



# ПРОМЕНЕ У БРОЈУ ХРОМОЗОМА

# ПОЛИПЛОИДИ

Свака врста се карактерише одређеним бројем хромозома.

Током еволуције је долазило до промене у броју хромозома.

Култивисани генотипови често имају већи број хромозома од својих спонтаних сродника.

Човек индукује промене у броју хромозома, да би повећао економску добит.

Поједине врсте унутар рода имају различит број хромозома

Основни број хромозома је најчешће 7, 8, 9, ређе 12

Степен плоидности је 3x, 4x, ређе 6x, 8x, мада има и 10x



*Triticum monococcum* *Triticum durum*  
 $2n = 14$  ( $n = 7$ )  $2n = 28$  ( $n = 14$ )

2x

4x



6x

*Triticum aestivum*  
 $2n = 42$  ( $n = 21$ )



# *Triticum monococcum*

$$2n = 14 (n = 7)$$



# *Triticum durum*

$$2n = 28 (n = 14)$$







***Triticum aestivum***  
 $2n = 42$  ( $n = 21$ )





*Triticum dicoccoides* x *Aegilops squarosa*

A B D

$7' + 7'$   $7'$

F<sub>1</sub>

$7' + 7' + 7'$



удвоstrучење



$7'' + 7'' + 7'' = 21'' = 42$

AA BB DD

*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*



© 1998 MPDZ  
100 фп

© 1998 MPDZ  
100 фп

*Triticum monococcum*  
 $2n = 14 (n = 7)$   
A геном  
 $7''_A$

*Aegilops speltoides*  
 $2n = 14 (n = 7)$   
B геном  
 $7''_B$

*Aegilops squarosa*  
 $2n = 14 (n = 7)$   
D геном  
 $7''_D$

*Triticum aestivum*  
 $2n = 42 (n = 21)$

Kihara (1954, 1965)  
Mac Key (1954, 1966)  
Riley (1959, 1966)

Развој

бина

**BB**; 2n=16  
*Brassica nigra*  
B; n=8



**AA****BB**; 2n=36



*Brassica juncea*  
AB; n=18

**BB****CC**; 2n=34



*Brassica carinata*  
BC; n=17

**AA**; 2n=20



*Brassica campestris/rapa*  
A; n=10

**CC**; 2n=18

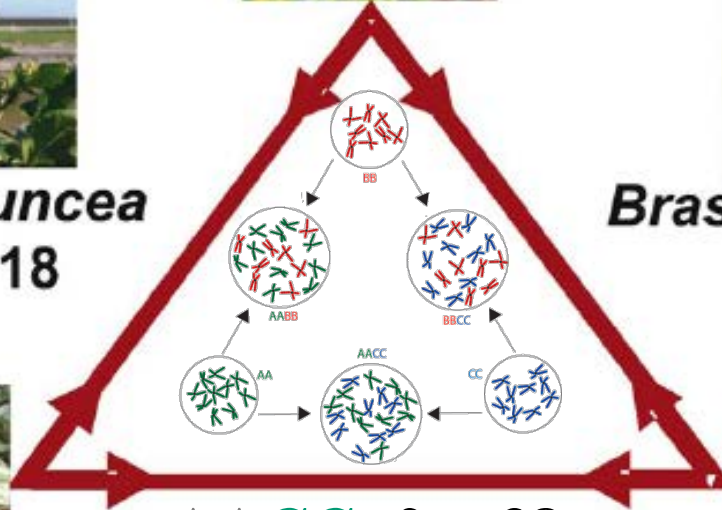


*Brassica oleracea*  
C; n=9

**AA****CC**; 2n=38



*Brassica napus*  
AC; n=19





Изостанак редукционе деобе

$$2n \times 2n$$

Game:  $2n$   $n$

F1  $3n$

---

$$2n \times 2n$$

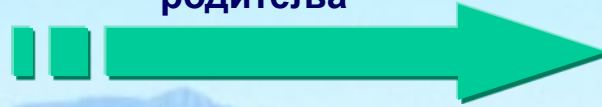
Game:  $2n$   $2n$

F1  $4n$





Изостанак  
редукционе  
деобе код оба  
родитеља



$$26 + 26$$



*Gossypium herbaceum*  
 $2n = 26$  ( $n = 13$ )

*Gossypium hirsutum*  
 $2n = 52$  ( $n = 26$ )



$2n = 36$  ( $n = 18$ )

$72$  ( $n = 36$ )

$108$  ( $n = 54$ )

$144$  ( $n = 72$ )



Гамети:

$2n = 36 \times 2n = 36$

$2n = 72 \times n = 36$

$2n = 72 \times 2n = 72$

*Solanum nigrum* (помоћница)

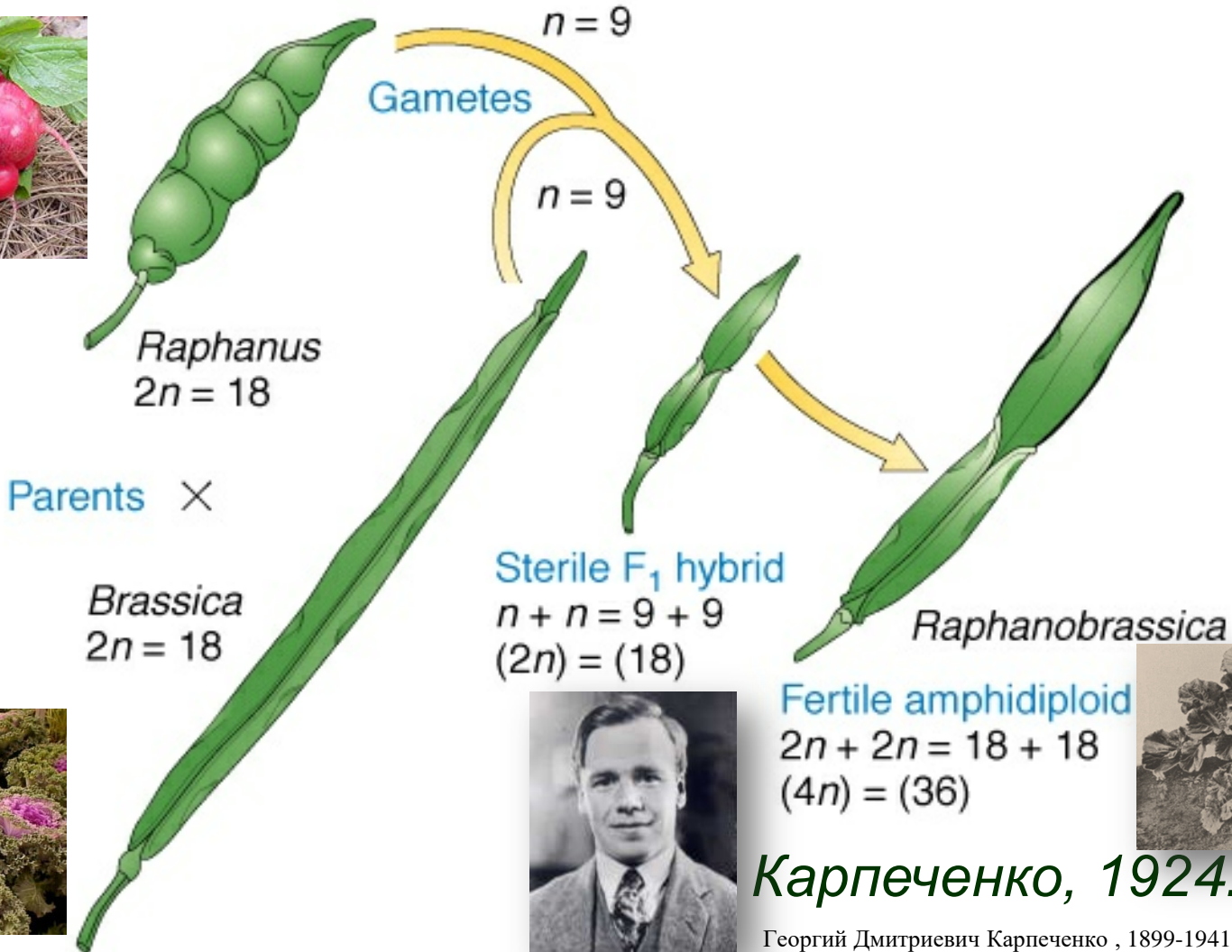


# Настанак ИНДУКОВАНИХ ПОЛИПЛОИДА

## Удаљена укрштања

*Intergenous* хибридизација

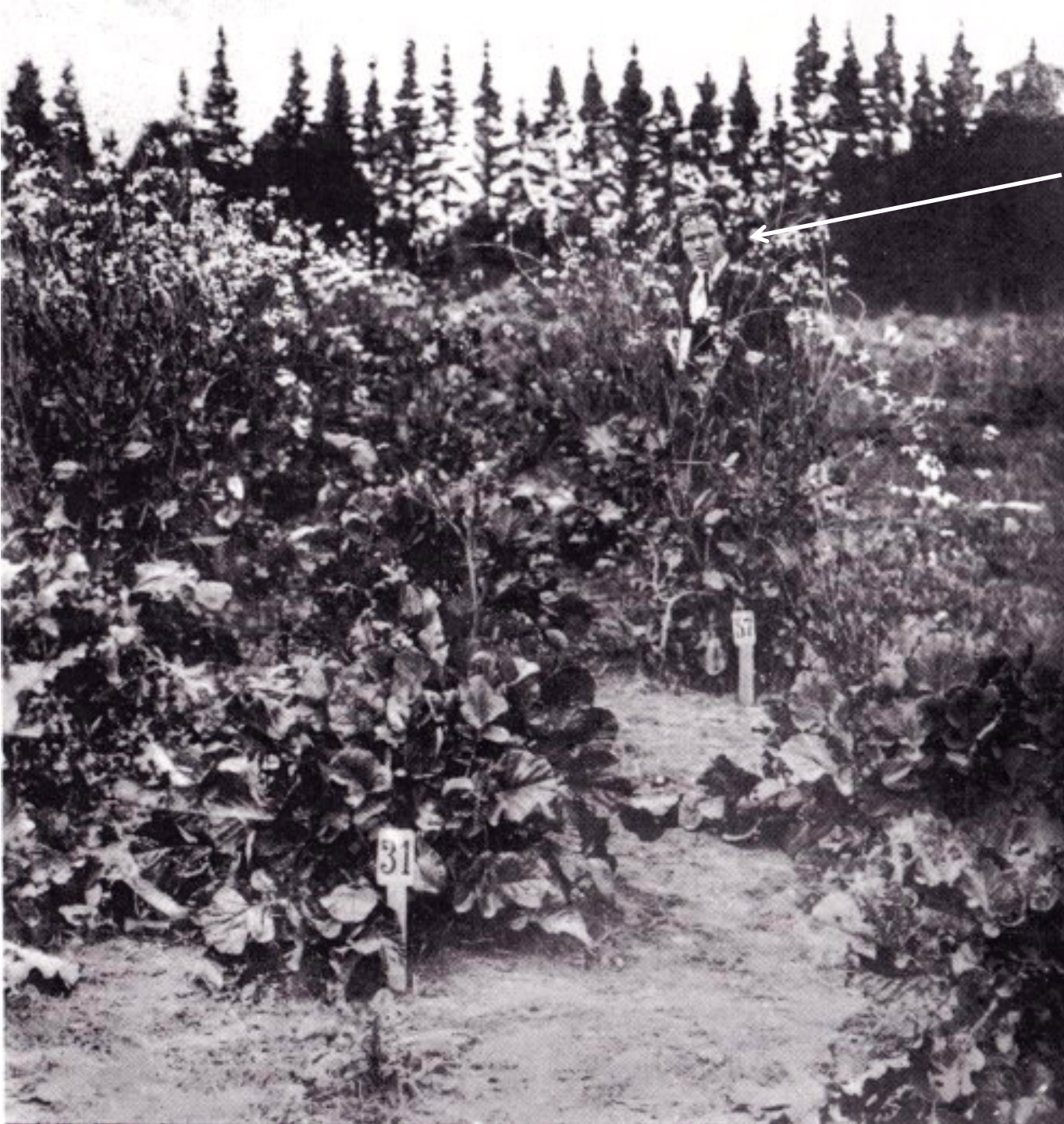
АМФИДИПЛОИД – садржи све хромозоме обе врсте



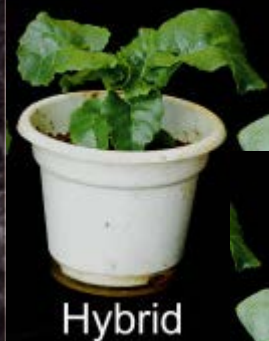
**Карпеченко, 1924.**

Георгий Дмитриевич Карпеченко, 1899-1941





Експериментално поље и научник Карпеченко међу биљкама *Raphanobrassica* (оригинална слика из рада који је Карпеченко 1924. год. објавио у часопису *Journal of genetic*)



# “Поврће за пролетаријат”

*Rhaphanobrassica*



Јестив корен роткве и  
укусни листови кеља

Испало потпуно  
нејестиво  
Сточна храна





# Опструкција деобе

Разграђује нити деобног вретена



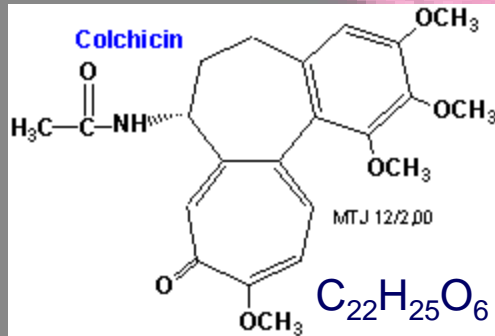
Број хромозома се повећава  
(митоза)

Гамети са нередукованим бројем хромозома  
(мејоза)

Организам са повећаним  
бројем хромозома



*Colchicum autumnale*  
Мрзовац



Алкалоид - КОЛХИЦИН



# ЕУПЛОИДИ

|            |       |
|------------|-------|
| хаплоид    | $n$   |
| диплоид    | $2n$  |
| триплоид   | $3n$  |
| тетраплоид | $4n$  |
| гексаплоид | $6n$  |
| октаплоид  | $8n$  |
| декаплоид  | $10n$ |



**10x**

- бујност
- стерилност
- 4 дозе гена (АААа)



АУТОПОЛИПЛОИДИ  
АЛОПОЛИПЛОИДИ



# Коришћење индукованих полиплоида у пракси

## Аутополиплоиди

## Алополиплоиди

### Биљке за зрно

### Биљке за вегетативну масу

**Раж**  
(4n=28)

**Хелда**  
(4n=32)

**Сирак**  
(4n=40)

**Шећерна репа**  
(3n=27)

**Лубеница**  
(3n=33)

**Сточна репа**  
(4n=36)

**Црвена детелина**  
(4n=28)

**Грожђе**  
(3n=57; 4n=76)

**Јабуке**  
(3n=51; 4n=68)

**Јагоде**  
(10n=70)

**Цвеће**

### **Пшеница**

*Tr. fungicidum* (4x=56)  
*T. persicum* x *T. timopheevii*  
2n=28                      2n=28

### **Тритикале**

(2x = 28, 6x=42, 8x=56)  
*Triticum* sp. x *S. cereale*  
2n=14, 28, 42      2n=14

### **Хибридни љуљ**

*Lolium perene* x *L. italicum*  
2n=18                      2n=18

### **Уљана репица**

(2n = 38)  
*Brassica rapa.* x *B. oleracea*

### **Raphanobrassica**

*Raphanus sativus* x *B. oleracea*  
(2n=18R x 2n=18B → 4x=36RB)









**2n**

**3n**



Ябўка (*Pirus malus*)



$2n = 34$

$3n = 51$





Декаплоидна (лево)  $2n=10x=70$  и диплоидна  $2n=14$  (десно) јагода (*Fragaria sp.*)



Триплоидни цитруси  $3n=27$



Триплоидно грожђе  $3n=57$

## Триплоидна банана

*Musa acuminata* (2n=22) × *Musa balbisiana* (2n=22) = *Musa Paradisiaca* (3n=33)  
(AA) (BB) AAB или ABB  
фертилна фертилна стерилна







Hitoshi Kihara

木原 均

1893 - 1986

3n





# Раж (*Secale cereale*)



$$2n = 14$$

$$4n = 28$$



# Луцерна (*Medicago sativa*)



**$2n = 32$**

**$4n = 76$**

Гро̀жђе (*Vitis vinifera*)



$2n = 38$

$4n = 76$





Тетраплоидни киви *Actinidia arguta* ( $2n=4x=116$ ) може да издржи ниске температуре, до  $-20^{\circ}\text{C}$  и гаји се углавном у хладнијим пределима (руско приморје, планински делови Кине и Јапанских острва)



Хексаплоидни киви  $2n=6x=174$  има крупније плодове (тежине и преко 40g), са знатно већим садржајем витамина С (95g/100g)

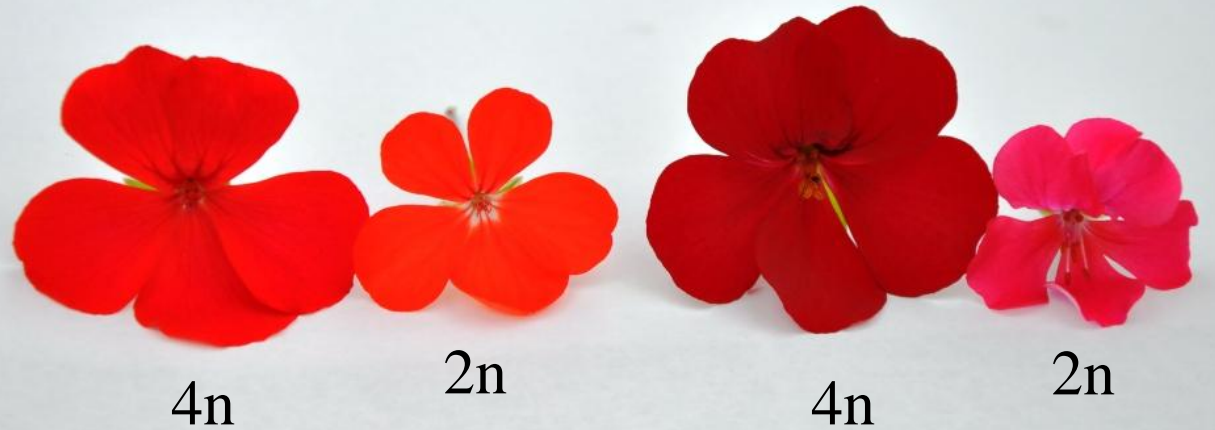


Хексаплоидна хризантема- *Chrysanthemum morifolium*  $2n=6x=54$



Мушкатла

## Pelargonium





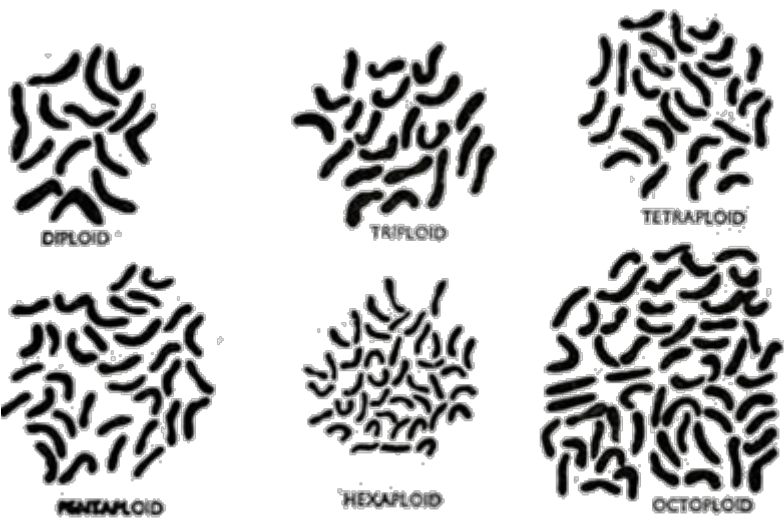
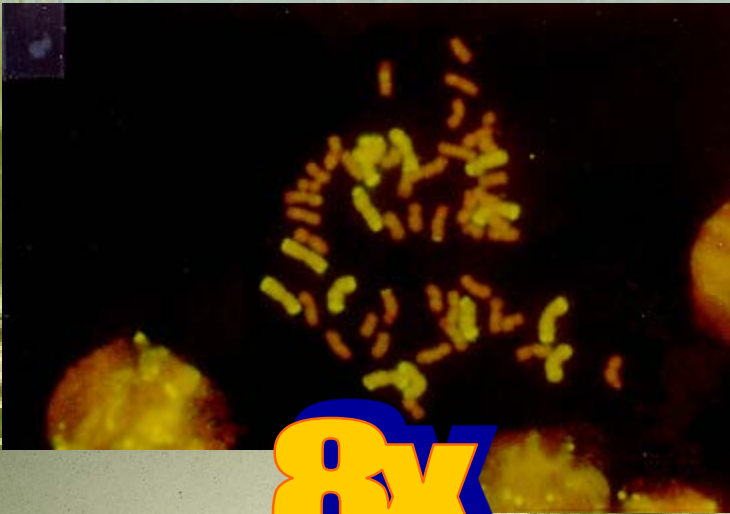


FIG. 868. The polyploid series in rose.





8x

*T.aestivum x S. cereale*



X

Durum wheat



Triticale



Rye



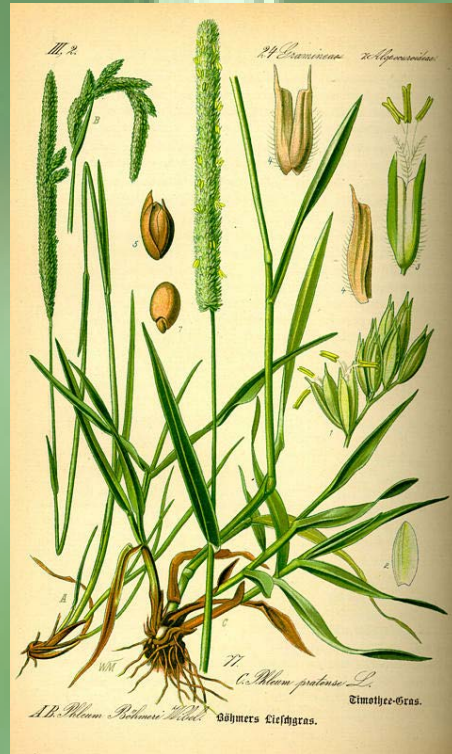
Triticale

6x

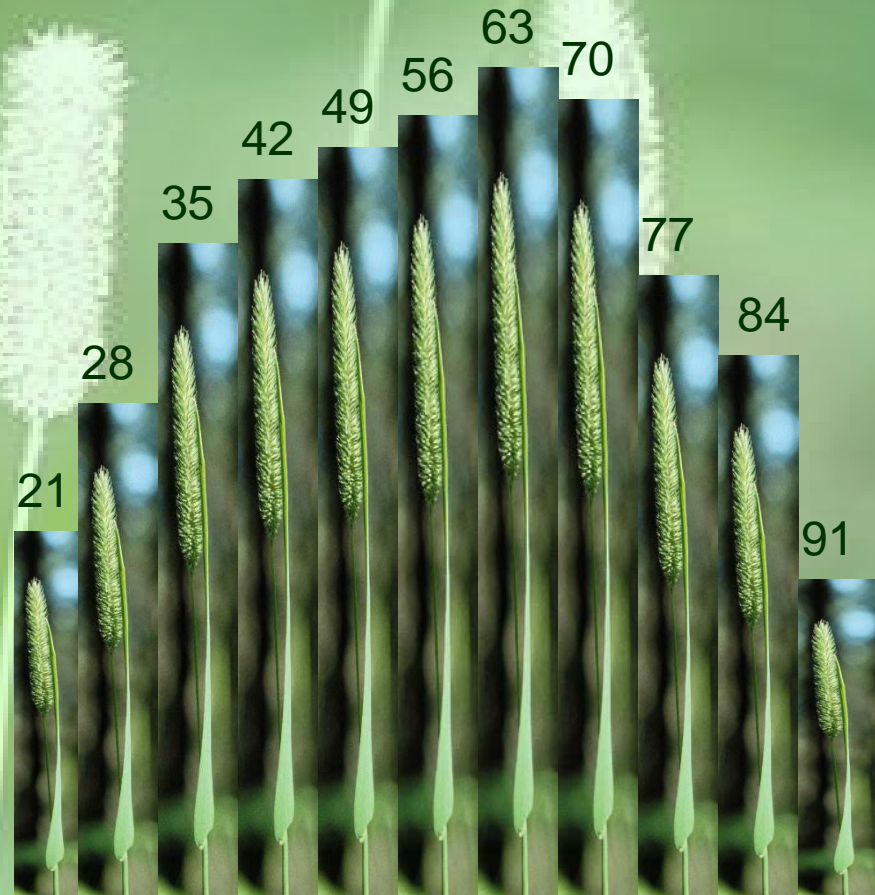




# Виши нивои плоидије



*Phleum pratense*



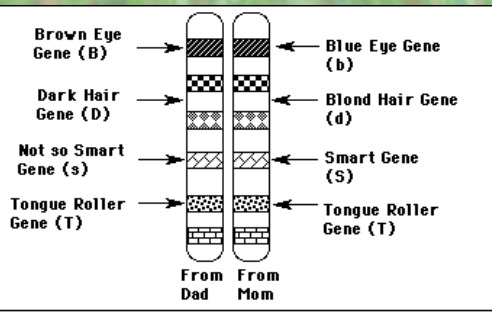
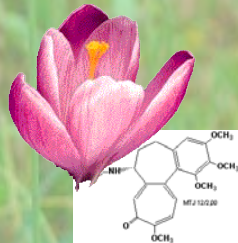
Пораст нивоа плоидности

## Успех у индуковању полиплоида:

- бољи резултати код врста се мањим бројем хромозома
  - бољи резултати код странооплодних врста
- бољи резултати код врста које се користе за зелену масу

## Употреба хаплоида

**DN**



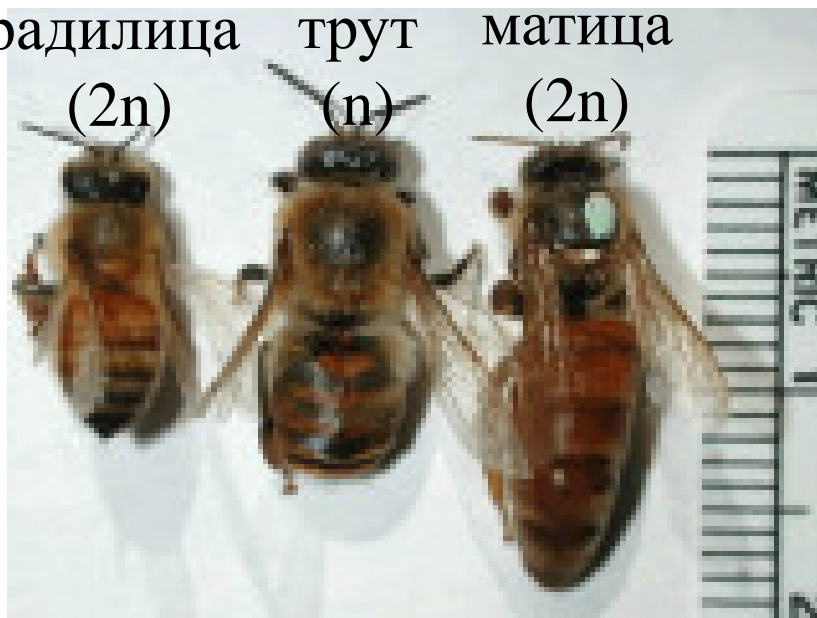
**QTL**



# Пчела радилица (прави мед)



радилица    трут    матица  
(2n)            (n)            (2n)



TRUT



RADILICA



MATICA

Fig. 1. Ploidy manipulation in shellfish. Eggs are released at metaphase of meiosis I. Fertilisation resumes meiosis. Physical or chemical shock applied during meiosis I or meiosis II can suppress cell division, producing triploids by retention of the first (PB1) or second (PB2) polar body. For simplicity, in this hypothetical species  $2n = 2$ . Thus, each bar inside the cell represents one chromosome and overlapping bars indicate the sister chromatids after DNA replication during meiosis I.

[View Within Article](#)

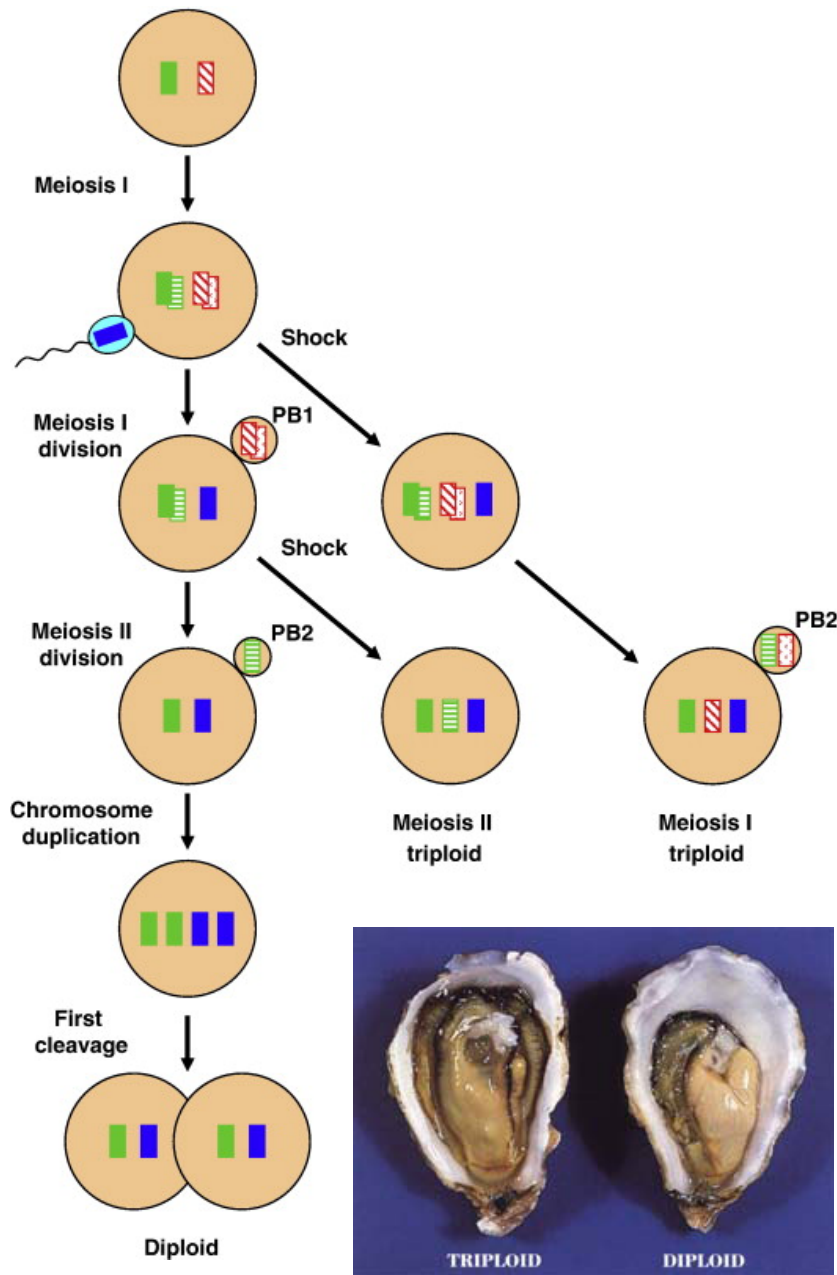
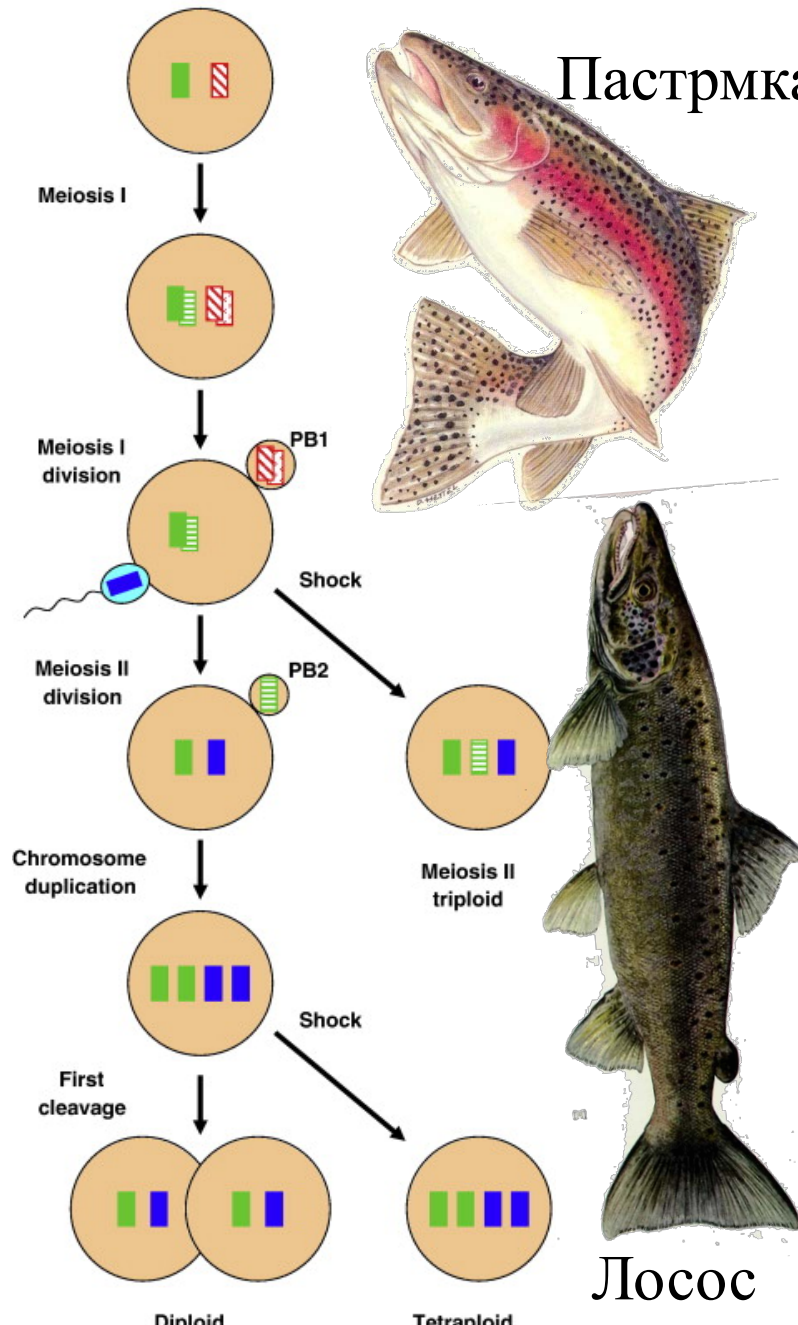
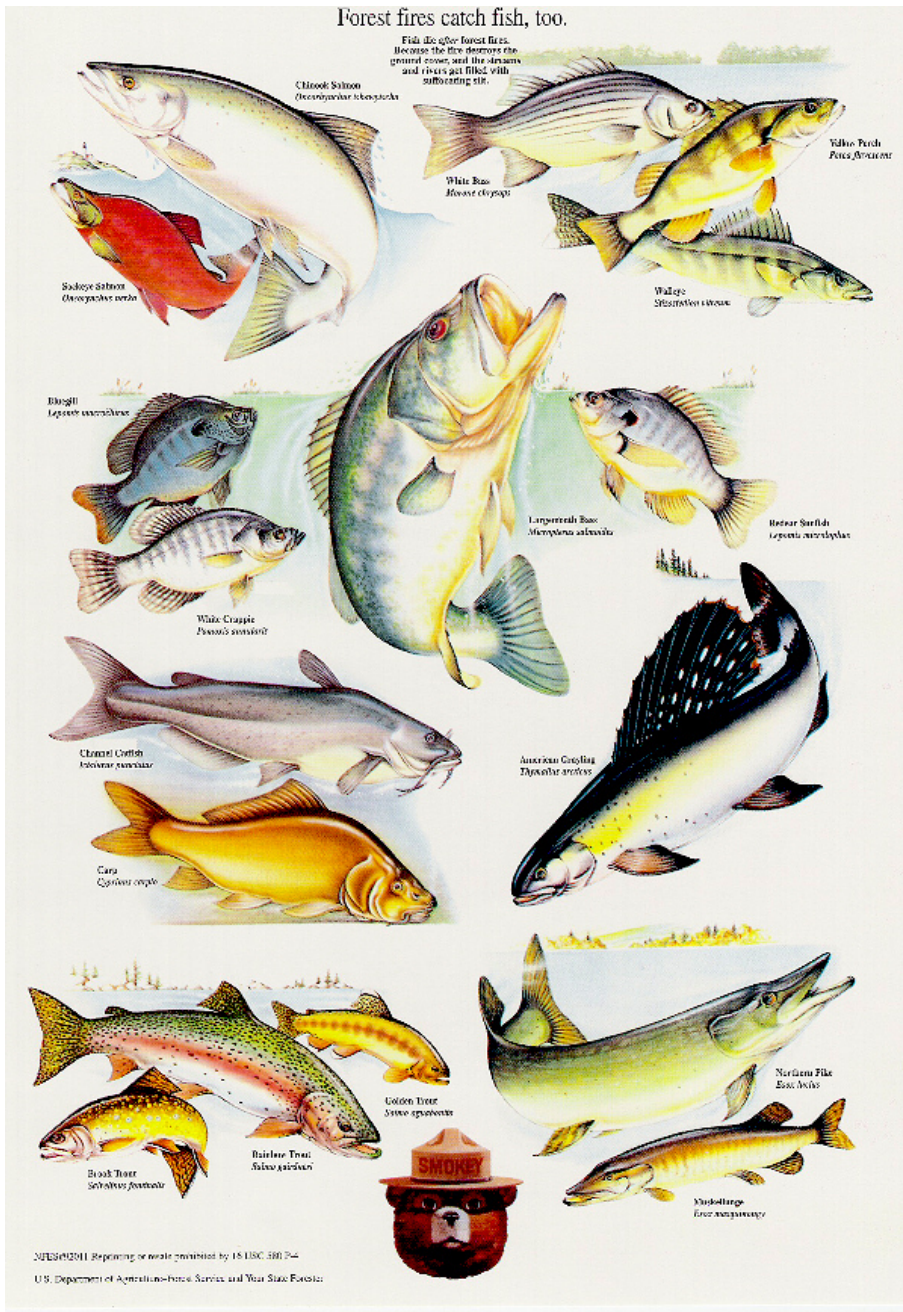




Fig. 2. Ploidy manipulation in fish. Eggs are released at metaphase of meiosis II. Fertilisation resumes meiosis. Physical or chemical shock applied during meiosis II or first cleavage can suppress cell division while allowing chromosomal division, producing triploids (meiosis II suppressed) or tetraploids (first cleavage suppressed). For simplicity, in this hypothetical species  $2n = 2$ . Thus, each bar inside the cell represents one chromosome and overlapping bars indicate the sister chromatids after DNA replication during meiosis I.



# АНЕУПЛОИДИ

МОНОСОМИК

$2n-1$

Aaa

нулисомик

$2n-2$

↓

трисомик

$2n+1$

мејоза

тетрасомик

$2n+2$

↓

1A : 2Aa : 2a : 1aa

ДИМОНОСОМИК

$2n-1-1$

↓

ДИТРИСОМИК

$2n+1+1$

↙ ↘

1A

2a

ИТД.

↓  $2n-1$  x ↗  $2n-1$

1A

1AA

2Aa

g. n, n-1      n, n-1

2Aa

2AAa

4Aaa

F<sub>1</sub> 2n, 2n-1, 2n-1, 2n-2

2a

2Aa

4aa

1aa

1Aaa

2aaa

50-60%

30-40%

0.5-7%



# Моносомици и нулिसомици у полиплоидним врстама

Sears (1954.) серија моносомика и нулисомика

*ПШЕНИЦА* x *раж*  
*Chinese Spring*

$2n-1$  (x)

gam.  $n, n-1$

F1  $2n, 2n-1, 2n-2$

|       | $n$    | $n-1$  |
|-------|--------|--------|
| $n$   | $2n$   | $2n-1$ |
| $n-1$ | $2n-1$ | $2n-2$ |

*ХАПЛОИДИ ( $n = 21$ ) x Chinese Spring*

*МОНОСОМИЦИ, НУЛИСОМИЦИ*



**Bombyx mori**

(2n=56; n = 28)



**Bombyx mandarina**

(2n=54; n = 27)

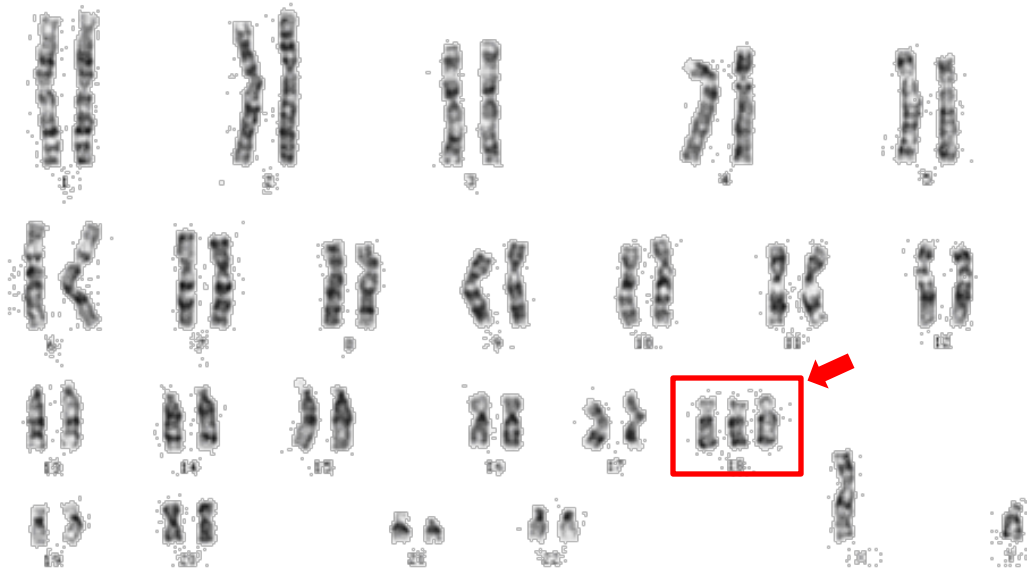
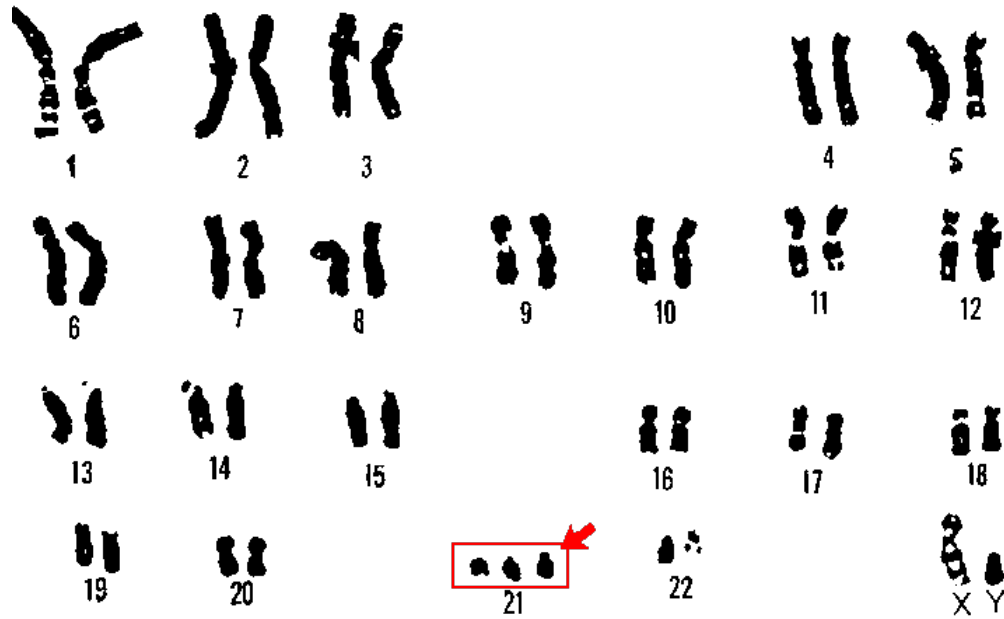


**Hybrid** (2n = 55; 26''+1''')






Down 21'''



Edwards 18'''

- 
- Проучава се улога и функција појединих хромозома
  - Локализију се гени на хромозомима и крацима хромозома
  - Замењују се поједини хромозоми, значајно код удаљених укрштања, јер се смањује удео негативних особина