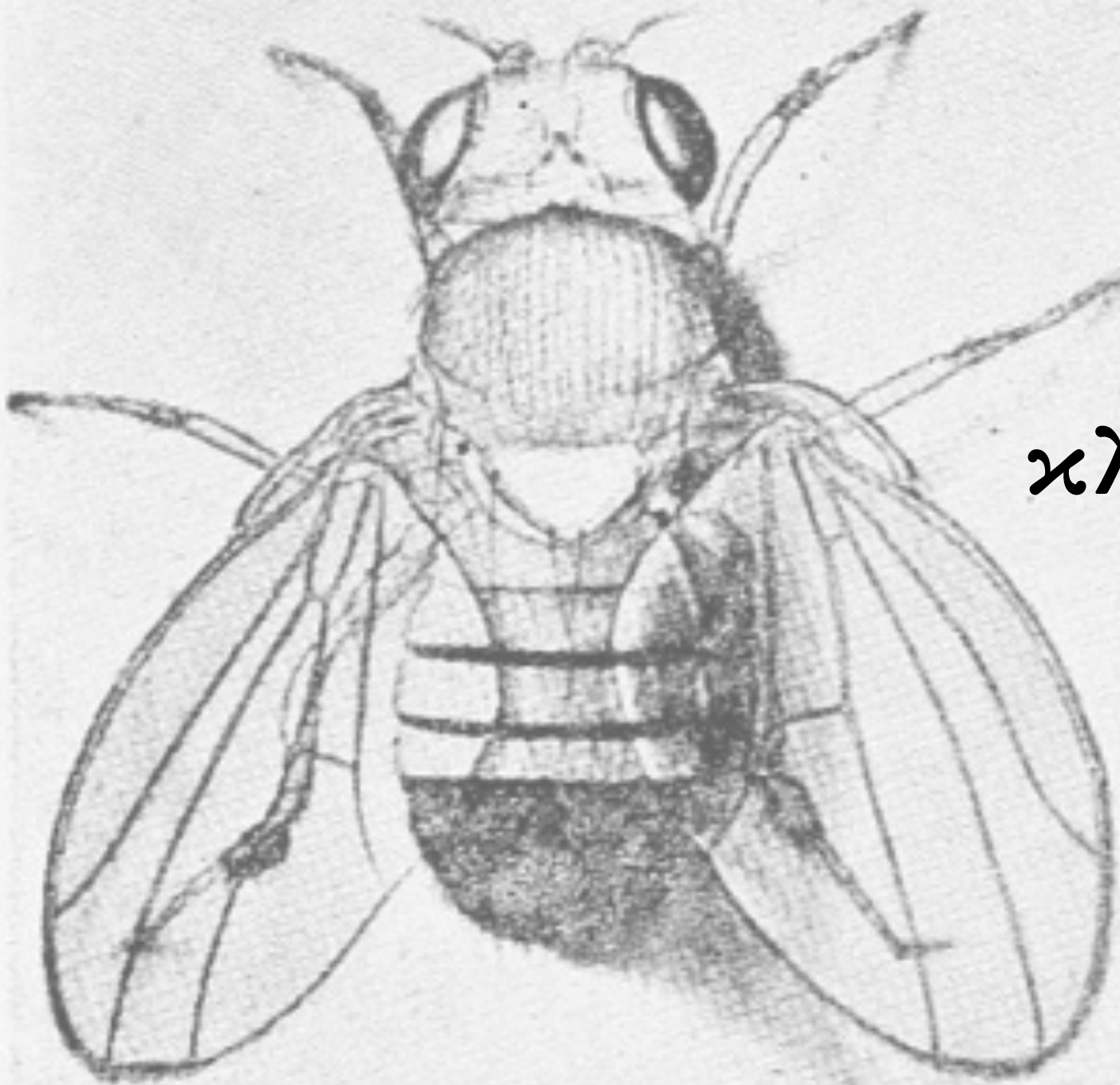


Η ανάπτυξη της κλασικής γενετικής



c



a



a'



b



b'



d

Ιστορία της Βιολογίας

Μάθημα 12

Σταύρος Ιωαννίδης,
ΙΦΕ/ΕΚΠΑ

Αντιλήψεις για την κληρονομικότητα στις αρχές του 20ού αιώνα

- κατά την πρώτη δεκαετία του 20ού αιώνα, η **κληρονομικότητα** (heredity) κεντρικό ζήτημα στη βιολογία
- η κληρονομικότητα σχετίζεται με πολλά προβλήματα:
 - > ποια είναι η φύση της **ποικιλότητας** (variation) ;
 - > η ποικιλότητα είναι **συνεχής** ή **ασυνεχής**;
 - > **εμφανίζονται** οι **καινούριοι** χαρακτήρες σε ένα άτομο ως **προσαρμογές** στο περιβάλλον (νεο-Λαμαρκιανισμός), ή εμφανίζονται '**τυχαία**' (δλδ ως αλλαγές που δεν συνδέονται με τις ανάγκες του οργανισμού, κάποιες εκ των οποίων αποδεικνύονται ωφέλιμες και επιλέγονται);
 - > πως ακριβώς **αναπτύσσεται** ένας οργανισμός από το γονιμοποιημένο ωάριο ως την ενήλικη μορφή;
 - > πως συμβαίνει η κυτταρική **διαφοροποίηση**;
 - > ποια είναι η **φυσική βάση** της κληρονομικότητας;
 - > ποιες **διαφορές** μεταξύ των ατόμων **κληρονομούνται** (και ποιες εμφανίζονται λόγω της επίδρασης του περιβάλλοντος;)

Αντιλήψεις για την κληρονομικότητα στις αρχές του 20ού αιώνα

-τα προβλήματα αυτά αντικείμενο πολλών πεδίων:

-> κυτταρολογία, εμβρυολογία, φυσιολογία, βιομετρία, ευγονική, εκτροφή ζώων και καλλιέργεια φυτών

-> ο όρος 'κληρονομικότητα' κατανοείται **διαφορετικά** σε διαφορετικούς κλάδους

-Μεντελιανή γενετική

-> βασίζεται σε διασταυρώσεις

-> στατιστική εξέταση επανεμφάνισης ορατών διαφορών μεταξύ ατόμων

-**μεντελιανοί** πρώτης γενιάς:

-> **William Bateson**

-> **Wilhelm Johannsen**

αργότερα:

-> **Thomas Hunt Morgan**

-η **μεντελιανή γενετική** αρχικά στηρίζει την ασυνεχή εξέλιξη (και όχι το **δαρβινισμό**)

Αντιλήψεις για την κληρονομικότητα στις αρχές του 20ού αιώνα

-Βιομετρία

-> βασίζεται στη θεωρία 'προγονικής κληρονομικότητας' του Galton και στη στατιστική εξέταση ορατών χαρακτηριστικών των ατόμων μέσα σε έναν πληθυσμό

κυριότεροι βιομετριστές:

-> W. F. R. Weldon

-> Karl Pearson

-υπέρ συνεχούς εξέλιξης (δλδ υπέρ **δαρβινισμού**)

-Κυτταρολογία

- μελέτη της φυσικής βάσης της κληρονομικότητας μέσω μικροσκοπικών παρατηρήσεων του **κυττάρου**

-> κατά την πρώτη δεκαετία του 20ού αιώνα, έμφαση στη σημασία των **χρωμοσωμάτων** για την κυτταρική διαίρεση

-ο E.B. Wilson (κυτταρολόγος) για την κληρονομικότητα (1914):

'Our conceptions of **cell organization**, like those of **development** and **heredity**, are **still in the making**. The time **has not yet come** when we can safely attempt to give them very **definite outlines**'

Αντιλήψεις για την κληρονομικότητα στις αρχές του 20ού αιώνα

-ενώ οι **γενετιστές** εστίασαν στα χρωμοσώματα, οι πειραματικοί εμβρυολόγοι έδιναν έμφαση στο κυτταρόπλασμα ως τη **βάση** της κληρονομικότητας και της **ανάπτυξης**

-για τους εμβρυολόγους, κληρονομικότητα & ανάπτυξη **συνδέονται στενά**

-η 'κληρονομικότητα' για τους εμβρυολόγους (Conklin 1908):

Indeed, **heredity** is not a peculiar or unique principle for **it is only similarity of growth and differentiation in successive generations**. The fertilized egg cell undergoes a certain form of cleavage and gives rise to cells of a particular size and structure, and step by step these are converted into a certain type of blastula, gastrula, larva and adult. In fact, **the whole process of development is one of growth and differentiation**, and **similarity of these in parents and offspring constitutes hereditary likeness**. The **cause** of heredity are thus reduced to the **causes** of successive differentiations of development, and **the mechanism of heredity is merely the mechanism of differentiation**.

(Conklin (1908) 'The Mechanism of Heredity')

Αντιλήψεις για την κληρονομικότητα στις αρχές του 20ού αιώνα

-με την κληρονομικότητα σχετίζονται και οι **εκτροφείς ζώων** και οι **καλλιεργητές φυτών**

-> χρησιμοποιούν **διασταυρώσεις** για να εντοπίσουν αν μια ποικιλία είναι **καθαρόαιμη** ή όχι, και για να **βελτιώσουν** την ποιότητα και ποσότητα των ζώων

-> η κληρονομικότητα ως μια καινούρια 'οικονομική δύναμη'

'Unseen carriers of heredity" are 'far above that of gold'

'Heredity is a **force** more subtle and more marvelous than electricity. Once generated it needs no additional force to sustain it. Once new breeding **values** are created they continue as permanent **economic forces**'

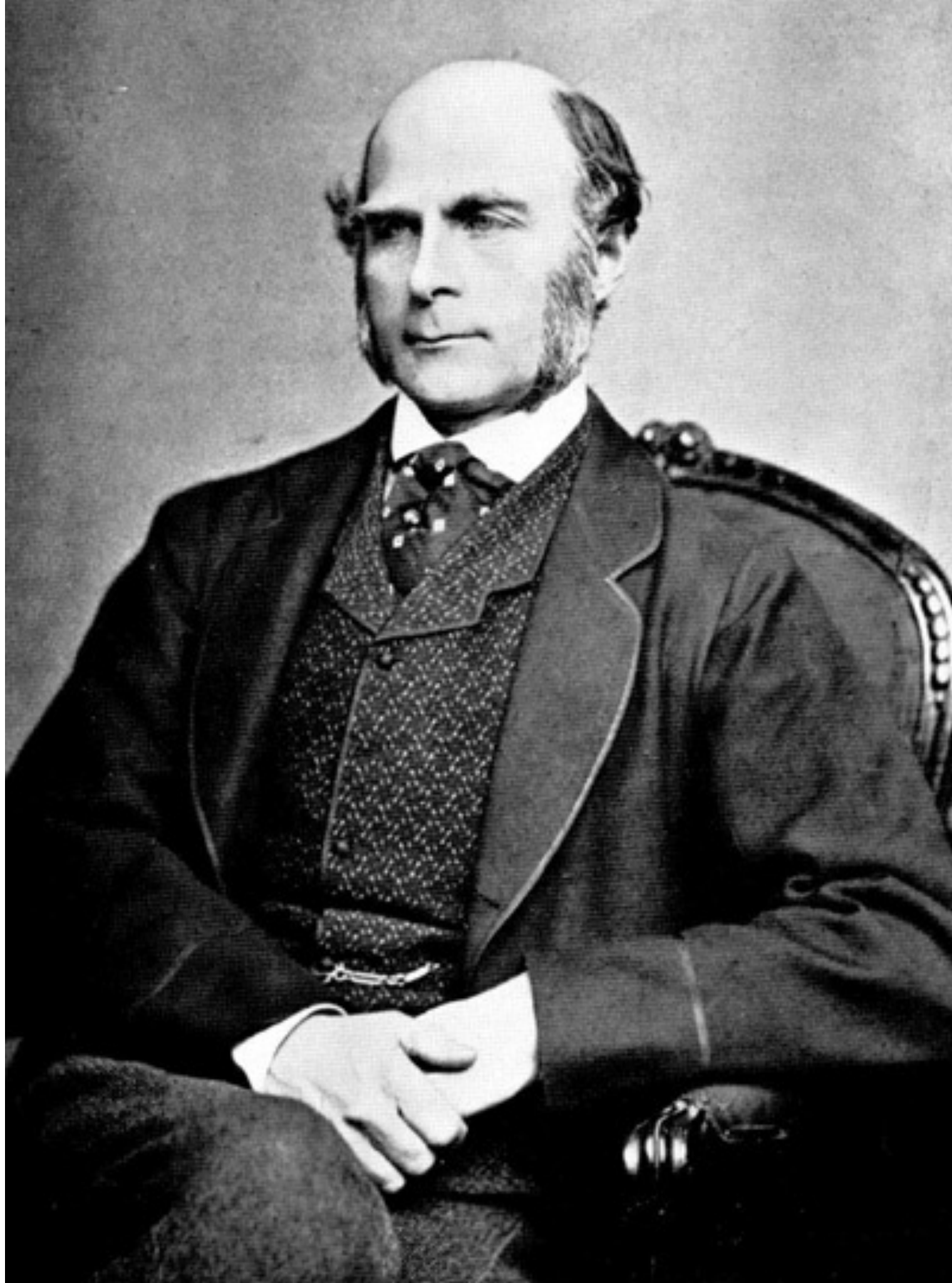
[American Breeder's Magazine 1910]

Αντιλήψεις για την κληρονομικότητα στις αρχές του 20ού αιώνα

- εμφάνιση της **ευγονικής**
- > βελτίωση ανθρώπων μέσω επιλεκτικής αναπαραγωγής
- η λέξη 'eugenics' προέρχεται από τον Francis **Galton** (1884)
- > το 1907 ιδρύει την **English Eugenics Society**
- > χρηματοδοτεί μια έδρα ευγονικής στο Πανεπιστήμιο του Λονδίνου (θα δοθεί στον **Pearson**)
- ιδρύονται σε **πολλές χώρες** εταιρείες ευγονικής (πχ Γερμανία, Γαλλία, Βραζιλία, Ρωσία)
- η ευγονική φαινομενικά αποσκοπούσε να βελτιώσει τους ανθρώπινους πληθυσμούς, μειώνοντας την αναπαραγωγή όσων θεωρούνταν 'ακατάλληλοι' και αυξάνοντας την αναπαραγωγή των 'κατάλληλων'
- σύμφωνα με τους ιστορικούς, συχνά λειτούργησε και ως μια ιδεολογία της μεσαίας τάξης, που, όπως και ο κοινωνικός Δαρβινισμός, στόχευε στην νομιμοποίηση της υπάρχουσας κοινωνικής τάξης ως 'φυσικής'
- > για πολλούς ευγονιστές μια δίκαιη κοινωνία περιέχει **κατ' ανάγκη** ανισότητα και είναι ιεραρχική, γιατί αντανάκλα τις διαφορές στις **έμφυτες** (και **βιολογικά κληρονομήσιμες**) ικανότητες των ατόμων

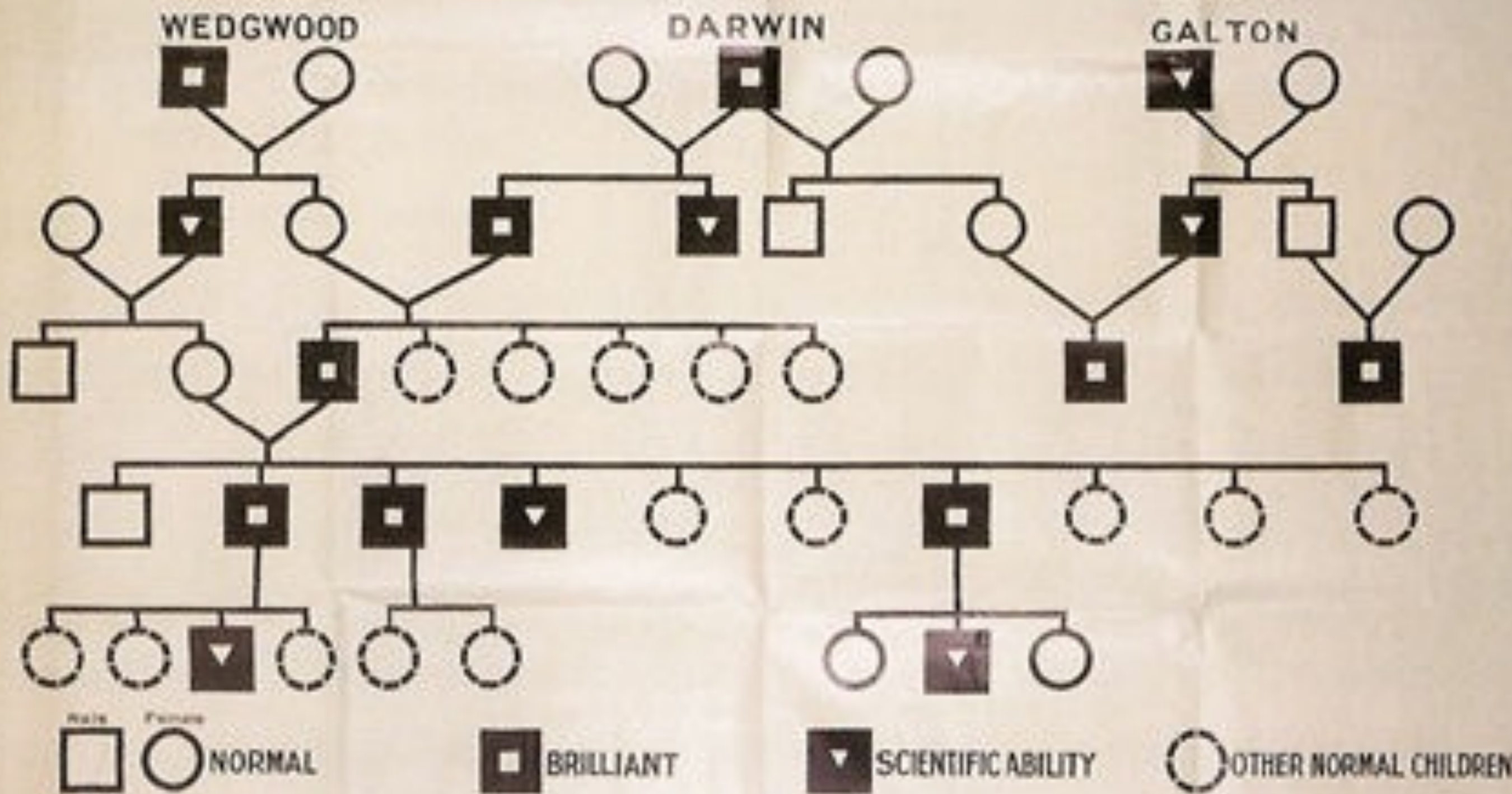
Αντιλήψεις για την κληρονομικότητα στις αρχές του 20ού αιώνα

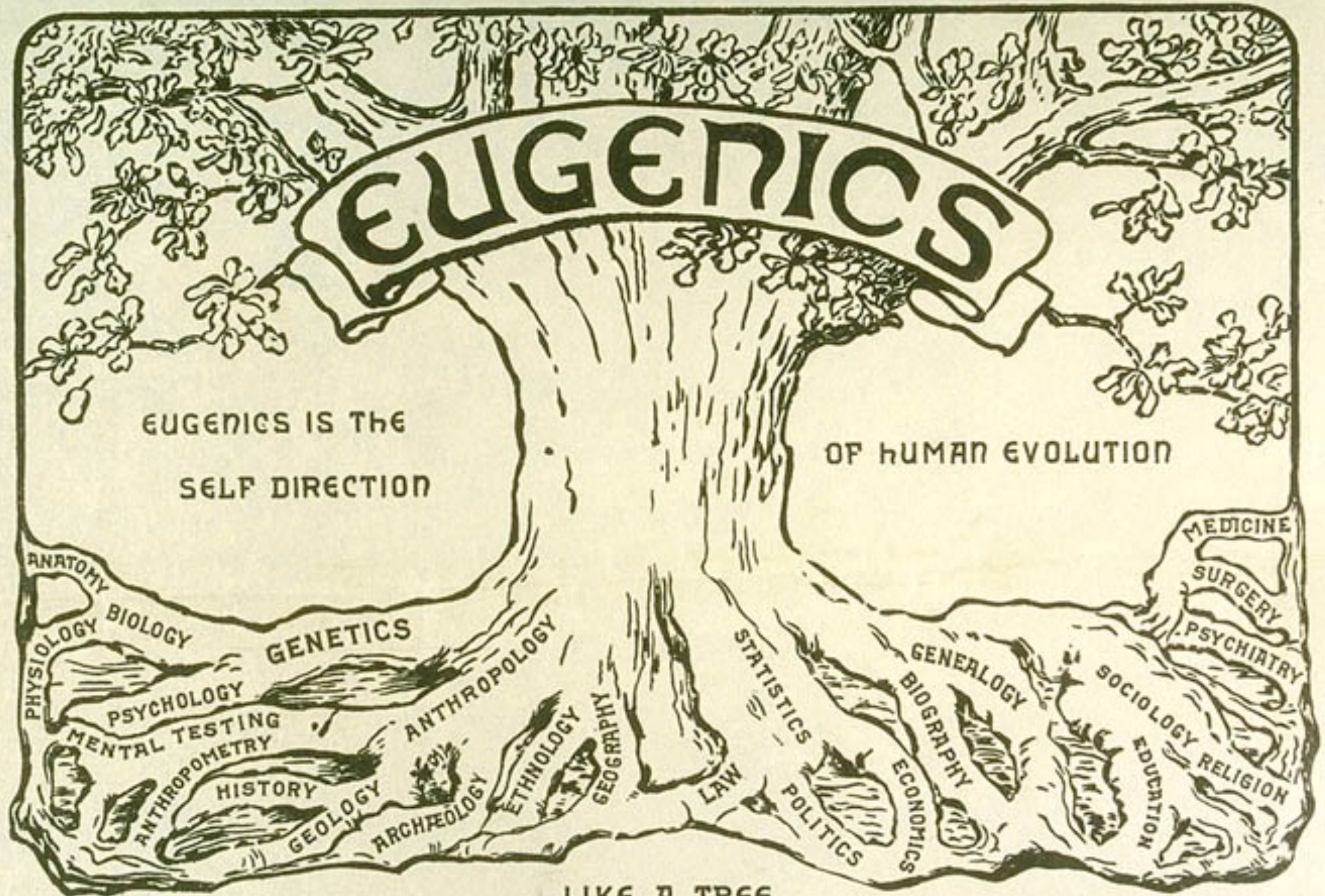
- η ευγονική **δημοφιλής στις ΗΠΑ** (όπως και αλλού), ειδικά μετά τον 1ο παγκόσμιο πόλεμο
 - > έμφαση στην στείρωση 'προβληματικών' ατόμων: άτομα με ψυχικές ασθένειες, νοητική υστέρηση, επιληψία
- μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1930, **σε πολλές πολιτείες των ΗΠΑ και πολλές ευρωπαϊκές χώρες** ψηφίζονται σχετικοί **νόμοι**
 - > στις ΗΠΑ επιβάλλονται περιορισμοί στη μετανάστευση από χώρες με 'κατώτερες' φυλές (Ιταλία, χώρες ανατολικής Ευρώπης, **Ελλάδα**)
- η ευγονική θα χρησιμοποιηθεί από τους Ναζί για τη δημιουργία μιας ανώτερης φυλής, οδηγώντας στα μαζικά εγκλήματα του ναζιστικού καθεστώτος
- αλλά η ευγονική δεν ήταν ούτε δημιούργημα του ναζισμού ούτε αποκλειστικά συνδεδεμένη με τη ρατσιστική ιδεολογία και ακροδεξιές πολιτικές



Francis Galton

CHART SHOWING THE
INHERITANCE OF ABILITY





LIKE A TREE
EUGENICS DRAWS ITS MATERIALS FROM MANY SOURCES AND ORGANIZES
THEM INTO AN HARMONIOUS ENTITY.

Εικόνα από το Δεύτερο Διεθνές Συνέδριο Ευγονικής (Νέα Υόρκη 1921)

This light flashes every 15 seconds

Every 15 seconds \$100 of your money goes for the care of persons with bad heredity such as the insane feeble-minded, criminals & other defectives

Some people are born to be a burden on the rest.

This light flashes every 16 seconds

Every 16 seconds a person is born in the United States.



Fitter Families
CONTEST

EASTERN STATES EXPOSITION

This light flashes every 7½ minutes

Every 7½ minutes a high grade person is born in the United States, will will have ability to do creative work & be fit for leadership. About 4% of all Americans come within this class

EUGENICS BUILDING

GOVERNORS
"TROPHY"
FITTEST FAMILY

Αριστερά: Νικητές σε ευγονικό διαγωνισμό
(Kansas Free Fair, Topeka, KS)

Κάτω: 'Eugenic Certificate', ~ 1924

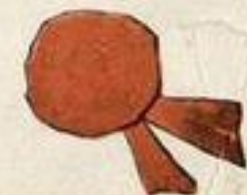
EUGENIC CERTIFICATE

THIS GUARANTEES that I have examined the sender of this card and find a perfect PHYSICAL and MENTAL BALANCE and unusually strong EUGENIC LOVE possibilities, well fitted to promote the happiness and future welfare of the race.



Ima D. Fiske M.D.

310-10.



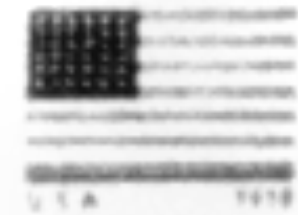


Carrie Buck (1906–1983) “Three generations of imbeciles are enough”, 1927

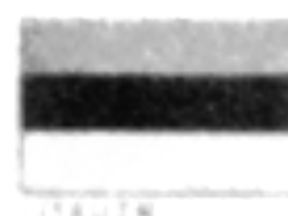
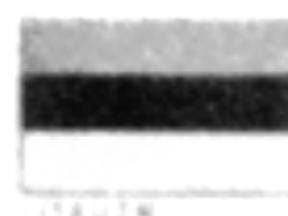
‘The principle that sustains compulsory vaccination is broad enough to cover cutting the Fallopian tubes’.

Wie stehen nicht allein

In hohen Ländern
bestehen ähnliche
Gesetze



folgende Länder
ertragen ähnlichen
Schutz



Ναζιστική αφίσα (1936) -πάνω στην ασπίδα αναφέρεται ο νόμος για υποχρεωτική στείρωση - αριστερά, χώρες που είχαν ήδη ψηφίσει παρόμοιο νόμο, κάτω, χώρες που σχεδίαζαν την ψήφισή του (wir stehen nicht allein: δεν είμαστε μόνοι)



BERLIN, den 1. Sept. 1939.

Reichsleiter B o u h l e r u n d
Dr. med. B r a n d t

sind unter Verantwortung beauftragt, die Befugnisse namentlich zu bestimmender Ärzte so zu erweitern, dass nach menschlichen Ermessen unheilbar Kranken bei kritischster Beurteilung ihres Krankheitszustandes der Gnadentod gewährt werden kann.

[Handwritten signature]

*Van Döckler mit
Übergabe am 27. 8. 40
Dr. Gierke*

20. 8. 40

Aktion T4

Αντιλήψεις για την κληρονομικότητα στις αρχές του 20ού αιώνα

-**διαμάχες** μεταξύ όλων αυτών των πεδίων για το πώς πρέπει να κατανοηθεί και να μελετηθεί η **κληρονομικότητα**

-για τους Pearson και Weldon το πρόβλημα της εξέλιξης είναι κατά βάση πρόβλημα **στατιστικό**

‘If Darwin’s evolution be natural selection combined with heredity, then the **single statement** which embraces the **whole field of heredity** must prove almost as epoch-making to the biologists as **the law of gravitation** to the astronomer’

[Pearson (1898) ‘Mathematical Contributions to the Theory of Evolution: On the Law of Ancestral Heredity’]

-για τον Conklin (1908), αντιθέτως, το κλειδί για την κατανόηση της κληρονομικότητας βρίσκεται στην **εμβρυολογία**:

‘**Heredity** is today **the central problem of biology**. This problem may be approached from many sides —that of the breeder, the experimenter, the statistician, the physiologist, the embryologist, the cytologist— but the mechanism of heredity **can be studied best by investigation of the germ cells and their development**’.

Αντιλήψεις για την κληρονομικότητα στις αρχές του 20ού αιώνα

-για τους γενετιστές, η μεντελιανή γενετική είναι η μόνη σωστή προσέγγιση

-ο Bateson τονίζει τη σημασία της γενετικής και ασκεί κριτική στην εμβρυολογία:

‘Formerly it was hoped that by **simple inspection of embryological processes**, the modes of heredity might be ascertained, the actual mechanism by which the offspring is formed from the body of the parent’

‘With the existing methods of embryology **nothing could be analyzed further** than the physiological events themselves’

‘we at least can watch the system by which the **differences** between the various kinds of fowls or the various kinds of sweet peas are **distributed** among their offspring. By thus **breaking** the main **problem** up into its **parts** we give ourselves fresh chances’

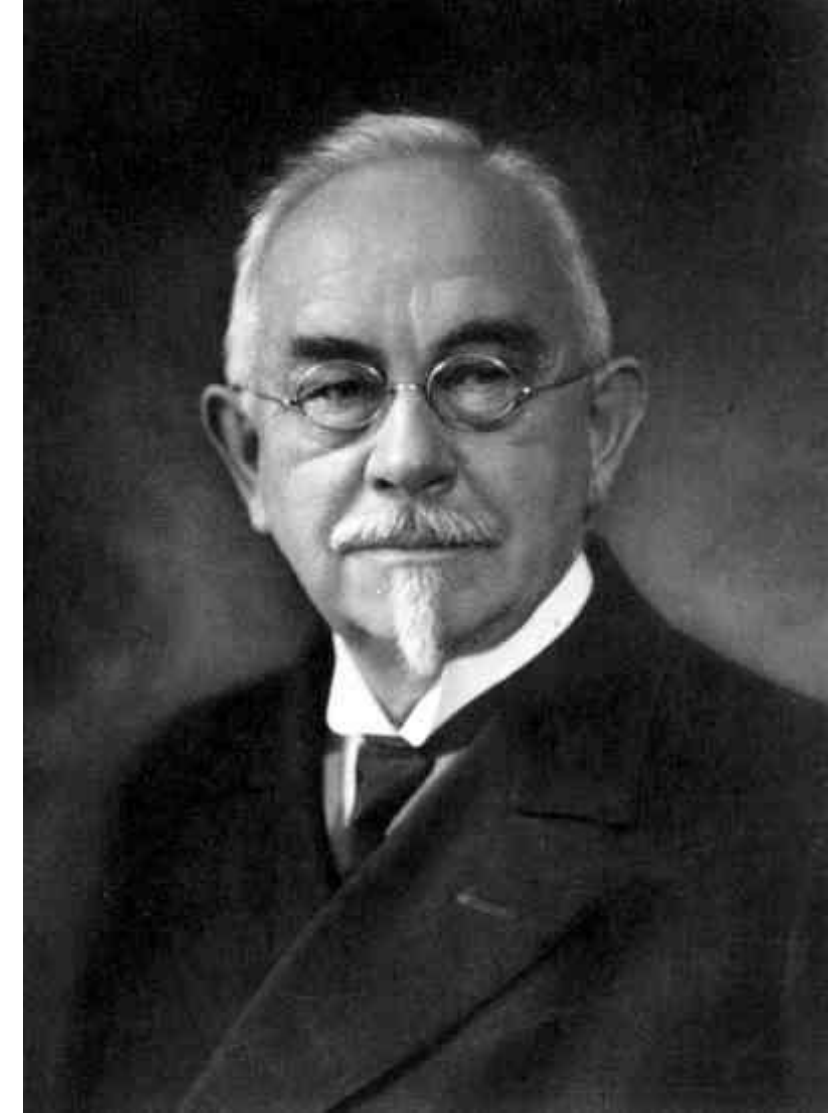
-ο **Bateson** ασκεί επίσης κριτική στις απόψεις των **βιομετριστών** περί σταδιακής δαρβινικής εξέλιξης, στους **παλαιοντολόγους** και στους **συγκριτικούς ανατόμους**

-> οι βιολόγοι δεν πρέπει να μελετούν την εξέλιξη **χωρίς πρώτα μια κατανόηση της γενετικής**

‘Naturalists **may still be found** expounding **teleological** systems which would have delighted **Dr. Pangloss** himself, but at the present time **few are misled**. The student of genetics knows that the time for the development of theory **is not yet**. He would rather stick to the **seed pan** and the **incubator**’

Γονότυπος & Φαινότυπος

- ο Bateson εισάγει τους όρους:
- > **genetics**
- > **zygote**
- > **homozygote / heterozygote**
- > **allelomorph**



-αλλά κρίσιμη για την ανάπτυξη της καινούριας επιστήμης της γενετικής ήταν η εισαγωγή της διάκρισης μεταξύ **γονότυπου & φαινότυπου**

-> η διάκριση αυτή **αποκλείει** τη μη πειραματική μελέτη της **κληρονομικότητας**

-> εισάγεται από τον **Wilhelm Johannsen** [πάνω δεξιά] το **1909**

-**transmission** conception vs **genotypic** conception of heredity



Johannsen & Bateson
(Merton, Αγγλία 1924)

Γονότυπος & Φαινότυπος

Conklin (1908):

‘The comparison of heredity to the **transmission of property** from parent to children has produced confusion in the scientific as well as the popular mind’

-ο T. H. Morgan γράφει το 1910:

‘When we speak of the **transmission** of characters from parent to offspring, we are speaking **metaphorically**; for we now realize that it is not **characters** that are transmitted to the child from the body of the parent, but that the parent carries over the **material** common to both parent and offspring’

-η **γονοτυπική θεώρηση** της κληρονομικότητας ξεκαθαρίζει τη **διαφορά** ανάμεσα στη βιολογική και τη συνήθη σημασία της ‘κληρονομικότητας’

-ο **γονότυπος** είναι ‘the sum total of all the ‘genes’ και βρίσκεται ‘**κρυμμένος**’ στα γεννητικά κύτταρα

-ο φαινότυπος, αντιθέτως, **μπορεί να παρατηρηθεί**:

‘All ‘types’ of organisms distinguished by direct inspection or only by finer methods of measuring or description, may be characterized as ‘phenotypes.’

(Johannsen 1911)

Γονότυπος & Φαινότυπος

-ο ενήλικος οργανισμός δεν μας δείχνει τον **γονότυπο** —αφού μπορεί να έχει ‘κρυμμένα’ **υπολειπόμενα** χαρακτηριστικά

-> **φυσιοδίφες & βιομετριστές** κάνουν το **λάθος** να συνάγουν τον **γονότυπο** από τον **φαινότυπο**

-παρατηρώντας απλά τον **φαινότυπο**, δεν μπορεί επίσης να γίνει **διαχωρισμός** ανάμεσα σε αυτό που **κληρονομείται**, και αυτό που οφείλεται στο **περιβάλλον**

-επίσης, οι φαινότυποι **αναμειγνύονται**, ενώ οι γονότυποι **όχι**

-ο **Johannsen** λέει ότι η μη κληρονόμηση των επίκτητων χαρακτηριστικών είναι

‘an expression of the fact that the **external conditions** may easily mold **phenotypes** in a more or less adaptive manner, but can **hardly or rarely** induce changes in the genotype’

Γονότυπος & Φαινότυπος

-ο **Johannsen** τονίζει την **ανιστορικότητα** της γονοτυπικής θεώρησης της κληρονομικότητας, και **απορρίπτει** τον νόμο της προγονικής κληρονομικότητας των **βιομετριστών** ως **μυστικισμό**:

‘Ancestral influence! As to heredity, it is a **mystical expression** for a fiction. The ancestral influences are the **‘ghosts’** in genetics, but generally the belief in ghosts is still powerful’

‘Certainly, medical and biological **statisticians** have in modern times been able to make elaborate statements of great interest for insurance purposes, for the **‘eugenics-movement’** and so on. But **no profound insight** into the **biological problem of heredity** can be gained on this basis’

(Johannsen 1911)

Γονότυπος & Φαινότυπος

-ο **Johannsen** επίσης τονίζει ότι οι **μεντελιανοί παράγοντες** διαφέρουν από τις διάφορες αυτο-αναπαραγόμενες ζωτικές οντότητες του **Weismann**:

‘Of all the Weismannian army of notions and categories [Mendelism] **may use nothing**’

-εισάγει τον όρο ‘**γονίδιο**’ (gene) ως έναν **ουδέτερο όρο** για να αντικαταστήσει παλαιότερους **θεωρητικά διαποτισμένους** όρους

‘The **Mendelian units** as such, taken per se **are powerless**’

Ένας καινούριος επιστημονικός κλάδος

-κατά τον 1ο παγκόσμιο πόλεμο, η **Αμερική** ηγείται πλέον της έρευνας στην **γενετική**

-**T. H. Morgan** (1866–1945) και η ομάδα του (**Calvin B. Bridges**, **Alfred H. Sturtevant**, **Hermann J. Muller**) στο Πανεπιστήμιο **Columbia** συνδυάζουν τη **μεντελιανή ανάλυση** με **κυτταρολογικές έρευνες** και θεμελιώνουν την **μεντελιανή χρωμοσωμική θεωρία**

(το μικρό δωμάτιο που εργάζονται, γεμάτο από μπουκάλια γάλατος με δροσόφιλες, έχει μείνει γνωστό ως το **Fly Room**)



T. H. Morgan

-Σειρά από κλασικά βιβλία για τα αποτελέσματα της ομάδας του Morgan:

-Morgan, Sturtevant, Muller, και Bridges, ***The Mechanism of Mendelian Heredity*** (1915)

-Morgan, *The Physical Basis of Heredity* (1919)

-Morgan, *Embryology and Genetics* (1934)

-ο πιο διακεκριμένος **γενετιστής** της γενιάς του

-> νόμπελ ιατρικής το **1933**

(η πρώτη φορά που δίνεται σε επιστήμονα που δεν δουλεύει στον τομέα της ιατρικής)

Calvin Bridges (αριστερά κάτω), Alfred Sturtevant (κάτω), Hermann Muller (αριστερά)



Ένας καινούριος επιστημονικός κλάδος

-όταν ο **Morgan** αρχίζει να εργάζεται πάνω στη γενετική της Δροσόφιλας το 1910, **κυτταρολογικές** μελέτες πάνω στον **καθορισμού φύλου** έχουν δείξει τη σημασία των **χρωμοσωμάτων** στην **κληρονομικότητα**

-> το φύλο όλων σχεδόν των φυτών και των ζώων καθορίζεται τη στιγμή της γονιμοποίησης από το συνδυασμό X και Y χρωμοσωμάτων

-> το κρίσιμο βήμα για την ανακάλυψη αυτή έγινε το **1905** από τη **Nettie Stevens** (1861–1912) και τον **E. B. Wilson**



Ένας καινούριος επιστημονικός κλάδος

-οι γενετιστές φτιάχνουν **χρωμοσωμικούς χάρτες**, όπου εντοπίζουν τη **σειρά των γονιδίων πάνω στα χρωμοσώματα**

-> τα **γονίδια** κληρονομούνται σε **ομάδες**, αλλά μπορούν να **αναδιαταχθούν** κατά το σχηματισμό των **γαμετών**

-> αυτό το φαινόμενο έκανε δυνατό τον **προσδιορισμό της σχετικής θέσης των γονιδίων** πάνω στα **χρωμοσώματα**

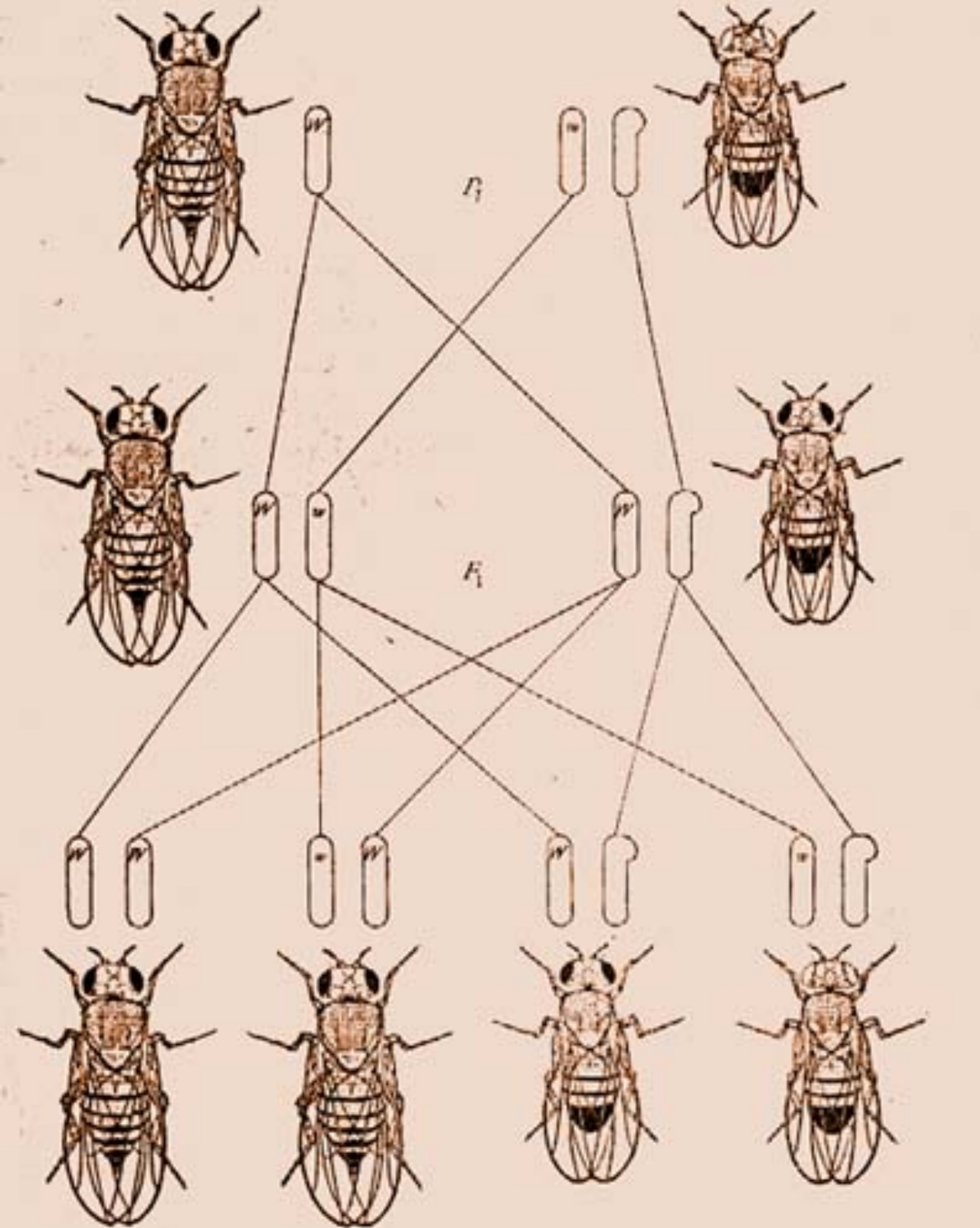
-η ομάδα του **Morgan** μαθαίνει να κατασκευάζει **χάρτες των γονιδίων**, βάσει της **συχνότητας ανασυνδυασμού** των γονιδίων:

-> όσο πιο **μακριά** ήταν 2 γονίδια μεταξύ τους πάνω στο χρωμόσωμα, τόσο **μεγαλύτερη** η **πιθανότητα να ανασυνδυαστούν**

-αργότερα, **κυτταρολογικές** μελέτες δείχνουν ότι πράγματι **ανταλλάσσονται** μεγάλα κομμάτια μεταξύ των χρωμοσωμάτων **κατά τα πρώτα στάδια της μείωσης**



FIG. 64. Scheme to illustrate a method of crossing over of the chromosomes.



Αριστερά: Από Morgan, Sturtevant, Muller & Bridges (1915) *The Mechanism of Mendelian Heredity*

Πάνω: ο Morgan μπροστά από δροσόφιλες

FIG. 9.—Red-eyed female by white-eyed male (*D. melanogaster*). This is the reciprocal of the cross shown in Fig. 10.



Ο Calvin Bridges στο Fly Room —συνήθιζε να βάζει τις μύγες σε γυάλινα δοχεία και να τις κουβαλάει μέσα στις κάλτσες του. Επισκέπτες του εργαστηρίου περιγράφουν την έντονη οσμή από μπανάνες (που χρησιμοποιούνταν ως τροφή για τις μύγες), καθώς και πλήθος από μύγες που δραπέτευαν από τα μπουκάλια.



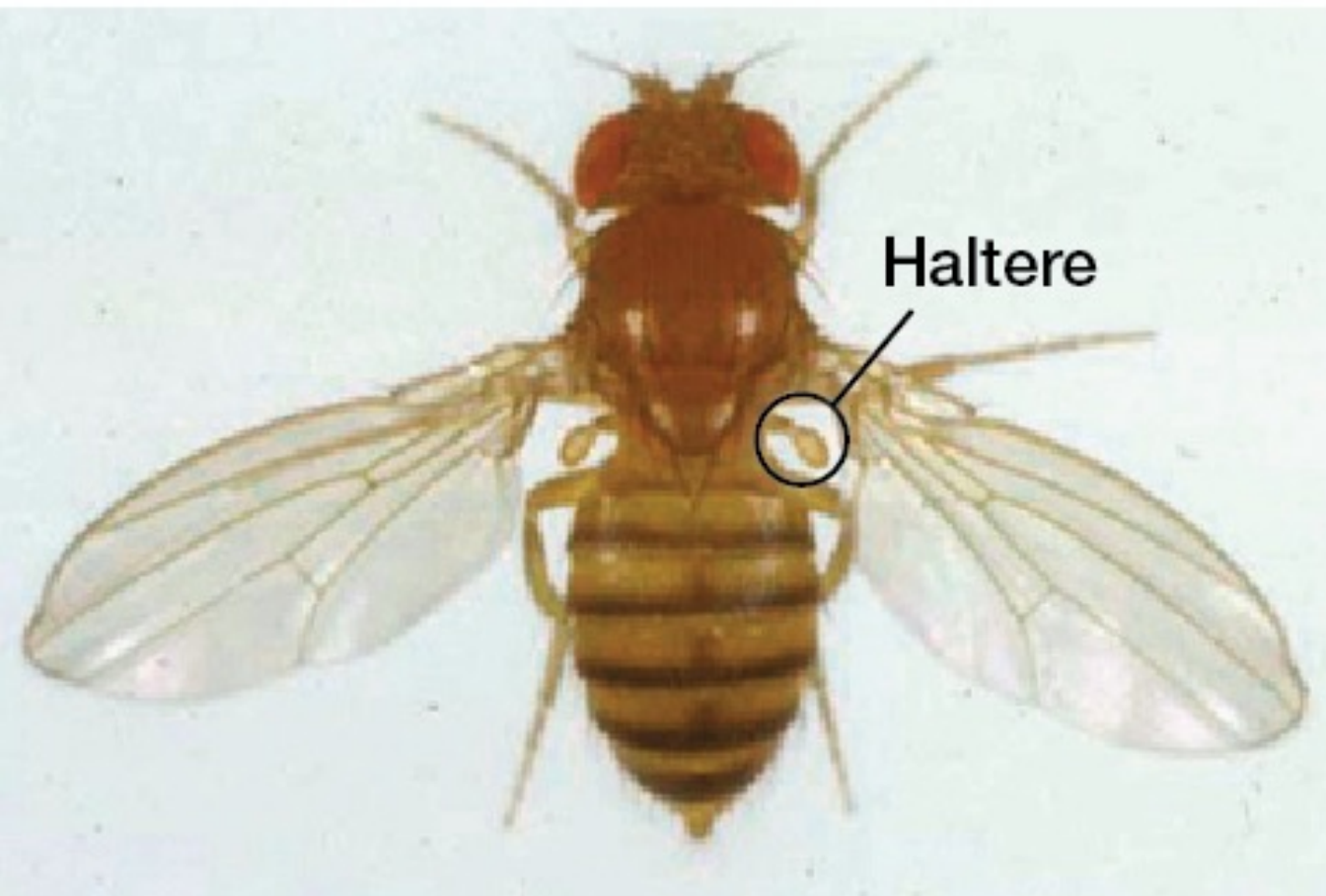
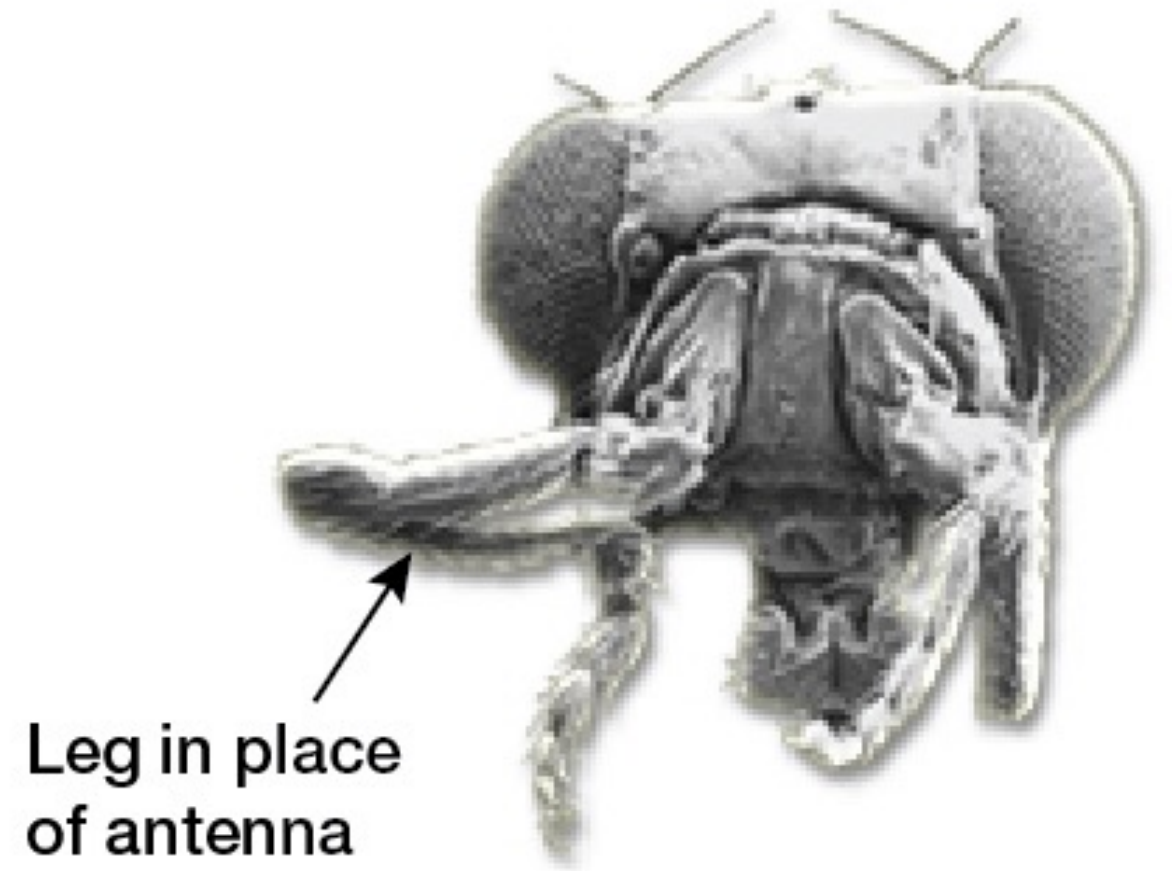
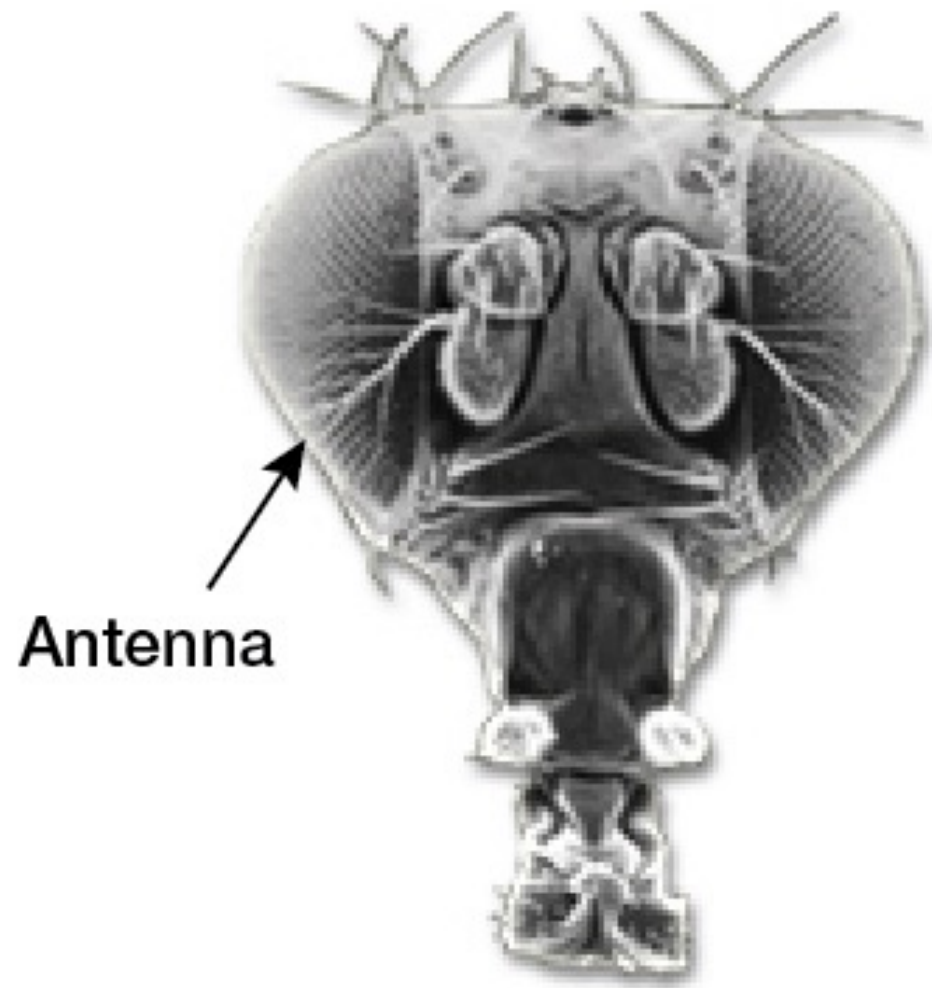


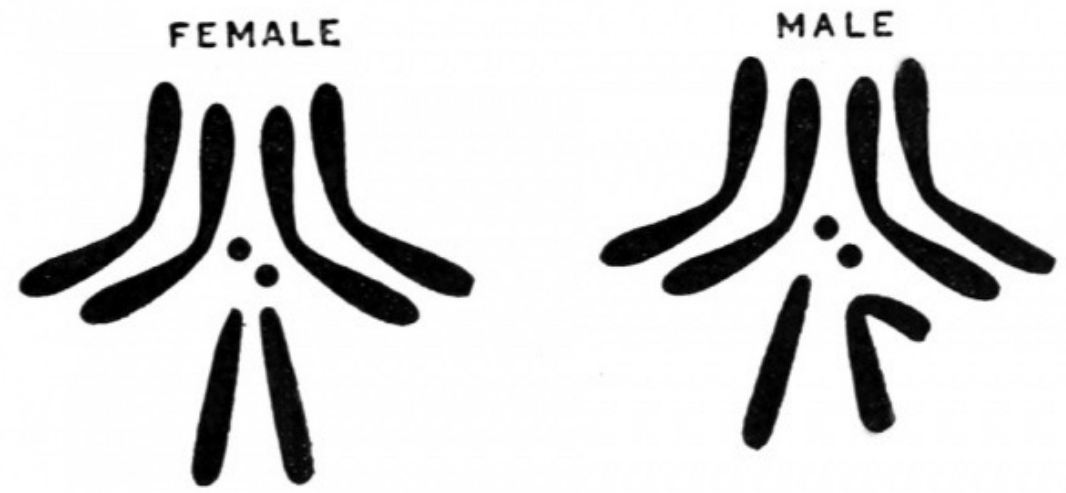
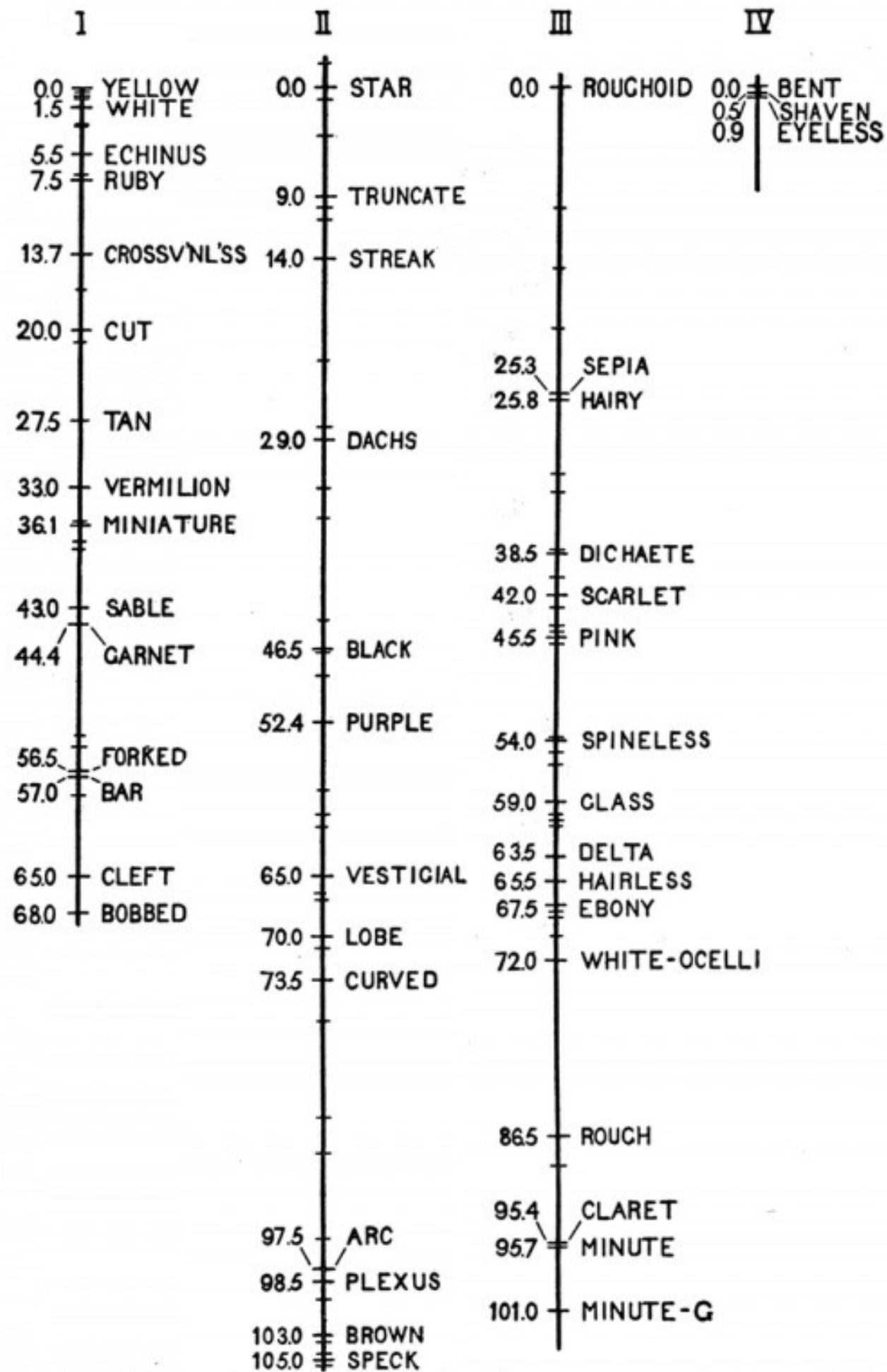
Πάρτυ στο Fly Room

White-eyed mutant fly



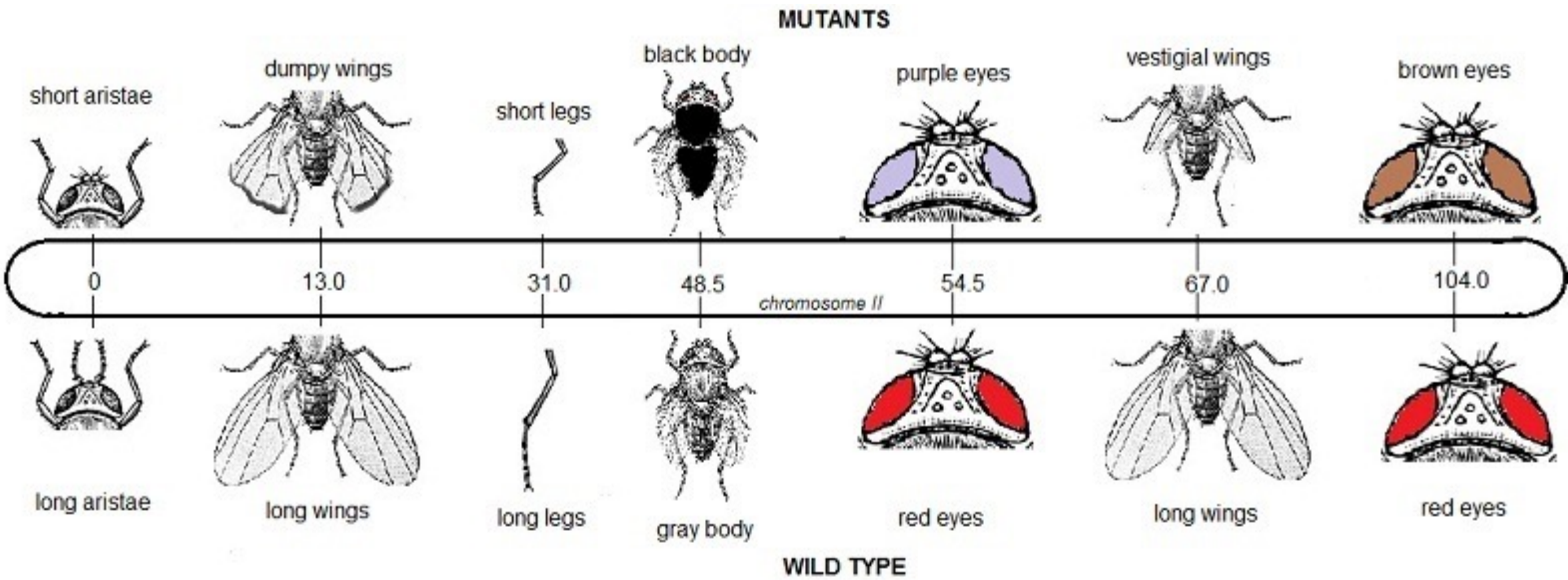
Red-eyed wild-type fly





Αριστερά: Γονιδιακός χάρτης της Δροσόφιλας —τα νούμερα δείχνουν την απόσταση από το τέλος του χρωμοσώματος

Πάνω: τα 4 ζεύγη χρωμοσωμάτων



Ένας καινούριος επιστημονικός κλάδος

-η γενετική αναπτύσσεται **ραγδαία**

-> οι αμερικανοί γενετιστές διαμορφώνουν τον δικό τους κλάδο, με τις δικές του τεχνικές, θεωρίες, περιοδικά, και εταιρείες

-> γενετιστές παίρνουν θέσεις σε τμήματα βιολογίας, ζωολογίας, βοτανολογίας

-> σημαντικό ρόλο για αυτό οι **οργανισμοί-μοντέλα**

-ποντίκια, αρουραίοι, και κυρίως η **δросόφιλα** αποτελούν τα κύρια **εργαλεία** για τους γενετιστές (όπως οι **θαλάσσιοι οργανισμοί** για τους εμβρυολόγους)

-> σημαντικός παράγοντας επίσης η **απλότητα** της **μεντελιανής ανάλυσης**

-**μεγάλη** παραγωγή δεδομένων

-κάνει πιο εύκολη τη **στρατολόγηση** νέων επιστημόνων

**KEEP
CALM
AND
COUNT
DROSOPHILA**

Ένας καινούριος επιστημονικός κλάδος

- ο **μεντελισμός** δημιουργήθηκε από **βοτανολόγους**
- > φυτά (κυρίως **καλαμπόκι**) επίσης σημαντικά
- > διάσημη ομάδα για **γενετική καλαμποκιού** στο τμήμα φυτικής καλλιέργειας στο **Cornell** (υπό **R. A. Emerson** και κυτταρολόγο **Lester W. Sharp**)
- ο **Emerson** αναπτύσσει μια από τις μεγαλύτερες σχολές γενετικής στις ΗΠΑ και κάνει το **καλαμπόκι** κεντρικό αντικείμενο έρευνας
- > πολλοί μαθητές του γίνονται διακεκριμένοι επιστήμονες
- George Beadle**, **Barbara McClintock**, **Marcus Rhoades**, **Milislav Demerec**

Ένας καινούριος επιστημονικός κλάδος

- η σύνδεση **γενετικής** και **πρακτικής εκτροφής** πολύ σημαντική
- > στις **ΗΠΑ**, μεγάλη δραστηριότητα στον τομέα αυτό σε δημόσια και ιδιωτικά ιδρύματα,
- > ιδρύονται σύλλογοι για τη μελέτη της κληρονομικότητας και της ευγονικής, δωρεές για την ανάπτυξη της γενετικής στα πανεπιστήμια,
- στενή σχέση μεταξύ **μεντελισμού**, **πρακτικής εκτροφής** και **ευγονικής**
- > στις ΗΠΑ η λέξη '**γενετική**' κατά τη διάρκεια των 3 πρώτων δεκαετιών του 20ού αιώνα καλύπτει **και τα 3 αυτά πεδία**
- το 1903 ιδρύεται η American Breeder's Association
- 'to bring the practical breeder into close contact with scientists [and] to achieve scientific and economic results of the highest order'
- > μετονομάζεται αργότερα σε American Genetics Association (1914)
- > American Breeder's Magazine —υπότιτλος: A Journal of Genetics and Eugenics

Ένας καινούριος επιστημονικός κλάδος

Joseph Needham (εμβρυολόγος, 1919):

We are all **out of balance**. Some of our laboratories resemble up-to-date shops for **quantity production of fabricated genetic hypotheses**. Some of our publications make a prodigious effort to translate everything biological into terms of physiology and mechanism—an effort as labored as it is unnecessary and unprofitable. Why not let the facts speak for themselves? They go **from one extreme to another**. In my high school days we did **nothing but dissecting**; later came **morphology** and **embryology**, then **experimental** zoology, then **genetics**, and the devotees of each new subject have looked back upon the old with something like that disdain with which a debutante regards last year's gown. **Natural history and classification** are perhaps long enough out of date, so that interest in them may again be revived.

Ένας καινούριος επιστημονικός κλάδος

Leslie Dunn (γενετιστής στο Harvard, 1917):

The working of the effective method is known for heredity, **if heredity be properly only concerned with the way in which hereditary factors are distributed in the germ cells.**

For **development**, the mechanism **is but grossly known**, but we have learned **enough . . .** to foster a suspicion that one day **the governance of the chromosomes over development** will be explained in **physico-chemical** terms.

Ένας καινούριος επιστημονικός κλάδος

Frank Lillie (εμβρυολόγος, 1927):

‘Those who desire to make **genetics** the basis of physiology and development will have to explain how **an unchanging complex can direct the course of an ordered developmental stream**’

-> αυτό ονομάστηκε το **αναπτυξιακό παράδοξο** (developmental paradox)

‘the progress of **genetics** and of **development** can only result in a sharper definition of the two fields, and **any expectation of their reunion** (in a **Weismannian** sense) is in my opinion **doomed to disappointment**. . . . Instead of distorting our workable conceptions to include **that which they can in no wise compass**, may it not be profitable, for a while, to admit that more lies without than within our confines of mechanism and statistics?’

Morgan (*The Physical Basis of Heredity*, 1919): ‘each cell inherits **the whole germ plasm**’

