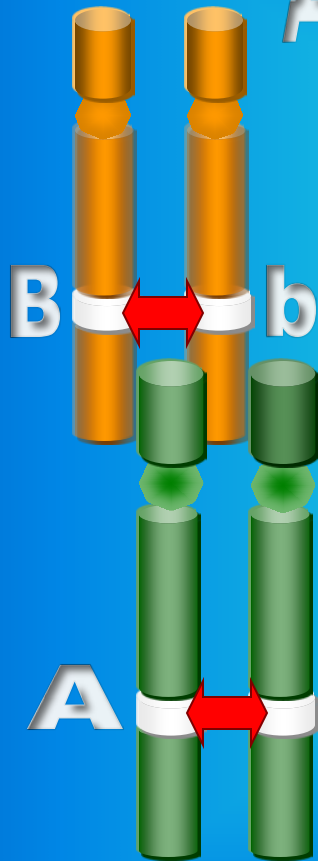


ИНТЕРАКЦИЈА ГЕНА

Интраалелелна интеракција

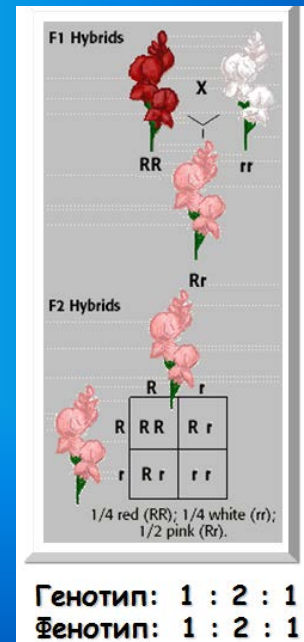
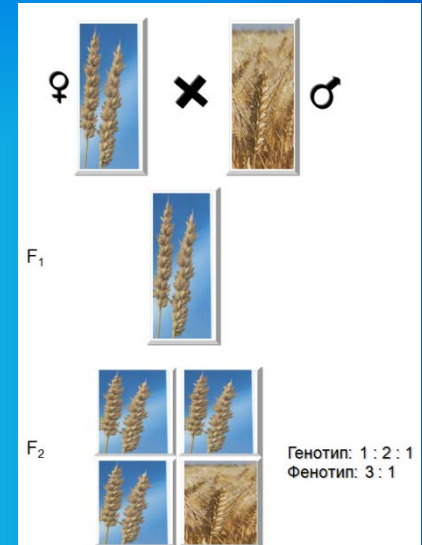
Доминантно-рецесивно



$A > a$

Интермедијерно

$A = a$



Интералелна интеракција

Епистаза

- Више од једног гена утиче на особину
- Један генски пар “маскира”, или модификује експресију другог генског пара

AABB x aabb

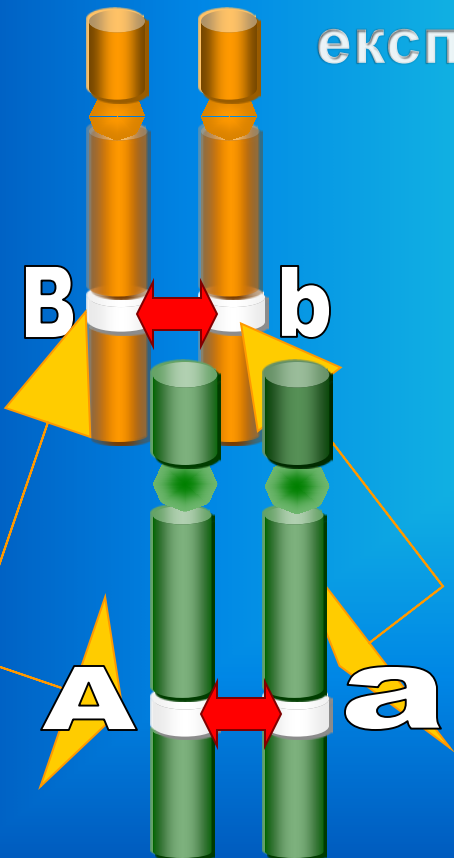
g.: **AB ab**

F1 AaBb

F2

f. m.	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

9	A_B_
3	A_bb
3	aaB_
1	aabb



Родители $RRYY$  $rryy$ 

Гамети

RY × ry

F_1

 $RrYy$

Гамети – поленова зрна

$\frac{1}{4}RY$ $\frac{1}{4}rY$ $\frac{1}{4}Ry$ $\frac{1}{4}ry$

F_2

Гамети
Јајне ћелије

$\frac{1}{4}RY$


 $RRYY$


 $RrYY$


 $RRYy$


 $RrYy$

$\frac{1}{4}rY$


 $RrYY$


 $rrYY$


 $RrYy$


 $rrYy$

$\frac{1}{4}Ry$


 $RRYy$


 $RrYy$


 $RRyy$


 $Rryy$

$\frac{1}{4}ry$


 $RrYy$


 $rrYy$


 $Rryy$


 $rryy$

$\frac{9}{16}$



$\frac{3}{16}$



$\frac{3}{16}$



$\frac{1}{16}$



9 : 3 : 3 : 1



x



x



F1



F1



F2



9

3

3

1

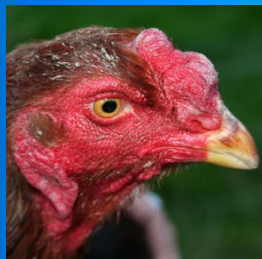
56.25%

18.75%

18.75%

6.25%

F2



9

3

3

1

56.25%

18.75%

18.75%

6.25%

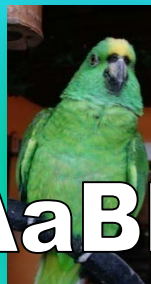
A ≠ B

Коепистаза



AA bb x aa BB

g.: Ab aB

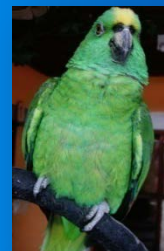


F1 Aa Bb

F2

f. \ m.	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

9 A_B_



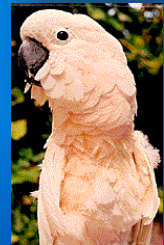
3 A_bb



3 aaB_



1 aabb





RRpp x rrPP

g.: **Rp rP**

F1



RrPp

- R_P_** Орашаста
- R_pp** Ружаста
- rrP_** Грашаста
- rrpp** Обична

F2

f. \ m.	RP	Rp	rP	rp
RP	RrPp	RRPp	RrPP	RrPp
Rp	RRPp	RRpp	RrPp	Rrpp
rP	RrPP	RrPp	rrPP	rrPp
rp	RrPp	Rrpp	rrPp	rrpp

- 9** **R_P_**
- 3** **R_pp**
- 3** **rrP_**
- 1** **rrpp**



A+ B

Семиепистаза



AAbb x aaBB

g.: **Ab aB**



F1

AaBb

9 **A_B_**



A_bb³



6

aaB_³

F2

f. \ m.	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

1 **aabb**

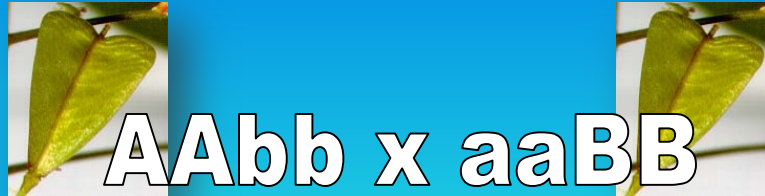


A=B

Изоепистаза



Capsella bursa-pastoris



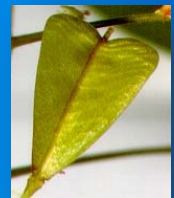
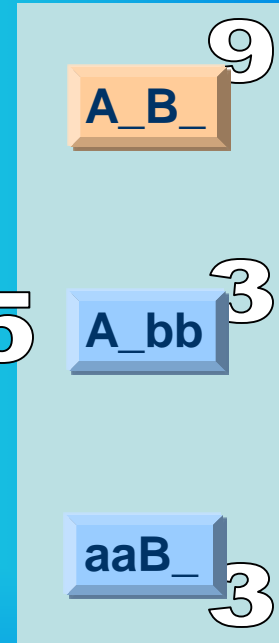
AAbb x aaBB

g.: **Ab aB**

F1

AaBb

15

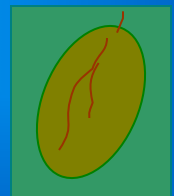


F2

f. \ m.	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

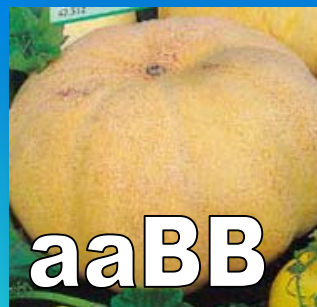
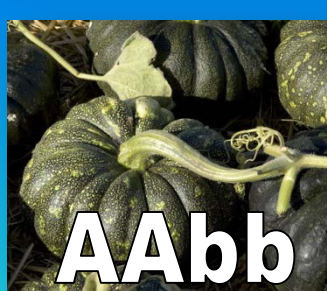
1

aabb



A > B, b

Доминантна епистаза

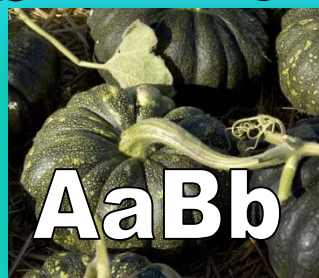


AAbb x aaBB

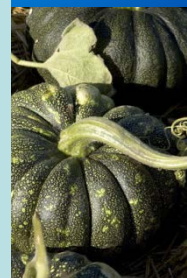
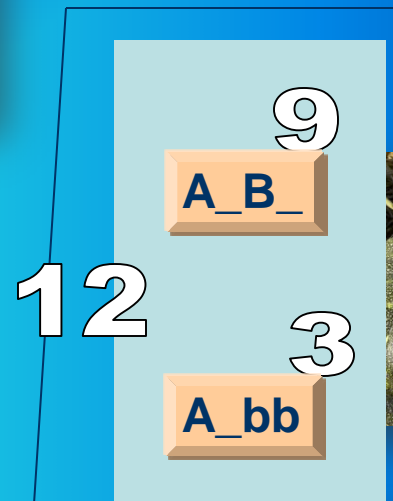
g.: **Ab aB**



F1



AaBb



F2

f. \ m.	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

3

aaB_



1

aabb



НО Г И С С Т А В О С И П . . . Ш Е С О Т А С Т И Г И Н О Г И С С Т А В О С И П . . .



Обак
Avena sativa

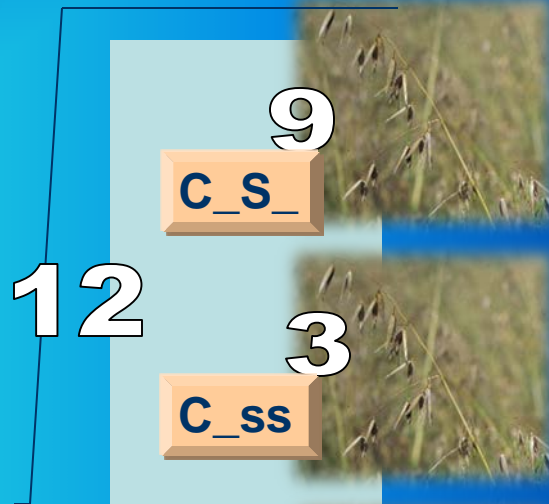
H O F H S S H O S H O S H H
H O F H S S H O S H O S H H



CCss x ccSS
g.: Cs cS



F1 CsSs



12

9
C_s_

3
C_ss

F2

f. \ m.	CS	Cs	cS	cs
CS	CCSS	CCSs	CcSS	AaBb
Cs	CCSs	CCss	AaBb	Ccss
cS	CsSS	AaBb	ccSS	ccSs
cs	AaBb	Ccss	ccSs	ccss

3

ccS_

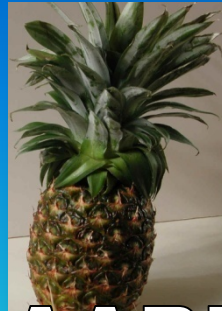
1

ccSS



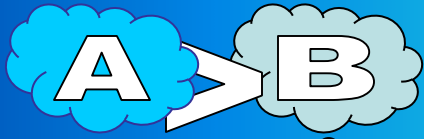


Piping Spiny-tip Spiny



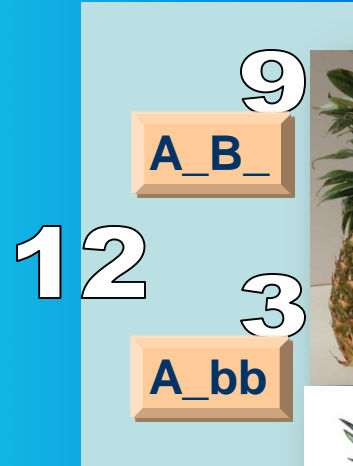
AABB x aabb

g.: **AB ab**



F1

AaBb

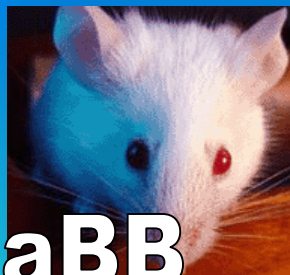
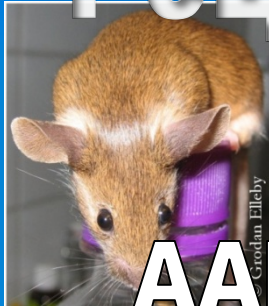


F2

f. \ m.	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb



$a > B, b$ **Рецесивна епистаза**



$AAbb \times aaBB$

g.: $Ab \quad aB$



9 $A_B_$

F1



$AaBb$

3 A_bb

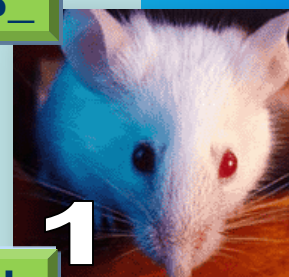


F2

f. \ m.	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

3 $aaB_$

4

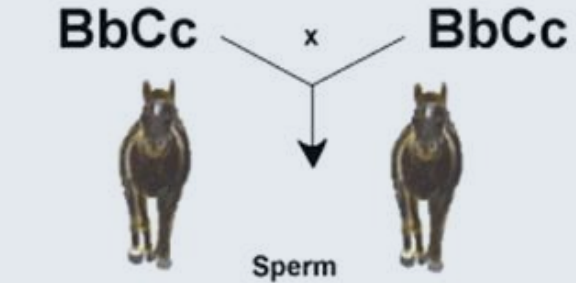


1 $aabb$

Рецесивна епистаза

Боја длаке коња и осталих сисара

$c > B, b$



	BC	bC	Bc	bc	
BC	BBCC	BbCC	BBcC	BbCc	B_C_
bC	BbCC	bbCC	BbCc	bbCc	9
Bc	BBcC	BbCc	BBcc	Bbcc	B_cc + bbcc 3 + 1
bc	BbCc	bbCc	Bbcc	bbcc	4 bbC_ 3



Црна боја длаке (B) је доминантна над риђом (b). Експресија овог гена зависи од другог гена, који контролише одлагање пигмента у длаци. Доминантни ген (C) кодира присуство пигмента, док рецесивни ген (c) кодира одсуство пигмента. Рецесивни хомозиготи (cc), ће имати белу длаку без обзира на генетички програмирану обојеност (B ген).

(a = b) > B, A

Двострука рецесивна епистаза

Деловање комплементарних гена



AAbb x aaBB

g.: **Ab aB**

Слатки грашак



Lathyrus odoratus

F1



AaBb

F2

f. \ m.	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

9

A_B_

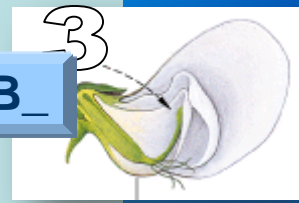


A_bb

3

7

aaB_



aabb

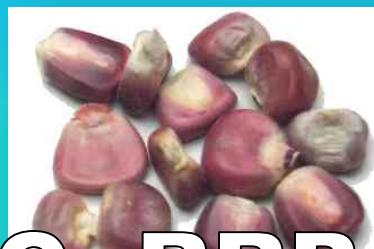
1

Комплементарни и супплементарни гени



AAccRRPrPr x **aaCCRRPrPr**

g.: **AcRPr**

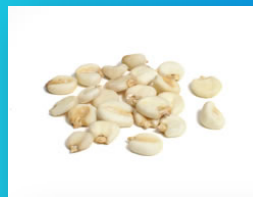


aCRPr

F1

AaCcRRPrPr

A_cc_R_prpr



A_C_R_prpr

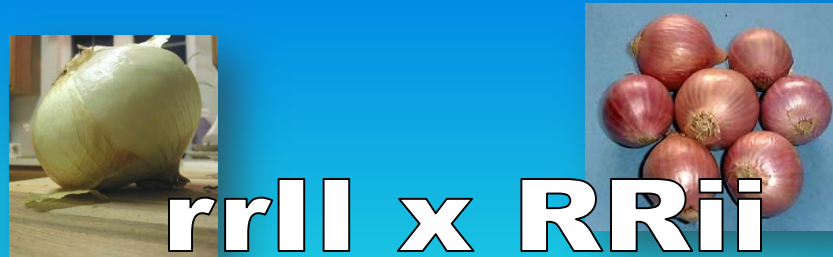


A_C_R_Pr_



I.

Гени инхибитори



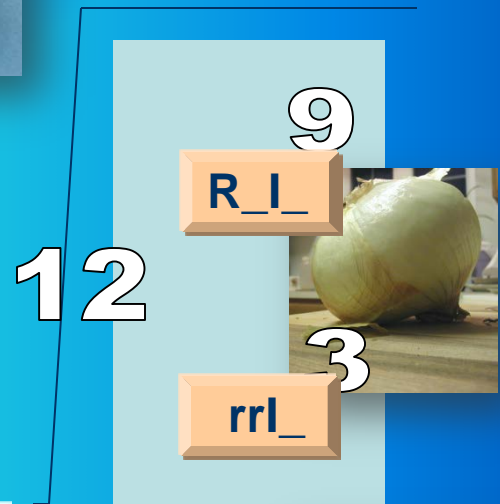
rrll x RRii

g.: rl Ri

F1



Rrli



F2

f. \ m.	RI	Ri	rl	ri
RI	RRII	RRii	Rrll	Rrli
Ri	RRii	RRii	Rrli	Rrii
rl	Rrll	Rrli	rlll	rlli
ri	Rrli	Rrii	rlli	rrii

3



R_ii

1



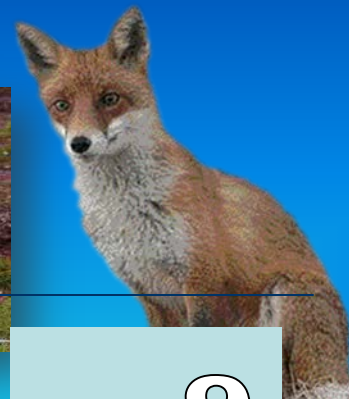
rrii



Ii



RRII x rrii



g.: **RI** **ri**

F1



RrIi

13

9
R_I_

3
rrl_



F2

f. \ m.	RI	Ri	rl	ri
RI	RRII	RRIi	RrIi	RrIi
Ri	RRIi	RRii	RrIi	RrII
rl	RrIi	RrIi	rrIi	rrIi
ri	RrIi	RrII	rrIi	rrII

3

R_ii



1
rrii



ТИПОВИ ИНТЕРАЛЕЛНЕ ИНТЕРАКЦИЈЕ)

A_ B_ A_ bb aa B_ aa bb

9	3	3	1
9	6		1
9	7		
13		3	
9	3	4	
12		3	1
15			1

9:3:3:1 Коепистаза ($A \neq B$)

9:6:1 Семиепистаза ($A+B$) ($a=b$) $> B, A$

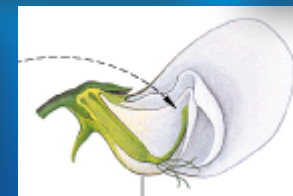
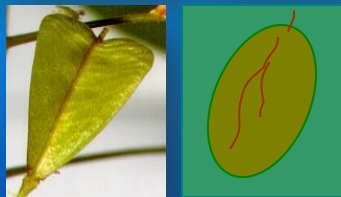
9:7 Двострука рецесивна епистаза

13:3 Инхибиторни гени ($A \Rightarrow B$)

9:3:4 Рецесивна епистаза ($a > B, b$)

12:3:1 Доминантна епистаза ($A > B, b$)

15:1 Изоепистаза ($A = B$)



Извори генетичке варијабилности





Мултипли алели

Родителѝ



Гамети



Ss

F₁ генерација



Самооплодња

Гамети

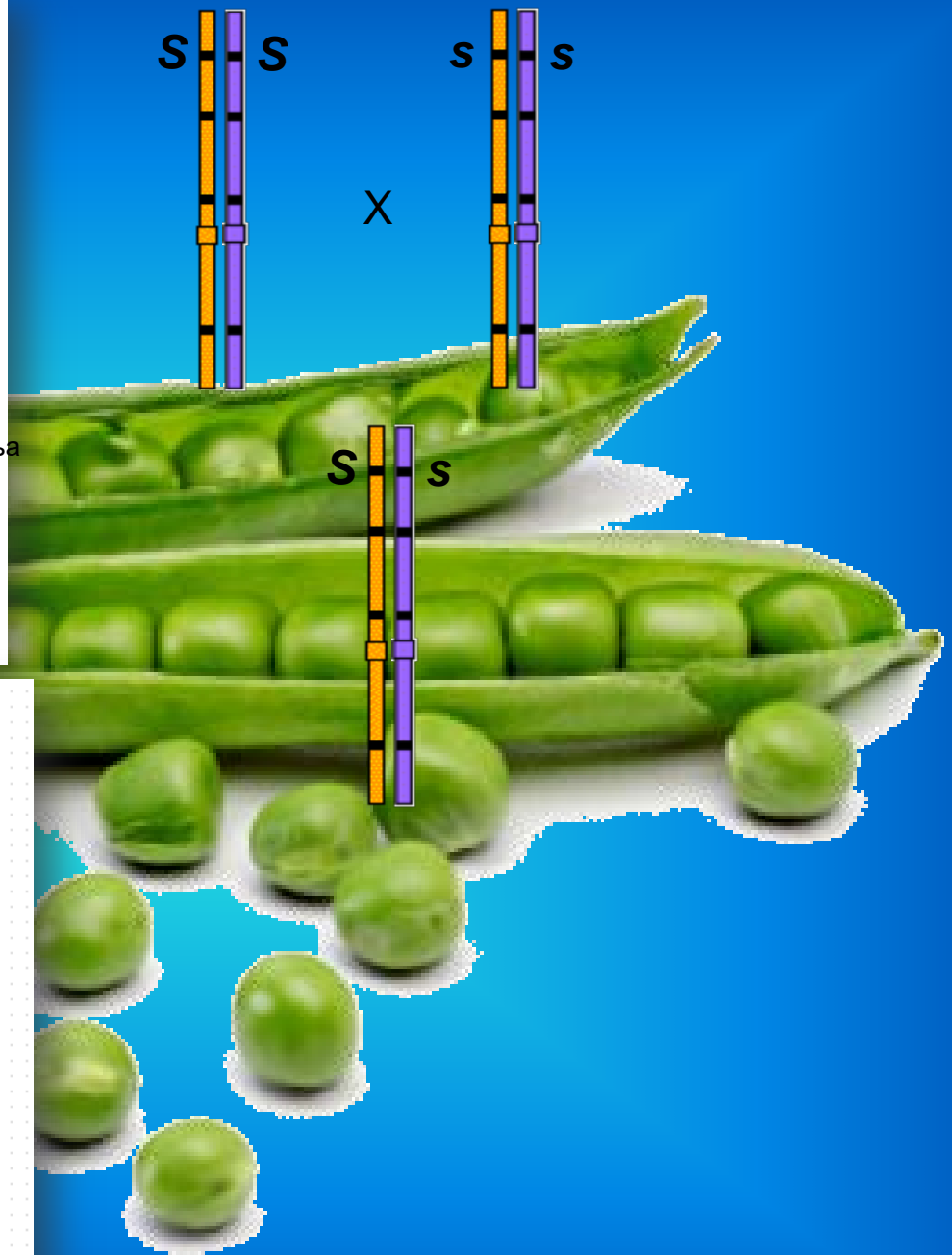


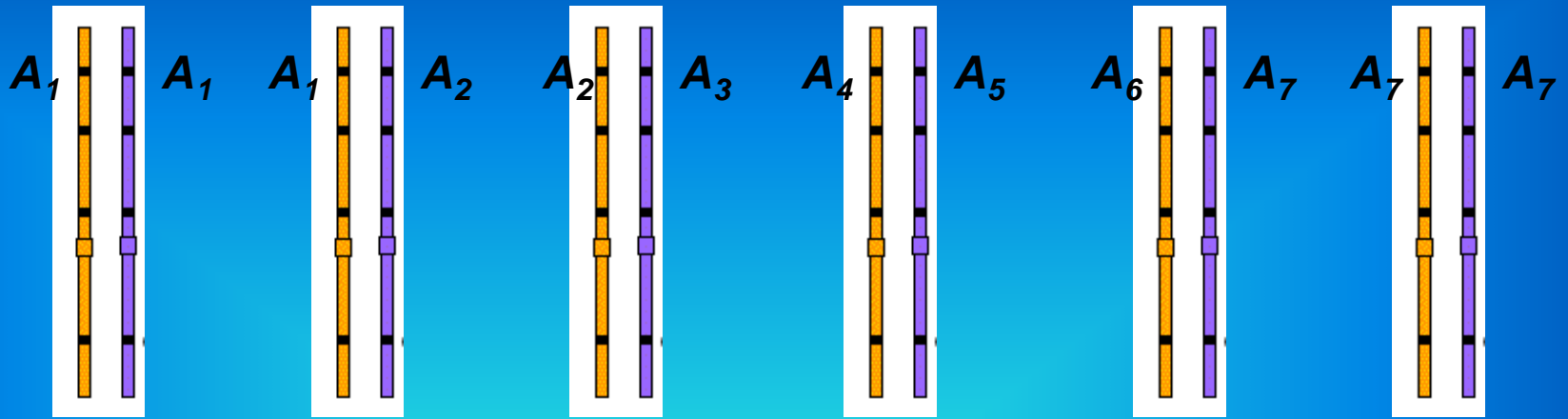
F₂ генерација

♂ Полен S s

Јајне ћелије

S		
s		



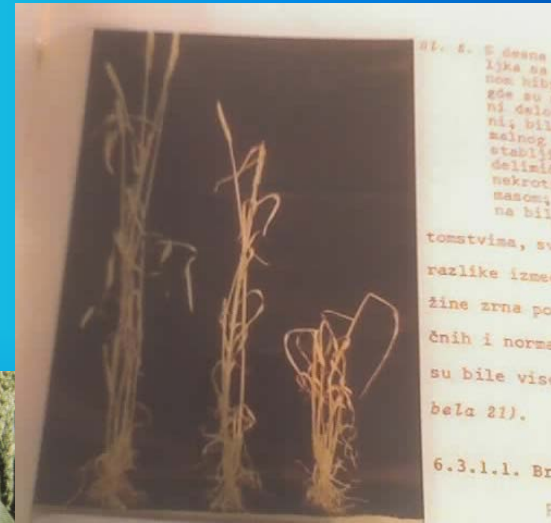


$A_1 > A_2 > A_3 > A_4 > A_5 > A_6 > A_7$

$A_1 > A_2 = A_3 = A_4 > A_5 > A_6 > A_7$

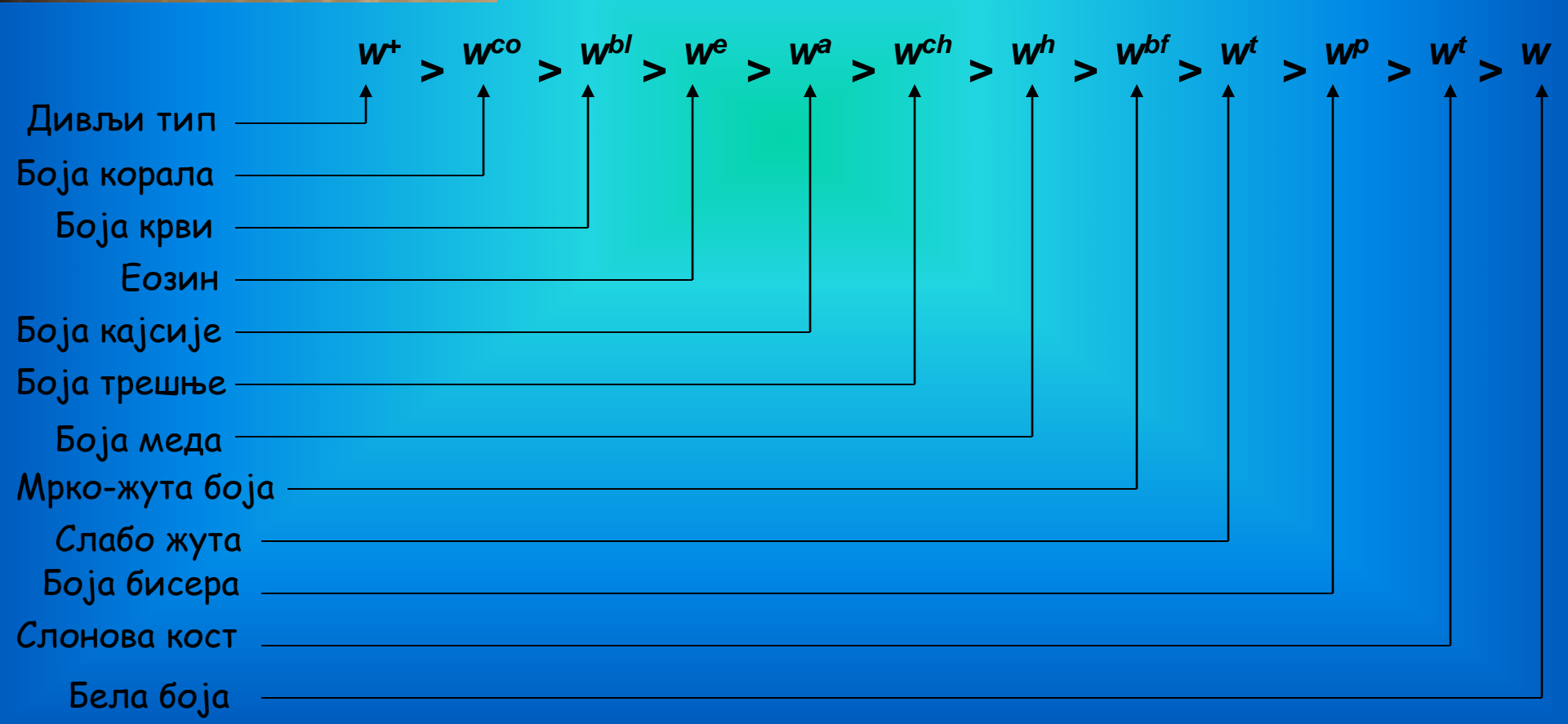


Боје



Хибридна некроза пшенице





Крива ензимских процеса

Продукти гена ензими који се разликују у количини произведеног пигмента

(Дивљи тип)
Црвена боја
тамнија

(Дивљи тип)
Црвена боја
светлија

Боја кајсије
тамна

Боја кајсије
светла

Бела боја

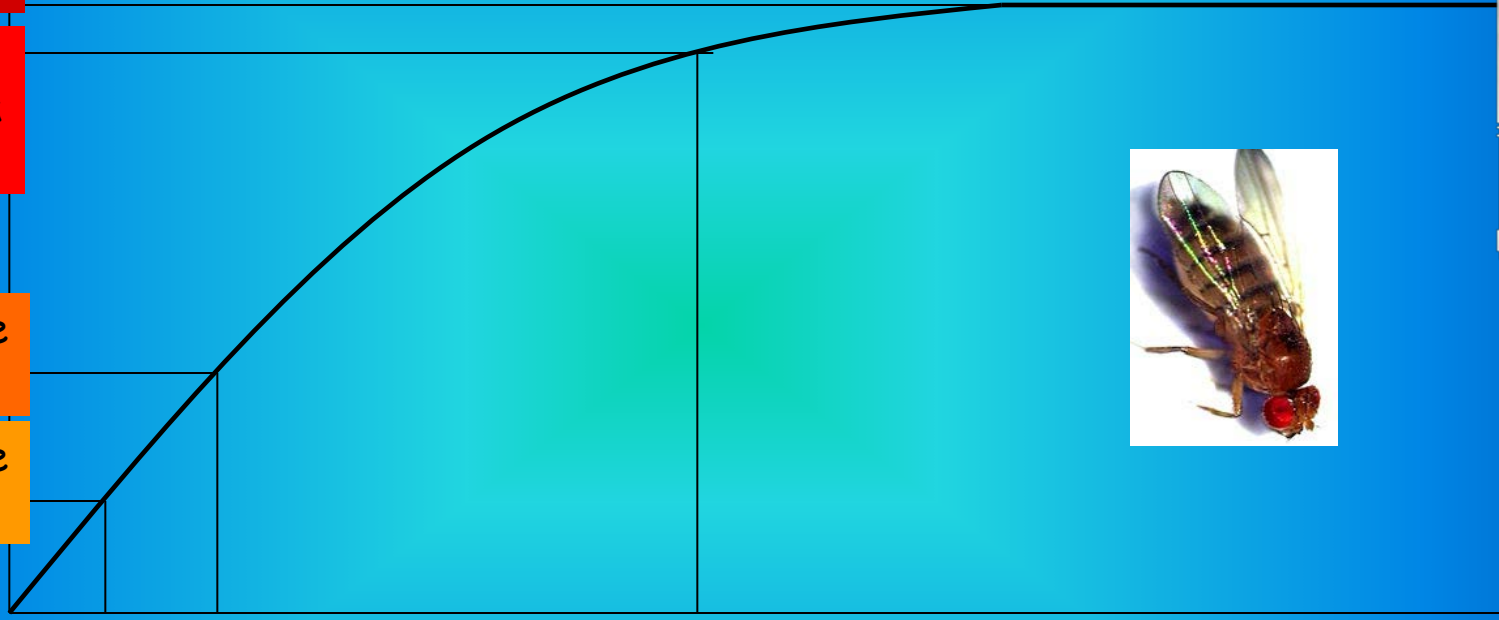
$W W$

$w^a W$

$w^a w^a$

$W^+ W$

$W^+ W^+$





C^+

>

C^{ch}

>

C^d

>

C^m

>

C^h

>

C^a

Дивљи тип

Тамни
чинчила

Светли
чинчила

Боја куне
златице

Хималајски
албино

Албино

$C^+ _$

$C^{ch} _$

$C^d _$

$C^m _$

$C^h _$

$C^a C^a$

$C^+ C^+$

$C^{ch} C^{ch}$

$C^d C^d$

$C^m C^m$

$C^h C^h$

$C^+ C^{ch}$

$C^{ch} C^d$

$C^d C^m$

$C^m C^h$

$C^h C^a$

$C^+ C^d$

$C^{ch} C^m$

$C^d C^h$

$C^m C^a$

$C^+ C^m$

$C^{ch} C^h$

$C^d C^a$

$C^+ C^h$

$C^{ch} C^a$

$C^+ C^a$



Боја длаке кунџа



p^r
Црвена боја

$>$ p^c
Црвена бели врх

$>$ p^v
Варијегата

$>$ p^m
Мозаик

$>$ p^o
Наранџаста

$>$ p^w
Безбојни

p^r_-

p^c_-

p^v_-

p^m_-

p^o_-

$p^w p^w$

$p^r p^r$

$p^c p^c$

$p^v p^v$

$p^m p^m$

$p^o p^o$

$p^r p^c$

$p^c p^v$

$p^v p^m$

$p^m p^o$

$p^o p^w$

$p^r p^v$

$p^c p^m$

$p^v p^o$

$p^m p^w$

$p^r p^m$

$p^c p^o$

$p^v p^w$

$p^r p^o$

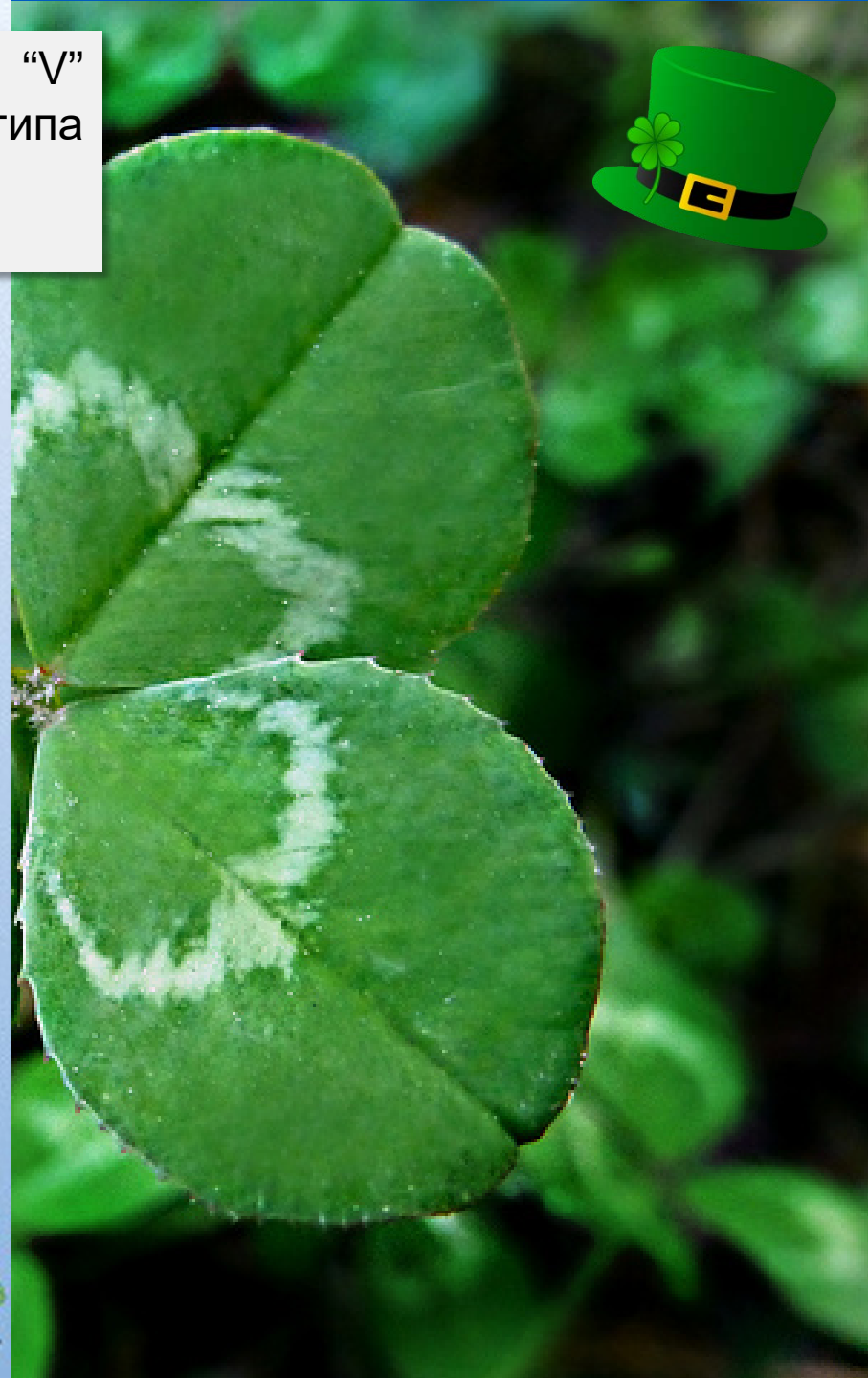
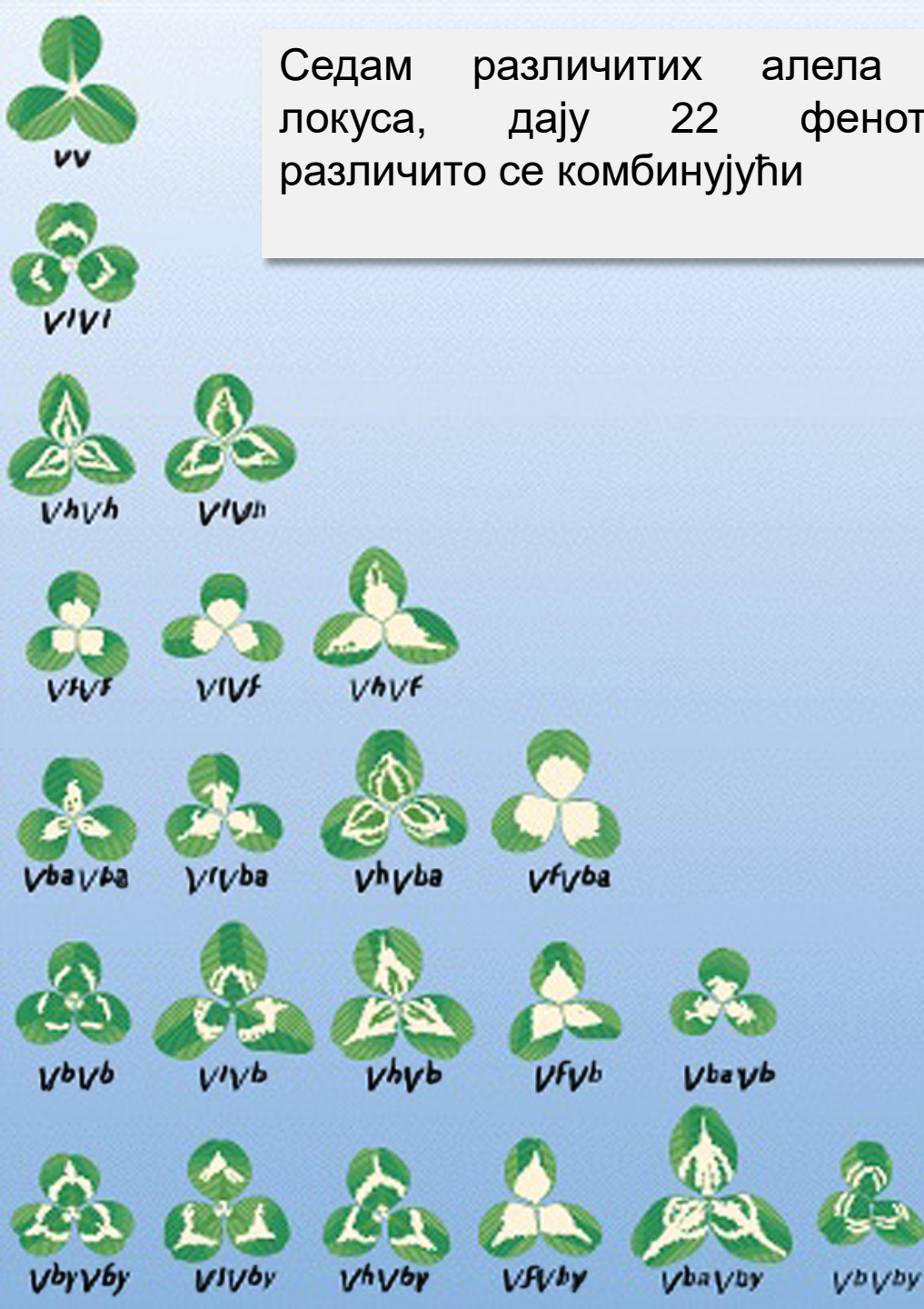
$p^c p^w$

$p^r p^w$



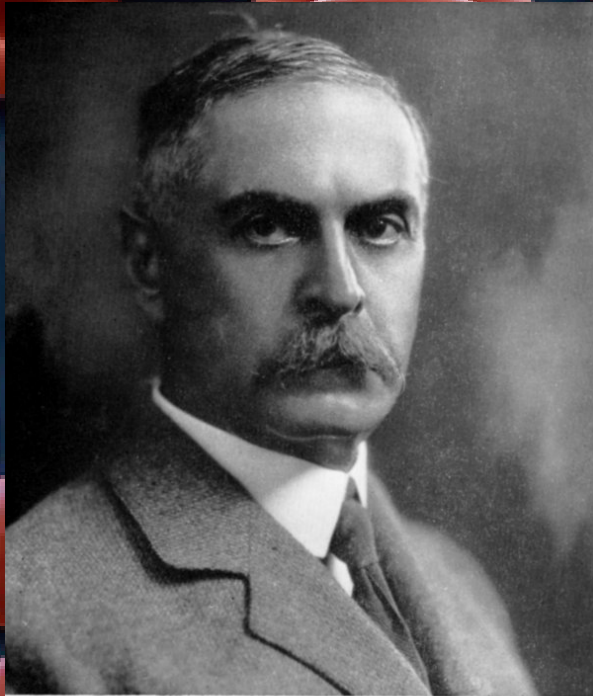
Боја перикарпа кукуруза

Седам различитих алела "V"
локуса, дају 22 фенотипа
различито се комбинујући



Крвне групе људи

АВО



K. Landsteiner

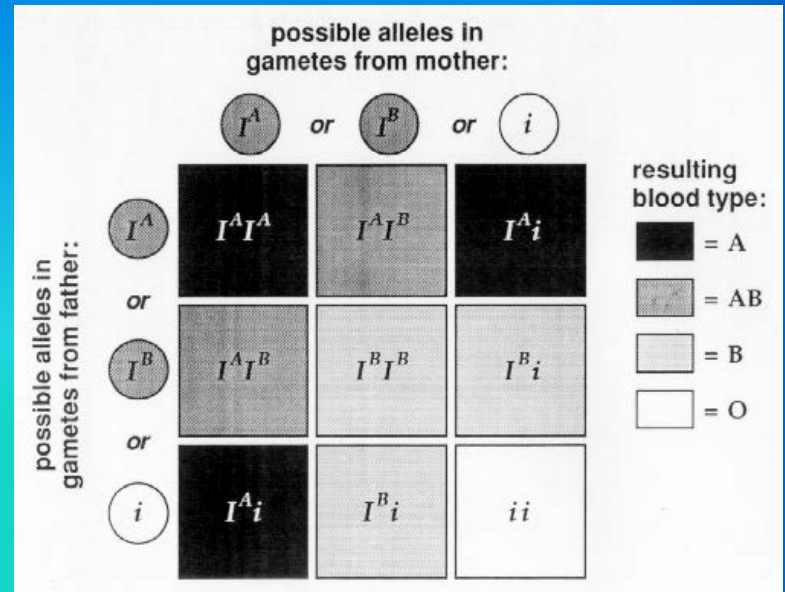
Landsteiner (1900) установио да се људи деле у 4 групе према томе који су антигени (аглутиногени) присутни у крви (у еритроцитима), а која су антитела (аглутини) присутна у крвном серуму.

А има антиген А
В има антиген В
АВ има антиген А
и антиген В
О нема антигена

A = B > O

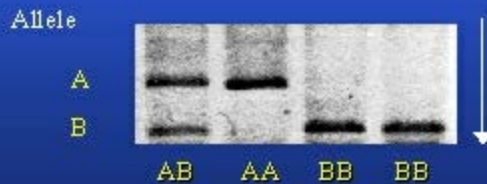
Фенотип Могући генотипови

O	OO
A	AA или AO
B	BB или BO
AB	AB



Codominance

Molecular Markers



Codominance

Human Blood Groups:

Genotype	Phenotype**
AA	A
AB	AB
BB	B

** antigen protein on RBC

Parents: B0 X AB

	B	O
A	AB	AO
B	BB	BO

Offspring Phenotypes:
 1/4 Type A,
 2/4 Type B,
 1/4 Type AB

Parents: A0 X AA

	A	O
A	AA	AO
A	AA	AO

Offspring Phenotypes:
 4/4 Type A Blood

Parents: A0 X B0

	A	O
B	AB	BO
O	AO	OO

Offspring Phenotypes:
 1/4 Type A, 1/4 Type B,
 1/4 Type AB, 1/4 Type O

(ABO Blood groups)

Genotype (6)	Phenotype (4)	
OO	O	recessive
AA, AO	A	dominant
BB, BO	B	dominant
AB	AB	co-dominant

phenotype	group A	X	group B	
genotype	$I^A I^O$		$I^B I^O$	
gametes	I^A or I^O		I^A or I^O	
	♂ gametes			
fertilisation		I^B	I^O	
	I^A	$I^A I^B$	$I^A I^O$	
	I^O	$I^B I^O$	$I^O I^O$	
	♀ gametes			
genotype	$I^A I^B$	$I^A I^O$	$I^B I^O$	$I^O I^O$
phenotype	group AB	group A	group B	group O

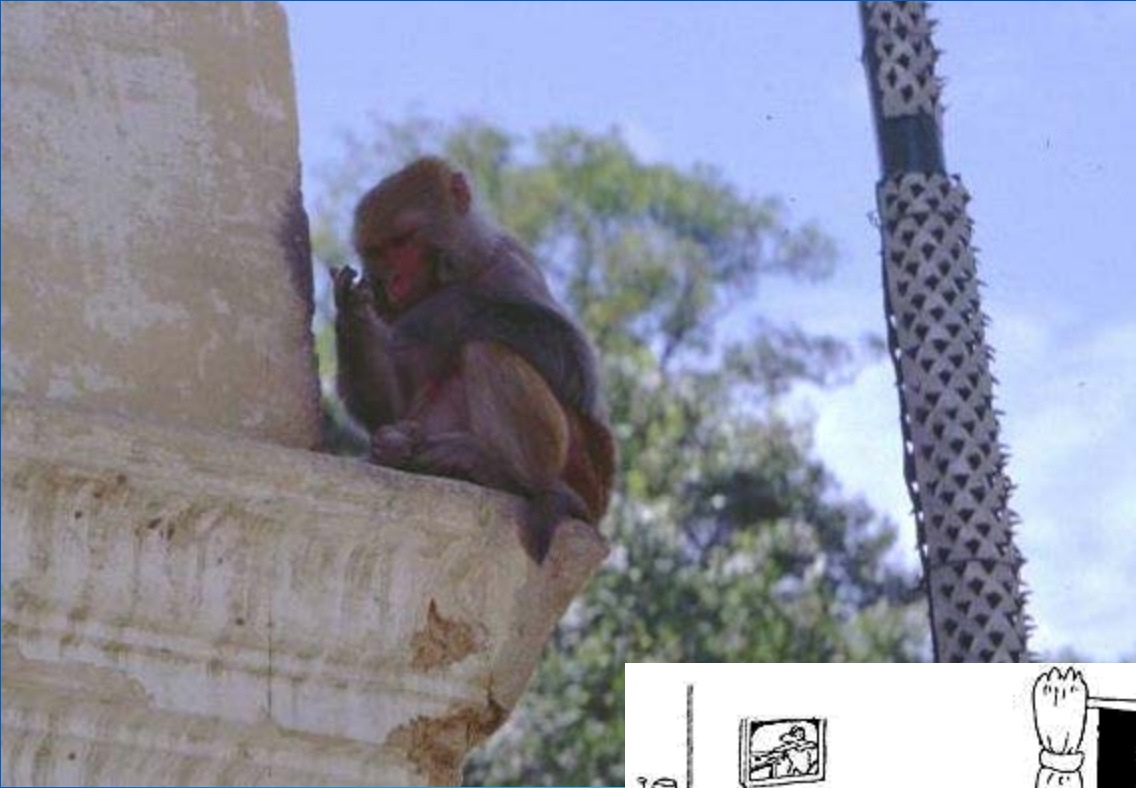
MN серија

Ако се зечевима убризга људска крв у њима се развију антитела анти-М и анти-N (Lendsteiner & Levine, 1928).

Даља подела људске популације на М и N крвне групе.

Антитела против ових антигена нису нађена у људској крви па нису важна при трансфузији.





"What is the Bloody Mary made with? A? B? Rhesus negative? The menu doesn't say."



Rh фактор

Још једна група антигена у људској крви је откривена иницирањем крви мајмуна *Rhesus* у зечева. По одстрањивању свих до тада познатих хуманих антигена, серум зечева је аглутиновао 85% људске крви.

Тако је откривено да 85% људске популације има исти антиген крви који има и мајмун *Rhesus* па су те особе *Rhesus* позитивне (Rh^+), док осталих 15% нема овај антиген и ове особе су *Rhesus* негативне (Rh^-).

(Lendsteiner & Weiner, 1940).

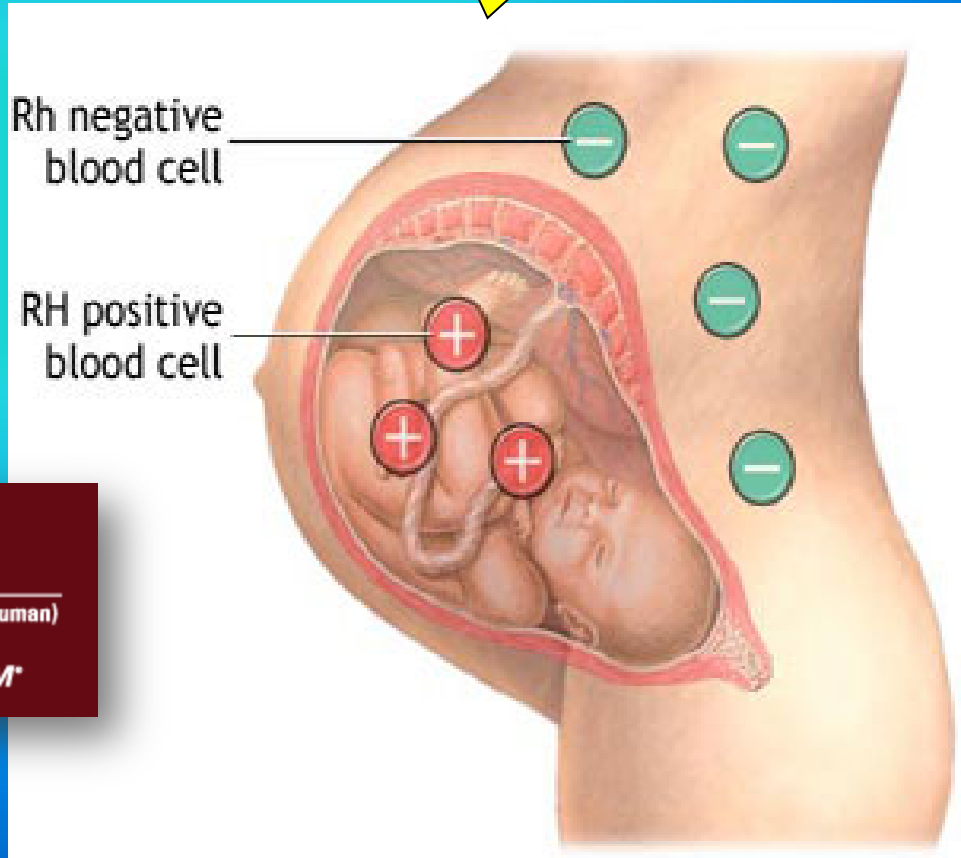
Гени C, D и E

Особе Rh^+ поседују антиген D у еритроцитима, али немају антитела у серуму, док Rh^- немају ни антиген, ни антитело.

Међутим, особе Rh⁻ после неколико трансфузија са Rh⁺ почну да производе антитела анти-D које згрушава Rh⁺ крв.

Erythroblastosis foetalis

♀ Rh⁻ x ♂ Rh⁺
F₁ Rh⁺ Rh⁻



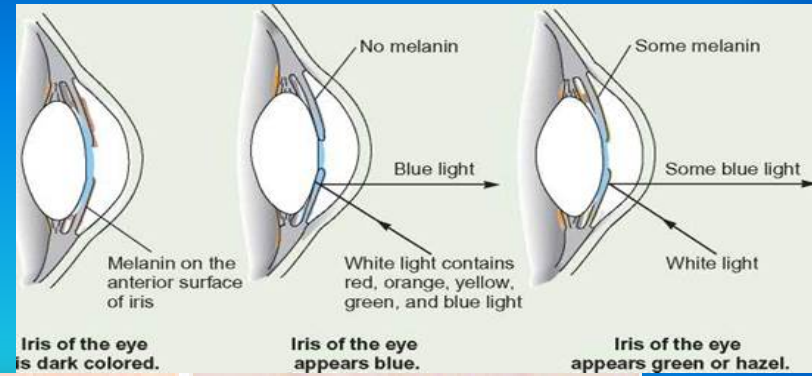
RhoGAM[®]
Ultra-Filtered PLUS
Rh₀(D) Immune Globulin (Human)

There is only ONE RhoGAM[®]

Крвна група	Генотип
A	AA or AO
B	BB or BO
AB	AB
OO	OO
M	MM
N	NN
MN	MN
Rh ⁺	Rh ⁺ Rh ⁺ or Rh ⁺ Rh ⁻
Rh ⁻	Rh ⁻ Rh ⁻

Особине људи одређене мултиплим алелима:

- боја очију
- боја коже
- боја косе





Меланин



Црна коса



Смеђа коса



Црвенкасто
смеђа коса



Плава коса



Риђа коса



Пепелјаста
коса



Седа коса

Еумеланин

Феомеланин

Мало или без пигмента



♀ $S_1 S_2$ x $S_1 S_2$ ♂ ♀ $S_1 S_2$ x $S_1 S_3$ ♂ ♀ $S_1 S_2$ x $S_3 S_4$ ♂



East, 1925.

Аутостерилност би. њака



Нема
семена

Оплоди се $S_1 S_3$
 $S_1 S_2$

Пуна
оплоди се