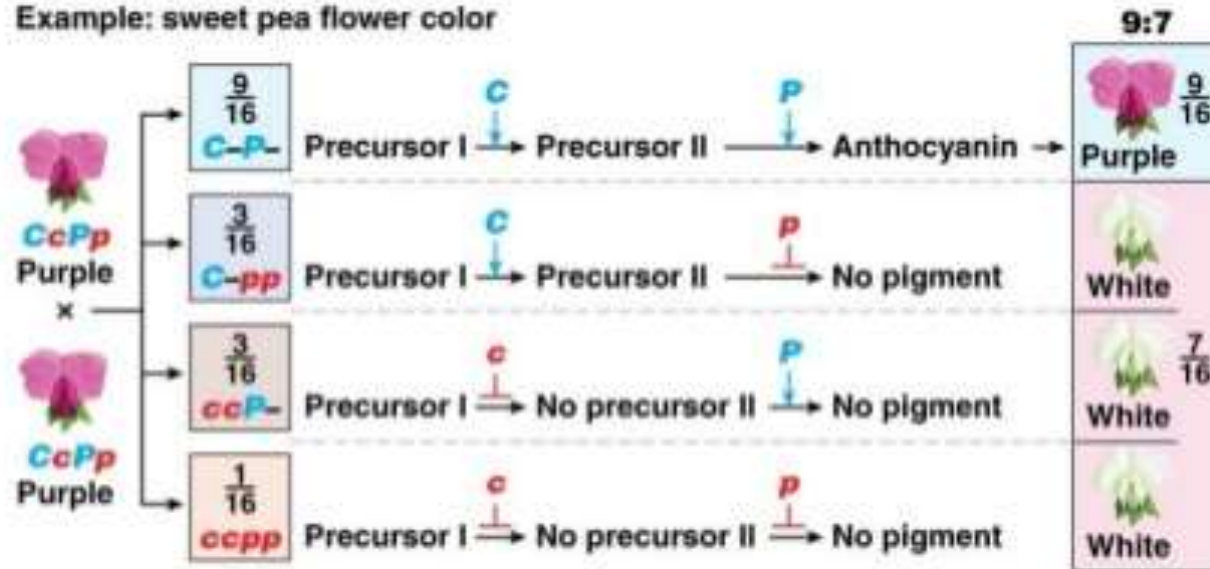
- Bateson and Punnett crossed two pure-breeding strains of white flowered sweet peas
- They found all the F1 were purple flowered; the F1 x F1 cross yielded 9/16 purple and 7/16 white flowered progeny
- They recognized that the two genes interact to produce the overall flower color; **when genes work in tandem to produce a single gene product, it is called complementary gene interaction**

1 Complementary gene interaction



Complementary gene interaction occurs when genes must act in tandem to produce a phenotype. The wild-type action from both genes is required to produce the wild-type phenotype. Mutation of one or both genes produce a mutant phenotype.

Example: sweet pea flower color



- Precursor I converts to precursor II in presence of C
- Precursor II converts to anthocyanin (which gives purple color) in presence of P
- Genotype CP: purple phenotype

P CCpp X ccPP

F₁ CcPp

CcPp X CcPp (Crossing 2 F₁s)

F ₂	CP	Cp	cP	cp
CP	CCPP	CCPp	CcPP	CcPp
Cp	CCPp	CCpp	CcPp	Ccpp
cP	CcPP	CcPp	ccPP	ccPP
cp	CcPp	Ccpp	ccPp	ccpp

Duplicate gene interaction

- When dominant allele of both gene loci produce the same phenotype without cumulative effect
- In that case the ratio becomes 15:1 instead of 9:3:3:1
- Duplicate gene interaction occurs in shepherds purse plant.

In shepherds purse plant seed capsule occurs in two shapes i.e. triangular and ovoid shapes. Ovoid shape seed capsule occurs when both genes are present in homozygous recessive condition

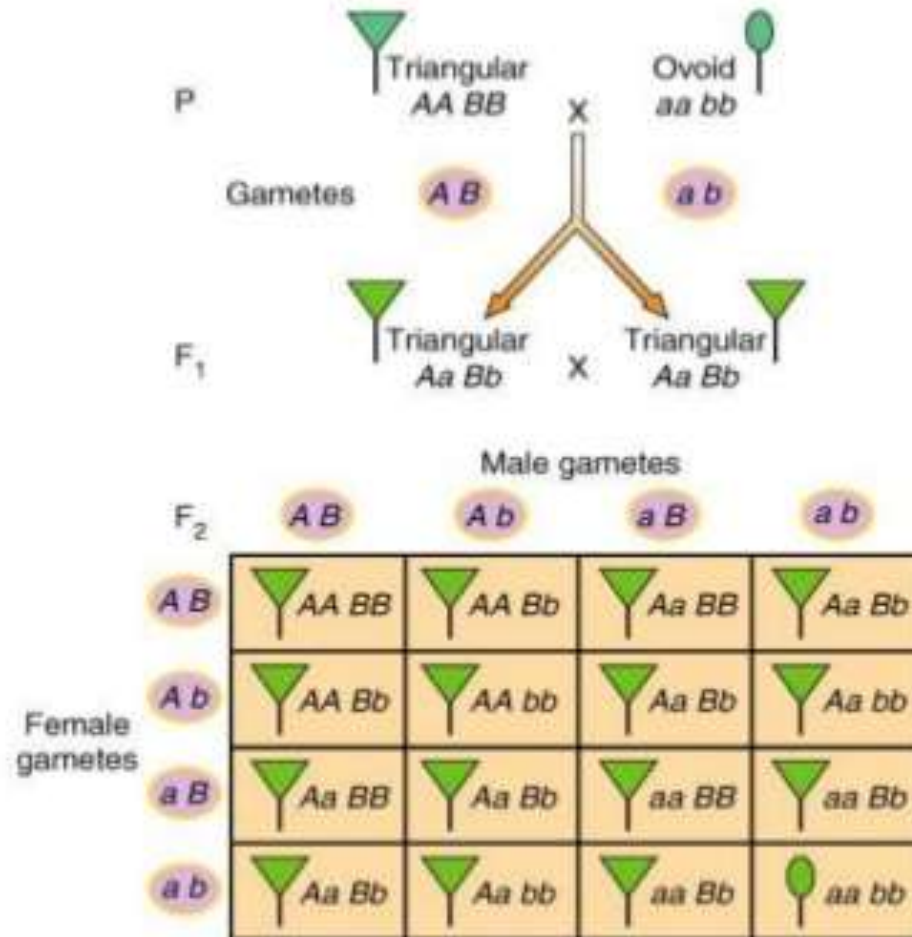
डुप्लिकेट जीन इंटरैक्शन

- जब दोनों जीन लोकी के प्रमुख एलील संचयी प्रभाव के बिना एक ही फेनोटाइप का उत्पादन करते हैं
- उस स्थिति में यह अनुपात 9: 3: 3: 1 के बजाय 15: 1 हो जाता है
- शेफर्ड पर्स पौधा में डुप्लिकेट जीन इंटरैक्शन होता है।

चरवाहों में पर्स पौधा सीड कैप्सूल दो आकृतियों अर्थात् त्रिकोणीय और अंडाकार आकृतियों में होता है। ओवॉइड शेप सीड कैप्सूल तब होता है जब दोनों जीन समरूप रेजिडेंसिव स्थिति में मौजूद होते हैं

In shepherds purse plant seed capsule occurs in two shapes i.e. triangular and ovoid shapes.

Ovoid shape seed capsule occurs when both genes are present in homozygous recessive condition



(b)

Summary: 15/16 triangular, 1/16 ovoid

22.3 DEVIATION FROM MENDEL'S LAWS INCOMPLETE DOMINANCE

In the four O'clock plant *Mirabilis jalapa* and Snapdragon or *Antirrhinum* law of dominance does not hold good. Thus when a homozygous red flowered plant (RR) is crossed to a homozygous white flowered plant (rr), all flowers in the F_1 are pink while when F_1 plants are self pollinated, the phenotypic ratio in the next generation is found to be 1 : 2 : 1.

Parents	RR \times rr
Gametes	R, R \times r, r
F_1	Rr Pink
F_2	1 Red : 2 Pink : 1 White 1 RR : 2 Rr : 1 rr

You will find that the heterozygous (Rr) plants have an intermediate colour pink. You must have also noticed that the genotypic ratio 1 RR : 2 Rr : 1 rr and phenotypic ratio 1 Red : 2 Pink : 1 white are the same, that is, 1 : 2 : 1.

Parents

RR
Red

WW
White

Gametes

R

W

X

RW
Pink

F₁ Generation

Gametes

RR
Red

RW
Pink

F₁ Generation

R

W

RW
Pink

WW
White

1 Red : 2 Pink : 1 White

Incomplete dominance in *Mirabilis jalapa*

22.4 मेंडल के सिद्धांतों से विचलन : अपूर्ण प्रभाविता

फोर ऑ क्लॉक प्लांट 4' O clock plant (*Mirabilis jalapa*) व स्नैपड्रैगन (*Antirrhinum*) में प्रभाविता का सिद्धांत लागू नहीं होता। इसमें जब एक समयुग्मजी लाल फूल वाले पौधे (RR) का दूसरे समयुग्मजी सफेद फूल वाले पौधे के बीच क्रॉस कराया जाता है तो F_1 पीढ़ी के सभी फूल गुलाबी होते हैं, जब F_1 पौधों में स्वपरागण होता है तो फीनोटाइप (Phenotype) अनुपात 1:2:1 पाया जाता है।

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

आप पायेंगे विषमयुग्मजी (rr) पौधों के फूलों का रंग अंतर्वर्ती रंग (गुलाबी) होता है। आपने यह भी ध्यान दिया होगा कि 1RR : 2Rr : 1rr का जीनप्ररूपी (जीनोटाइपिक) अनुपात व 1 लाल : 2 गुलाबी : 1 सफेद का लक्षणप्ररूपी (फीनोटाइपिक) अनुपात समान है।

Lethal genes

Have you ever seen a yellow mouse? Probably not. The yellow coat colour in mice is due to the presence of the gene (y) which is also responsible for killing the mouse in homozygous (yy) condition at the zygotic stage indicating thereby that the mice homozygous for dominant “Y” allele (that is, true breeding for yellow coat colour) are never borne. Such a combination of genes (y) are termed **lethal genes**, and the phenomenon is called **lethality**. Some lethal genes kill an individual only in the homozygous condition and are **recessive lethals**.

Pleiotropy

While a gene may have multiple alleles and thus give multiple genotypes, one gene may control several phenotypes. For example the recessive gene for white eye in *Drosophila* when present in the homozygous condition affects several other features such as wing shape and shape of abdomen. Thus, a white eyed *Drosophila* is also born with vestigial wings and curled abdomen.

- AABbcc: BLACK/NEGRO
- aabbcc: white/albino
- AaBbCc: intermediate

घातक जीन

क्या आपने कभी पीली चुहिया देखी है? शायद नहीं। चुहिया में पीला लोमचर्म जीन (Y) की उपस्थिति के कारण होता है जो समयुग्मजी अवस्था YY में चुहिया की युग्मनजी अवस्था में मृत्यु के लिये भी उत्तरदायी है। इससे यह संकेत भी मिलता है कि प्रभावी एलील 'Y' के लिये समयुग्मजी चुहिया (पीले लोमचर्म के लिए पदार्थ प्रजनन करने वाली) कभी जन्म नहीं लेती। जीव विज्ञान जीन्स का ऐसा संयोग (YY) घातक जीन कहलाते हैं और यह घटना घातकता 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।

बहुप्रभावित (Pleiotropy)

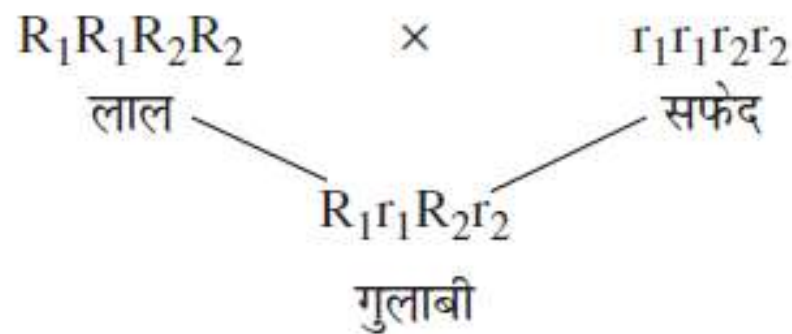
जबकि एक जीन के कई एलील हो सकते हैं और बहुत से जीनोटाइप दे सकते हैं, एक जीन कई जीनोटाइप को नियंत्रित कर सकता है। उदाहरण के तौर पर ड्रोसोफिला में सफेद आँख के लिये अप्रभावी जीन समयुग्मजी स्थिति में विद्यमान होने पर कई और लक्षणों को प्रभावित करता है जैसे : पंखों की आकृति, उदर की आकृति। अतः सफेद आँख वाले ड्रोसोफिला में अवशेषी पंख और उदर कुंडलित पाये जाते हैं।

Polygenic or quantitative inheritance

When a trait (feature or character) is controlled by a single gene representing an allelic pair it is termed **monogenic inheritance**. However, many traits or features are controlled by a number of different genes present at different loci on the same chromosome or different chromosomes. For example, the height and skin colour of humans and the kernel colour of wheat results from the combined effect of several genes, none of which are singly dominant. Polygenes affecting a particular trait are found on different loci on many chromosomes. Each of these genes has equal contribution and cumulative effect. Three to four genes contribute towards formation of the pigment in the skin of humans. So there is a continuous variation in skin colour from very fair to very dark. Such an inheritance controlled by many genes having additive or cumulative effect in terms of expression of the phenotypic character, is termed as **quantitative inheritance** or **polygenic** (poly meaning or due to many genes) **inheritance**.

बहुजीनी या मात्रात्मक वंशागति

जब एक विशेषक (आकृति या लक्षण) एक जीन द्वारा नियंत्रित होता है तो इसे एकल जीनी वंशागति (वंशानुक्रम) कहते हैं। बहुत से विशेषक (आकृति या लक्षण) बहुत से अलग-2 प्रकार के जीनों द्वारा नियंत्रित होते हैं। उदाहरण के तौर पर मनुष्यों 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 है। एक विशेषक को प्रभावित करने वाले बहुजीन (polygenes) अनेकों गुणसूत्रों में पाये जाते हैं। इन सभी जीनों का कुल प्रभाव उत्पन्न करने में समान व संचयी योगदान होता है। मानव त्वचा के रंगद्रव्य निर्माण में तीन या चार जीनों का सहयोग होता है। अतः 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 हैं।



	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

Thank you