

# Genetyka, inżynieria genetyczna, społeczeństwo

---

Wybrane pola dyskusji

Inżynieria genetyczna w rolnictwie - GMO



# Poetyka strachu

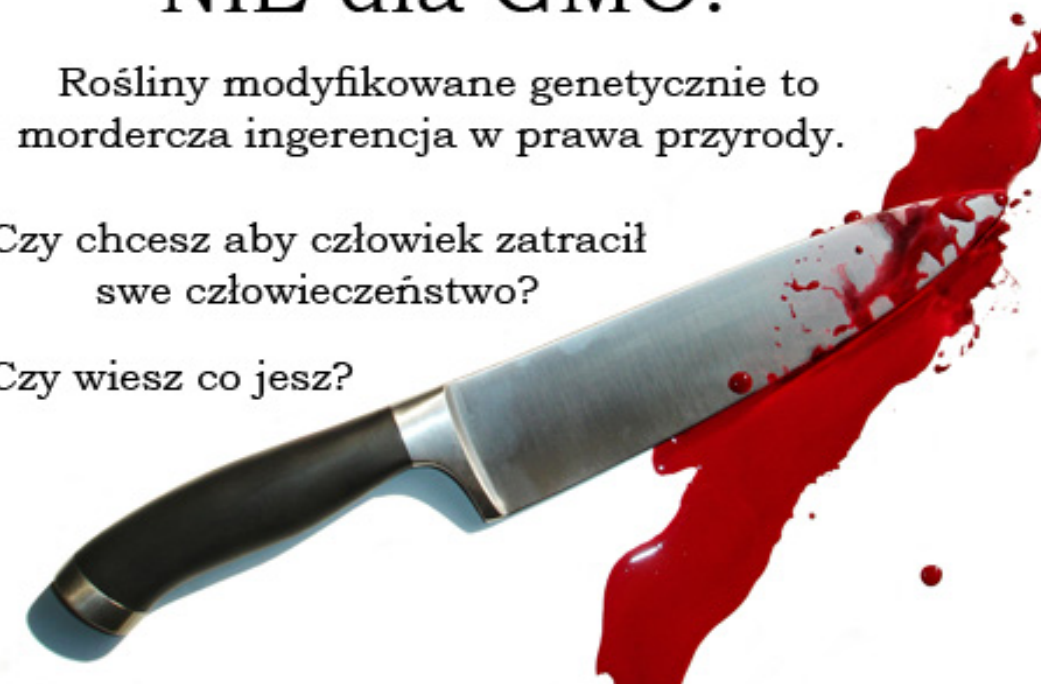


## NIE dla GMO!

Rośliny modyfikowane genetycznie to mordercza ingerencja w prawa przyrody.

Czy chcesz aby człowiek zatracił swe człowieczeństwo?

Czy wiesz co jesz?





# Poziom dyskusji

*Jak się już porządnie najemy takiego GMO i będziemy zachodziły w ciążę to faktycznie jest spora szansa na urodzenie ośmiornicy zamiast zdrowego dziecka.*

*znana aktorka*





# Poziom niewiedzy

---

- Ponad 50% respondentów w UE uważa, że tylko rośliny GMO zawierają geny
- 80% Amerykanów jest za obowiązkowym oznakowaniem produktów zawierających DNA
- Fakty:
  - Wszystko, co jemy zawiera DNA i geny
  - Większość wykorzystywanych przez nas roślin i zwierząt jest zmodyfikowana i daleka od dzikich przodków



**New study confirms that 80 percent of Americans support labeling of foods containing DNA**



# Ewolucyjna inżynieria genetyczna

---



*Brassica oleracea* var. *silvestris* (brzoskiew)



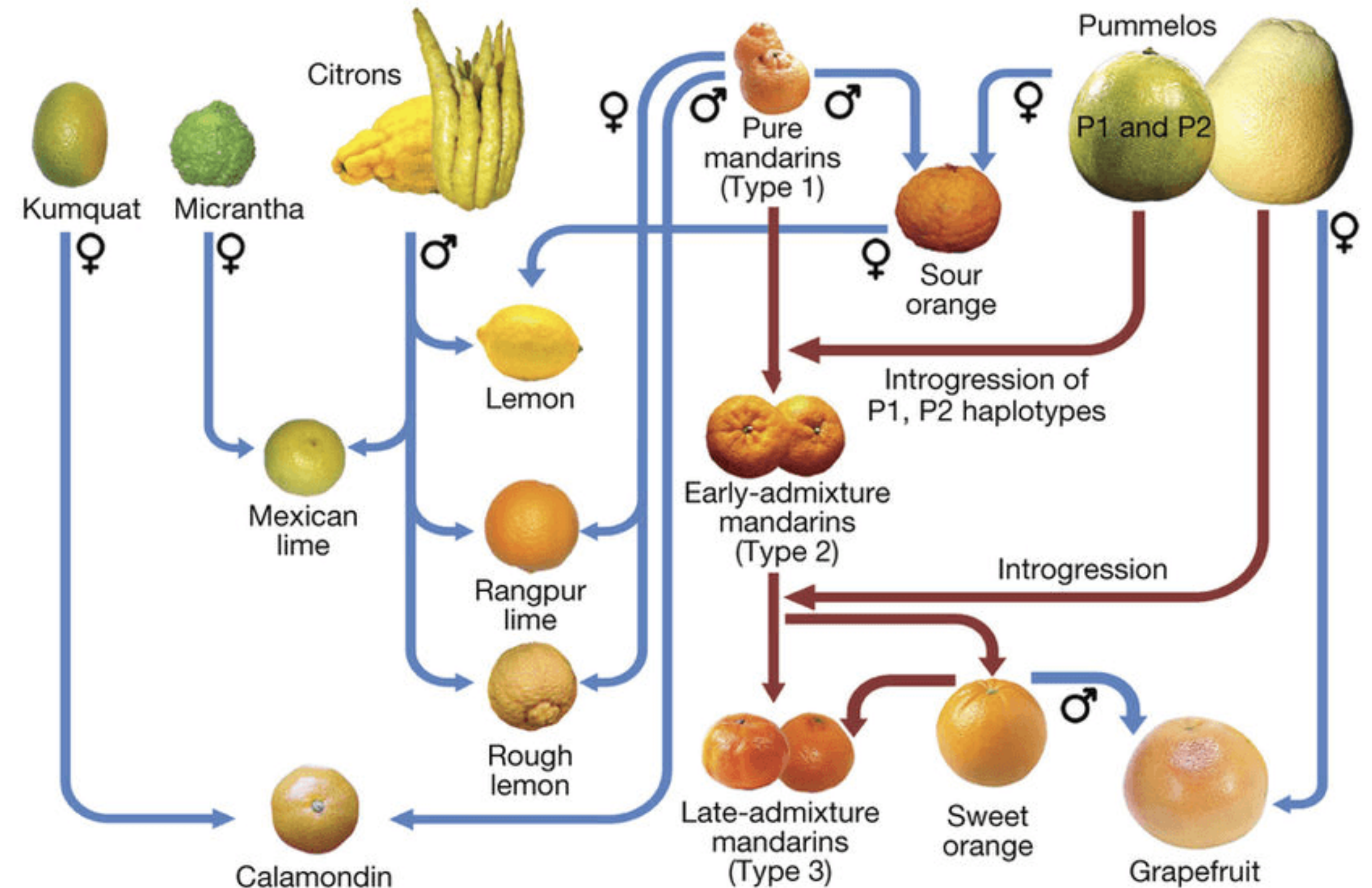
*Brassica oleracea* odmiany uprawne

Stopniowe zmiany kierowane przez selekcję mogą dać spektakularne efekty



# Hybrydy

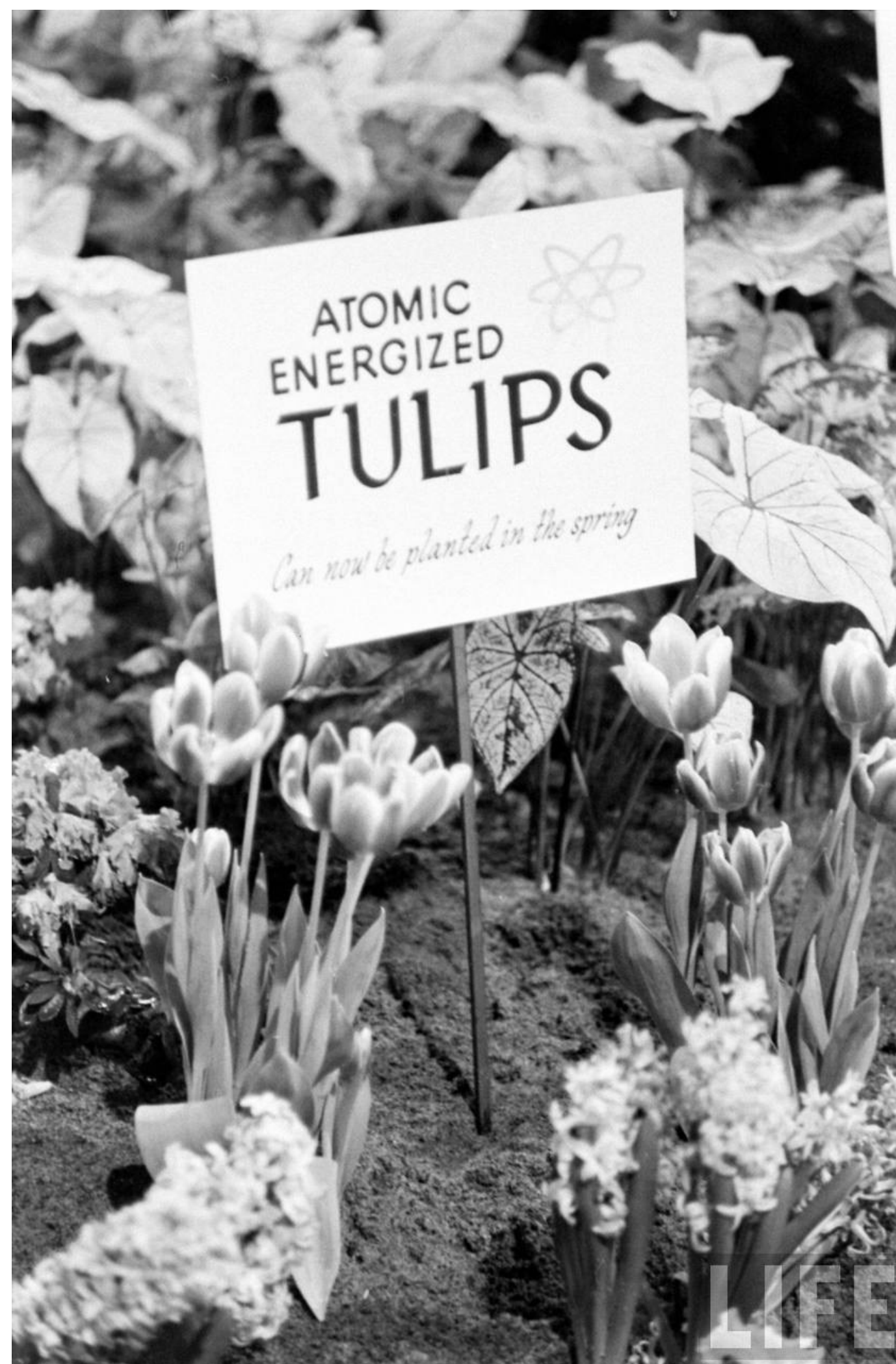
- Np. truskawka, wyhodowana w połowie XVIII w. we Francji
- Krzyżówka *Fragaria virginiana* (wschód Ameryki Pn.) i *Fragaria chiloensis* (Chile)
- W naturze nie istnieje taka roślina
- Większość jadalnych cytrusów to też hybrydy





# Atomowe ogrodnictwo

- Nasiona poddane mutagenezie radiacyjnej
- Sprzedawane w sklepach dla ogrodników - amatorów
- Atomic Gardening Society (1959)



**Atomic Energy Can Safely Create New Plants In Your Garden**

**POPPY**  
DOUBLE SHIRLEY SWEET BRIAR  
**ATOMIC-ENERGIZED**

These seeds treated with atomic rays to alter heredity. Normal plant appears as pictured.

Produced by Oak Ridge Atom Industries • Oak Ridge, Tennessee

**\$1.00**

**WHAT ARE ATOMIC ENERGIZED SEEDS?**  
WHAT CHANGES MIGHT YOU FIND?  
HOW CAN I BEST CONDUCT THIS EXPERIMENT?

**SEE ANSWERS ON BACK OF CARD**

\*Treated with gamma rays from Cobalt 60

**WHAT ARE ATOMIC ENERGIZED SEEDS?**  
The seeds in the packet on the front of this card have been carefully treated with gamma rays emitted from cobalt 60. These special kind of rays, as they pass through the sensitive embryo inside each seed, may produce changes that will be evident in the growing or mature plant that results from these seeds. A permanent change is called a "mutation". Mutations occur in nature—but rarely. With the correct use of atomic energy, it is now possible to make them occur much more frequently.

**WHAT DOES RADIATION DO?**  
Gamma rays tend to "shake up" the normal balanced system of the embryo inside the plant. The changes may take more than one year to manifest themselves. Therefore, DO NOT destroy stunted plants. The stunted plants may contain desirable changes when they again regain their hereditary balance in subsequent generations.

**WILL EVERYONE FIND CHANGES?**  
We do not know. We have irradiated these seeds in an ATTEMPT to produce changes, and only by growing these seeds can you determine if you have a change. This is the challenge we offer to you.

**WHAT CAN YOU DISCOVER?**  
No one knows—it may be the most exciting change ever found in this species. There are many useful types of changes that may be found. Remember, you will be taking part in a large and widespread experiment. Many changes will be found by many people. The change you may find could be unique.

**CHANGES THAT HAVE BEEN PRODUCED FROM SEED TREATED WITH GAMMA RAYS**  
All over the world plants grown from irradiated seeds have been studied. Many changes have been found. Some of the desirable changes to look for are: increased

**IN SOME SPECIES, DISEASE RESISTANCE, earlier or later maturity, different growth habits, complete color change, new plant and fruit shape, increased size, increased vigor, etc.**

**FOR EXAMPLE:**  
**DISEASE RESISTANCE.** Lush tomato plant grew in Oak Ridge test plot one mile from where tomatoes were destroyed by blight. 120 tomatoes were harvested from single plant. A true mutation produced by radiation; this plant has bred true for three plant generations.

**HIGH PRODUCTION.** Eight ears of corn grew on branched stalks from a single root system. This was a first generation change resulting from seed irradiated in Oak Ridge Atom Industries' cobalt 60 irradiation Laboratory.

**NEW SHAPE.** Goosenecked marigold was grown from seed irradiated at Oak Ridge Atom Industries' laboratories. Changes in marigolds have also included plants that lacked the characteristic unpleasant odor of the marigold.

Irradiated mum cutting had white stripe through golden bloom; another produced double-headed flower. Marigold normally producing bronze and gold flowers, when irradiated produced lemon-yellow flower. Irradiated petunia grew to 7' in height. Irradiated marigold produced vining plant.

**HOW TO CONDUCT YOUR EXPERIMENT**

1. Plant according to directions on back of seed packet.
2. Do NOT harvest the changed plants until the seed is mature. Dry seed and store in a suitable place for the second year planting.
3. Plant second generation. You may find even more changes. Harvest and store as stated above.
4. If plants breed true for three generations, you have a permanent change—a mutation.
5. For advice and assistance in developing your mutations, write to Oak Ridge Atom Industries, Inc., P.O. Box 229, Oak Ridge, Tenn.

## WORKBOOK FOR A GARDEN EXPERIMENT IN ATOMIC SCIENCE

using....

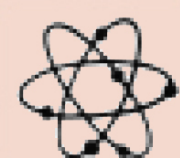
**Atomic<sup>®</sup>**  
**energized**  
**seeds**

**OAK  
RIDGE**

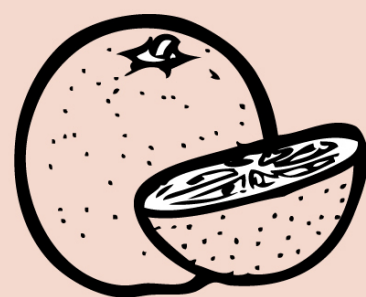
**atom industries, inc.**  
OAK RIDGE, TENNESSEE



# Atomowe rolnictwo



SHANGRI-LA TOWERS  
ATOMIC INDUSTRIES



*Atomically Energized*

## STAR RUBY PINK GRAPEFRUIT

The mutant variety Star Ruby was officially approved in 1970. It was developed by treatment with thermal neutrons (thN). Main improved attributes of mutant variety are red flesh like parent variety, but almost seedless (0-9 seeds instead of 40-60).



## GRAPEFRUIT STAR RUBY EKOLOGICZNY





# Metody “konwencjonalne”

---

- Selekcja korzystnych cech
  - “inżynieria ewolucyjna”
- Kontrola krzyżówek (sztuczne zapłodnienie u roślin ~1000 p.n.e.)
- Hybrydy międzygatunkowe
- Mutageneza chemiczna i fizyczna, manipulowanie podziałami chromosomów



# To o czym mówimy?

---

- Ang. *recombinant DNA* – manipulacje DNA *in vitro*
  - Eksperymentalnie: od 1972, komercyjnie od 1992
- Na poziomie organizmu - wprowadzenie zmienionych fragmentów DNA
- Nie każda zmiana genomu jest inżynierią genetyczną
  - Np. mutageneza, tworzenie hybryd
- Ustawowa definicja GMO - wyliczenie metod
  - do 2018 redagowanie przez CRISPR/Cas9 nie podlegało ograniczeniom - nie było w ustawie.



# Inżynieria genetyczna

---

- 1972 - pierwsze eksperymenty z izolacją i przenoszeniem genów (Paul Berg)
- 1974 - list (*Science*) z propozycją moratorium
- 1975 - konferencja w Asilomar - ustalenie reguł bezpieczeństwa przy doświadczeniach z inżynierią genetyczną



# Modyfikacje roślin

---

- Pierwsze rośliny - 1983, testy polowe 1986
- Pierwsze uprawy komercyjne (tytoń odporny na wirusy) - 1992
- Pierwsza roślina jadalna (pomidor FlavrSavr) -1994



# Nie tylko rośliny

---

- Mikroorganizmy - powszechnie wykorzystywane w biotechnologii
  - insulina i wiele innych leków
  - podpuszczka
- Zwierzęta - głównie do celów badawczych, ale są próby komercyjne (łosoś)



# Podstawowe zastosowanie

---

- Od lat 70. modyfikacje genetyczne stały się jednym z najważniejszych narzędzi badawczych w biologii
- Ogromny przyrost wiedzy o funkcjonowaniu genów i organizmów
- Sprzeciw wobec modyfikacji genetycznych niekiedy uderza też w badania podstawowe i edukację
  - np. w Polsce

# Czy można dyskutować o metodzie

---

- W dyskursie o inżynierii genetycznej ocenie podlega **metoda**, a nie konkretne wytwory ani sama idea zmieniania organizmów
- Czy jest to uzasadnione?



# Czy można dyskutować o metodzie

---

- W dyskursie o inżynierii genetycznej ocenie podlega **metoda**, a nie konkretne wytwory
- Czy jest to uzasadnione?
- Modyfikacje innych organizmów są częścią cywilizacji od dziesiątków tysięcy lat
- Co szczególnego jest w inżynierii genetycznej?

# Czy można dyskutować o metodzie

---

- W dyskursie o inżynierii genetycznej ocenie podlega **metoda**, a nie konkretne wytwory
- Czy jest to uzasadnione?
- Tak, jeżeli istnieją cechy (korzystne lub niekorzystne)
  - **wspólne dla wszystkich efektów tej metody**
  - **nieobecne dla innych metod**



# Najczęstsze modyfikacje stosowane obecnie

---

- Cecha Bt - gen kodujący białko z powszechnie występującej w glebie bakterii *Bacillus thuringiensis*, toksyczne dla niektórych owadów po zjedzeniu
- Nie jest toksyczne dla ludzi (i innych kręgowców), ani dla wielu owadów (np. pszczoł)
- Działa tylko po zjedzeniu przez owada (nie działa na owady, które nie żywią się rośliną)
- Samo białko (w postaci oprysków) stosowane w uprawach, także organicznych
- Rośliny: kukurydza (MON810 - dopuszczona w UE), bawełna, bakłażan, i inne



Larwa omacnicy prosowianki  
© Wikipedia



# Najczęstsze modyfikacje stosowane obecnie

---

- Odporność na herbicydy, np. glifosat (Roundup)
- Najbardziej kontrowersyjne, ale:
  - glifosat jest stosowany też w uprawach nie-GMO
  - w zgodnych z zaleceniami stężeniach nie jest bardziej szkodliwy, niż inne środki ochrony roślin
  - istnieją rośliny odporne na glifosat otrzymane metodami tradycyjnymi
  - patent firmy Monsanto już wygasł



# Inne modyfikacje

---

- Rośliny odporne na infekcje wirusami i bakteriami
  - papaja
  - banany
  - pomarańcze



# Błąd u podstaw?

---

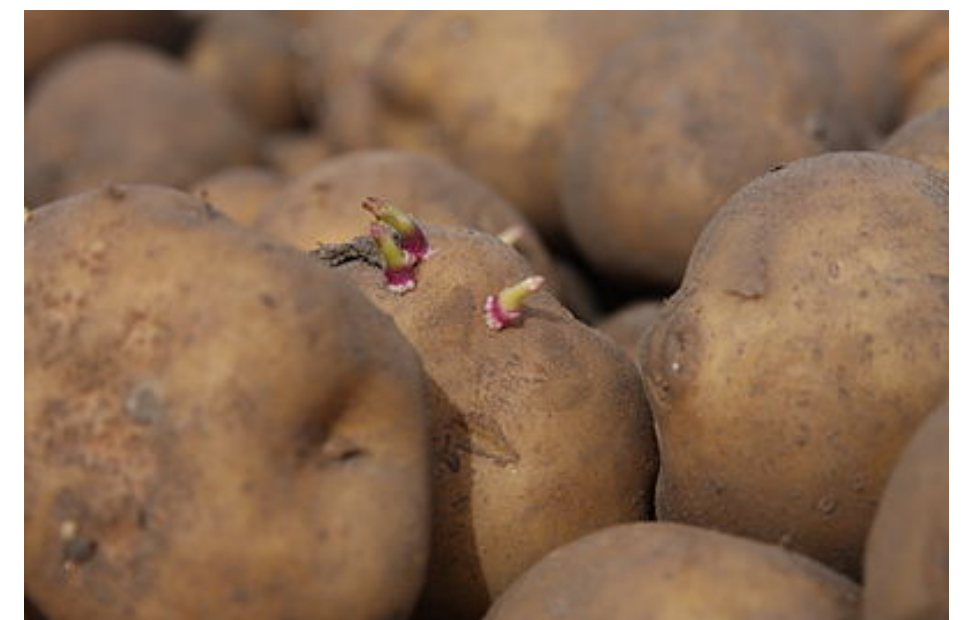
- Rośliny “Roundup Ready” były pierwszymi masowo wprowadzonymi produktami GMO
- Czy gdyby wprowadzanie zacząć od innych modyfikacji (jak Bt), które **zmniejszają** użycie chemicznych środków ochrony roślin, sprzeciw byłby tak powszechny?
- Czy nie lepiej było zacząć od projektów niekomercyjnych?
  - lata 80. - odwrót od projektów publicznych do prywatyzacji (Reagan, Thatcher, itp.)



# Inne modyfikacje

---

- Rośliny odporne na suszę i wydajniej wykorzystujące zasoby wody
- Ziemniak Amflora - zmieniony skład skrobi, do celów przemysłowych (kleje, papier, tekstylia)
- łatwiejsze uzyskiwanie skrobi, mniej obciąża środowisko
- uprawa zatwierdzona w UE, pozwolenie potem wycofane





# Przyszłość

- Zwiększenie wydajności fotosyntezy
- Obecnie o 40%, możliwe więcej





# Kierunki dyskusji

---

- Zdrowie człowieka
- Środowisko naturalne
- Ład społeczno-ekonomiczny
- Kwestie filozoficzno-etyczne

# Nauka i przekonania

---

- To, czy powinniśmy modyfikować genomy, i w jaki sposób jest kwestią przekonań
- To, czy dane zmodyfikowane rośliny są niebezpieczne (dla zdrowia lub środowiska) można zbadać metodami nauk przyrodniczych
- Wpływ zastosowania danej technologii na dane społeczeństwo to problem antropologii i polityki - da się badać, ale nie jest to proste



# Zdrowie

---

- Liczne badania (metaanalizy), w tym wieloletnie
- Brak dowodów na jakiegokolwiek efekty szkodliwe
- Nieodpowiednia dieta może zaszkodzić
  - niezależnie od pochodzenia produktu
- DNA z pokarmu nie wbudowuje się w genom
  - np.: nie odróżnimy mięsa zwierząt żywionych paszą GMO od innego

# Środowisko

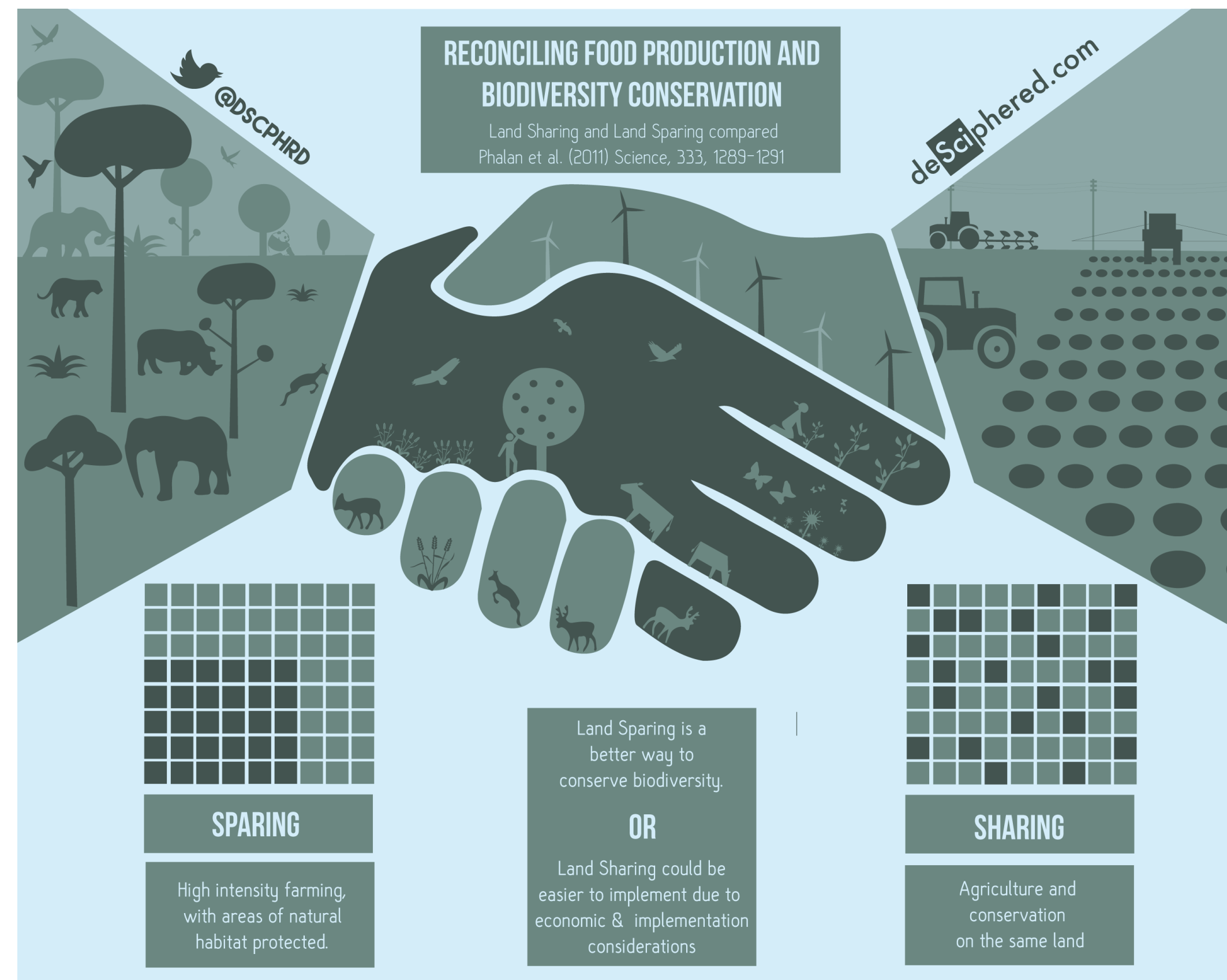
---

- Liczne negatywne efekty współczesnego rolnictwa na środowisko
- Czy którykolwiek z nich właściwy tylko dla produktów inżynierii genetycznej?
  - nie
- pestycydy i rośliny odporne na pestycydy stosuje się też w uprawach konwencjonalnych, a nawet „organicznych”
- niektóre (nie wszystkie) modyfikacje zmniejszają obciążenie dla środowiska



# Dyskusja wokół modelu rolnictwa

- *Land sparing*
  - bardzo intensywne wykorzystanie mniejszej powierzchni
  - reszta zostaje dla działań prośrodowiskowych
- *Land sharing*
  - mniej intensywne wykorzystanie powierzchni (np. uprawy organiczne)
  - ale przez to więcej powierzchni częściowo przekształconych



## Reconciling Food Production and Biodiversity Conservation: Land Sharing and Land Sparing Compared

Ben Phalan,<sup>1</sup> Malvika Onial,<sup>1</sup> Andrew Balmford,<sup>1</sup> Rhys E. Green<sup>1,2</sup>

The question of how to meet rising food demand at the least cost to biodiversity requires the evaluation of two contrasting alternatives: land sharing, which integrates both objectives on the same land; and land sparing, in which high-yield farming is combined with protecting natural habitats from conversion to agriculture. To test these alternatives, we compared crop yields and densities of bird and tree species across gradients of agricultural intensity in southwest Ghana and northern India. More species were negatively affected by agriculture than benefited from it, particularly among species with small global ranges. For both taxa in both countries, land sparing is a more promising strategy for minimizing negative impacts of food production, at both current and anticipated future levels of production.

# Różnorodność odmian

---

- Obecnie określoną cechę można wprowadzać do różnych odmian danego gatunku”
  - istnieje ok. 900 odmian bawełny Bt i ok. 200 odmian kukurydzy Bt
- Można pogodzić modyfikacje z zachowaniem różnorodnych, tradycyjnych odmian
  - w miarę postępu techniki jest to coraz łatwiejsze



# Ład społeczno-ekonomiczny

---

- Problem zawłaszczania produkcji żywności przez korporacje
- Problem realny, ale dotyczy też innych metod uzyskiwania roślin i zwierząt
  - ochrona własności intelektualnej (patenty) dotyczy też odmian konwencjonalnych
  - kontrakty z producentami nasion – też przy odmianach konwencjonalnych
- “Zdrowa” czy “organiczna” żywność to też biznes, i to niemały

# Patenty i korporacje

- Istnieją GMO “open source” i „non profit”
- Problem patentów, praw konsumenta, korporacji, itp., dotyczy różnych roślin, GMO i nie
- W USA od 1930 ochrona patentowa roślin rozmnażanych bezpłciowo
  - Ochrona innych odmian na podstawie Plant Variety Protection Act of 1970 (PVPA), 7 U.S.C. §§ 2321-2582
- W UE: International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV)



Jabłko Honeycrisp™  
patent 1988, University of Minnesota





# GMO non profit

- Papaya odporna na wirusa (*rainbow papaya*)- uratowała uprawy na Hawajach
- Cornell University, przekazane farmerom nieodpłatnie
- Bakłażan Bt
- University of Agricultural Sciences w Dharwad i Tamil Nadu Agricultural University przy współpracy Cornell i in.
- dystrybucja nieodpłatna - Bangladesh Agricultural Research Institute
- 5x wzrost dochodów rolników



<http://bteggplant.cornell.edu/>

 **frontiers**  
in Bioengineering and Biotechnology

**PERSPECTIVE**  
published: 03 August 2018  
doi: 10.3389/fbioe.2018.00106



## Bt Eggplant Project in Bangladesh: History, Present Status, and Future Direction

A. M. Shelton<sup>1\*</sup>, M. J. Hossain<sup>2</sup>, V. Paranjape<sup>3</sup>, A. K. Azad<sup>4</sup>, M. L. Rahman<sup>4</sup>,  
A. S. M. M. R. Khan<sup>4</sup>, M. Z. H. Prodhan<sup>4</sup>, M. A. Rashid<sup>4</sup>, R. Majumder<sup>3</sup>, M. A. Hossain<sup>2</sup>,  
S. S. Hussain<sup>2</sup>, J. E. Huesing<sup>5</sup> and L. McCandless<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Department of Entomology, Cornell/NYSAES, Geneva, NY, United States, <sup>2</sup> Feed the Future South Asia Eggplant Improvement Partnership, Dhaka, Bangladesh, <sup>3</sup> Sathguru Management Consultants Pvt. Ltd., Hyderabad, India, <sup>4</sup> Bangladesh Agricultural Research Institute, Gazipur, Bangladesh, <sup>5</sup> USAID/BFS USDA/ARS OIRP, Research Division, Office of Agriculture Research & Policy, Washington, DC, United States, <sup>6</sup> International Programs, Cornell University, Ithaca, NY, United States



# GMO non profit

---

- Projekt WEMA (*Water Efficient Maize for Africa*) – kukurydza odporna na suszę i szkodniki
- African Agricultural Technology Foundation (AATF) – fundacja non profit
- nasiona bez licencji



<https://wema.aatf-africa.org>



# GMO non profit

---

- “Złoty ryż”
  - Deficyt witaminy A
  - Tylko na Filipinach ~1,7 miliona dzieci <5 lat (Helen Keller International)
  - 350 000 przypadków ślepoty rocznie (w skali świata)
- Len na opatrunki (Uniwersytet Przyrodniczy, Wrocław)
- projekt zarzucony w 2013 r. na skutek zakazu upraw roślin GMO w Polsce



# Nowe realia

---

- W XX w. uzyskanie organizmu zmodyfikowanego metodami inżynierii genetycznej wymagało znacznych nakładów (duże firmy, czołowe instytucje badawcze)
- Obecnie jest rutyną (przeciętne instytucje badawcze, startupy)
  - zwłaszcza redagowanie genomu
- Niebawem: możliwe w warunkach amatorskich (domowych)
  - tak jak stało się to z elektroniką (mikroprocesory, komputery)
  - biohacking



# Nowe realia

---

- Czy utrzymywanie zakazów i barier biurokratycznych sprzyja korporacjom, które
  - mają już technologię
  - mają środki na lobbying
  - mają możliwość przeniesienia upraw do innych państw
- Najskuteczniejszy opór w UE, gdzie stosunkowo najlepszy stan ochrony konsumentów



# “Wolne od GMO” to też biznes

- Przemysł “zdrowej”, “naturalnej”, “organicznej” żywności
- np. sieć “Whole Foods Market” - roczne obroty porównywalne z Monsanto
- Reklama





# Reklama

---

- Nie ma modyfikowanych genetycznie (metodami inżynierii genetycznej) kur
- DNA roślin spożywanych przez kury jest przez nie trawiony, nie ma po nim śladu w mięsie i jajach







Roll over image to zoom in

## Salt Himalayan Pink Gourmet FDA No Chemicals Non-gmo Organic Halall Kosher 2 Lbs Fine Grind (.5mm) (2 Pounds)

by Pure Himalayan Salt



157 customer reviews | 10 answered questions

**\$8.25 & FREE Shipping****In Stock.**

Ships from and sold by Old World Salt Company.

This item does not ship to **Warsaw, Poland**. Please check other sellers who may ship internationally.Size: **2 Pounds**

1 Pound

2 Pounds

5 Pounds

- FDA#: 15073930442 completely chemical and pesticide free
- Gourmet Pure Himalayan Salt
- Same minerals as present in our bodies all easily absorbed
- No additives or chemicals including fumigation or irradiation, FDA approved
- Organic, Natural, Non-gmo, Halall & Kosher

9 new from **\$4.00**



# Podstawowe pytania

---

- Czy postęp techniczny da się pogodzić z dobrem środowiska i społeczeństwa?
- Czy jest alternatywa, i czy jest nią odwrót od technologii?
- Co trzeba zmienić?
  - Idea ciągłego wzrostu (gospodarczego, populacyjnego)

# Podstawowe pytania

---

- Czy totalny i globalny sprzeciw wobec biotechnologii rolniczej (stanowisko organizacji prośrodowiskowych) daje się obronić etycznie
- czy cel (walka z rzeczywistymi problemami współczesnego neoliberalnego kapitalizmu w rolnictwie i produkcji żywności) uświęca środki (posługiwanie się fałszywymi informacjami, sianie paniki, zwalczanie projektów non-profit)?





# Co dalej?

---

- Konieczny dialog
  - język merytoryczny, nie “ekooszołomy” czy “sługusy Monsanto”
- Aktywiści środowiskowi nie są w większości z gruntu antynaukowi
  - to nie jest *casus* antyszczepionkowców czy płaskoziemców
- Wspólne cele, różnice co do niektórych rozwiązań

# Co dalej?

---

- Nacisk na niekomercyjne, dostępne dla wszystkich technologie
  - zwiększające wydajność
  - zmniejszające użycie pestycydów
  - pozwalające redukować skutki zmian klimatycznych (np. oszczędność wody)



# Co dalej

---

- Aktywiści
  - nie straszyć (nowotwory, Frankenfood, itp.)
  - szanować realia innych krajów i kultur
  - porzucić bezprawne metody (niszczenie pól doświadczalnych, kłamstwa)
- Biotechnolodzy:
  - nie przedstawiać GMO jako panaceum na wszystkie problemy świata (*overselling*)
  - pamiętać o kontekście politycznym i społecznym zmian technologicznych
  - nie przedstawiać aktywistów jako zbrodniarzy

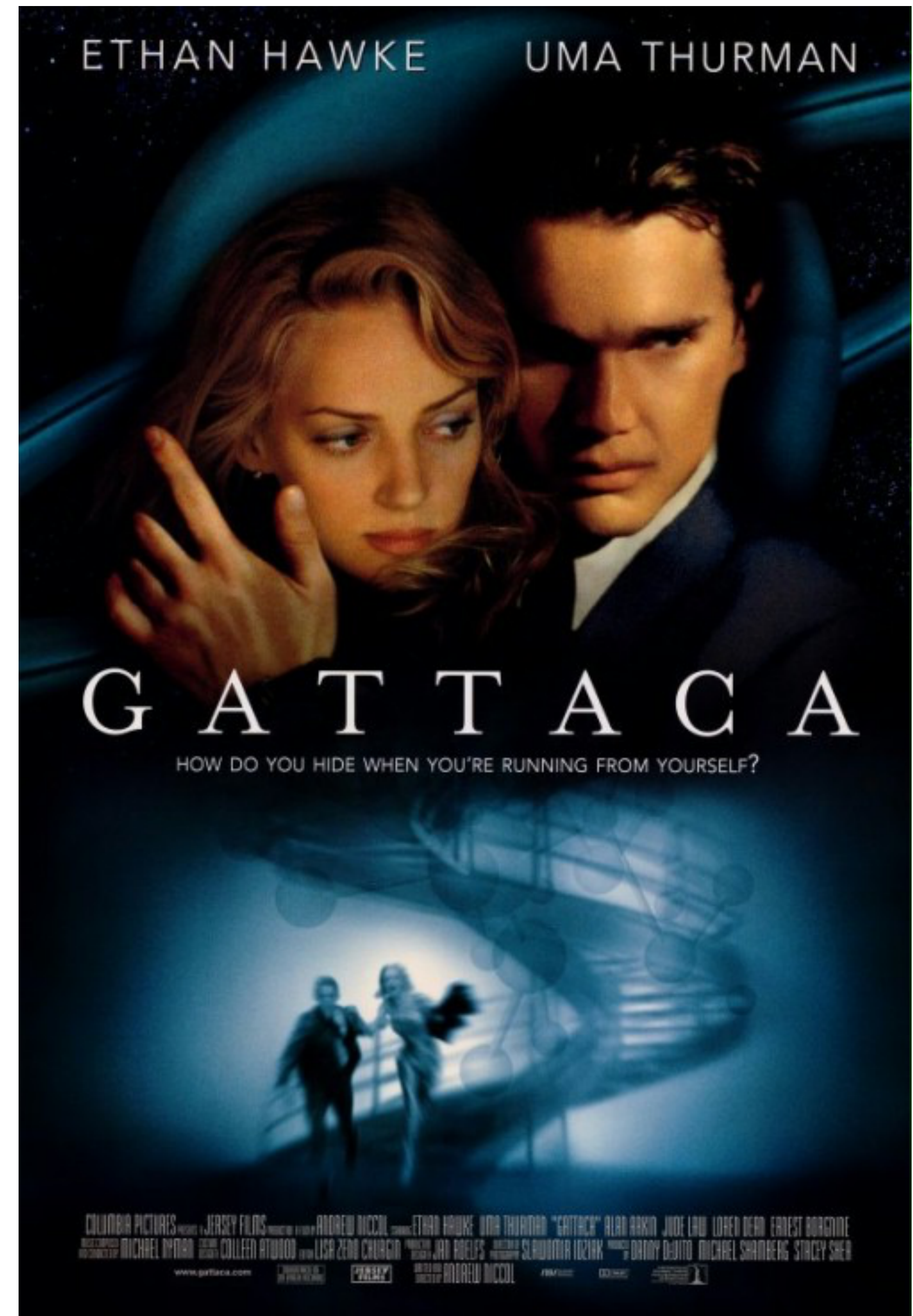
Determinizm genetyczny



# Determinizm genetyczny

---

- Czy da się przewidzieć fenotyp na podstawie genotypu?
- Dla prostszych cech o dużej odziedziczalności - pewnie tak?
- Dla bardziej złożonych - nierealne?
- Które cechy należą do tych kategorii?



# Konsekwencje społeczne

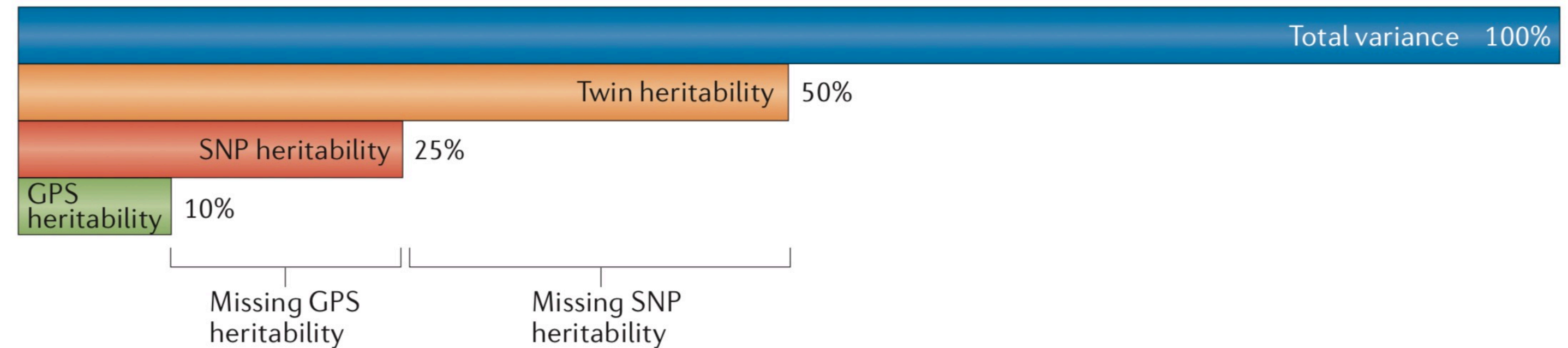
---

- Czy determinizm genetyczny może być podstawą do dyskryminacji?
- Czy pewne zachowania, cechy (np. osobowości) są wrodzone i w związku z tym nie ma sensu próba ich zmiany (np. przez edukację albo resocjalizację)?
  - np. wariant genu MAOA rzekomo predestynujący do zachowań agresywnych



# Inteligencja

- Dla inteligencji odziedziczalność szacowana na ~50%
- Odziedziczalność zależna od SNP ~25%
- maksimum, które można wyjaśnić GPS
- Obecnie ~10%



## The new genetics of intelligence

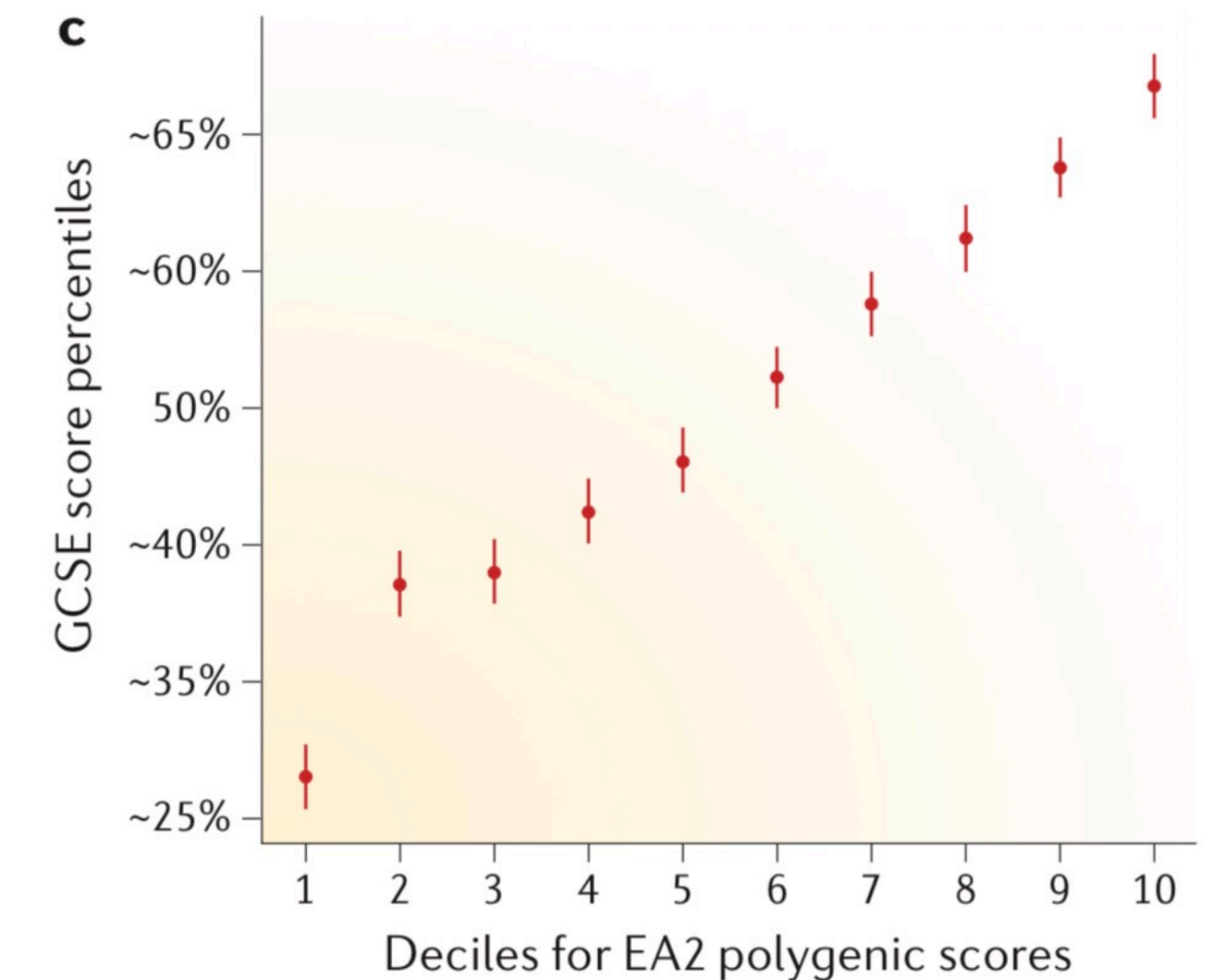
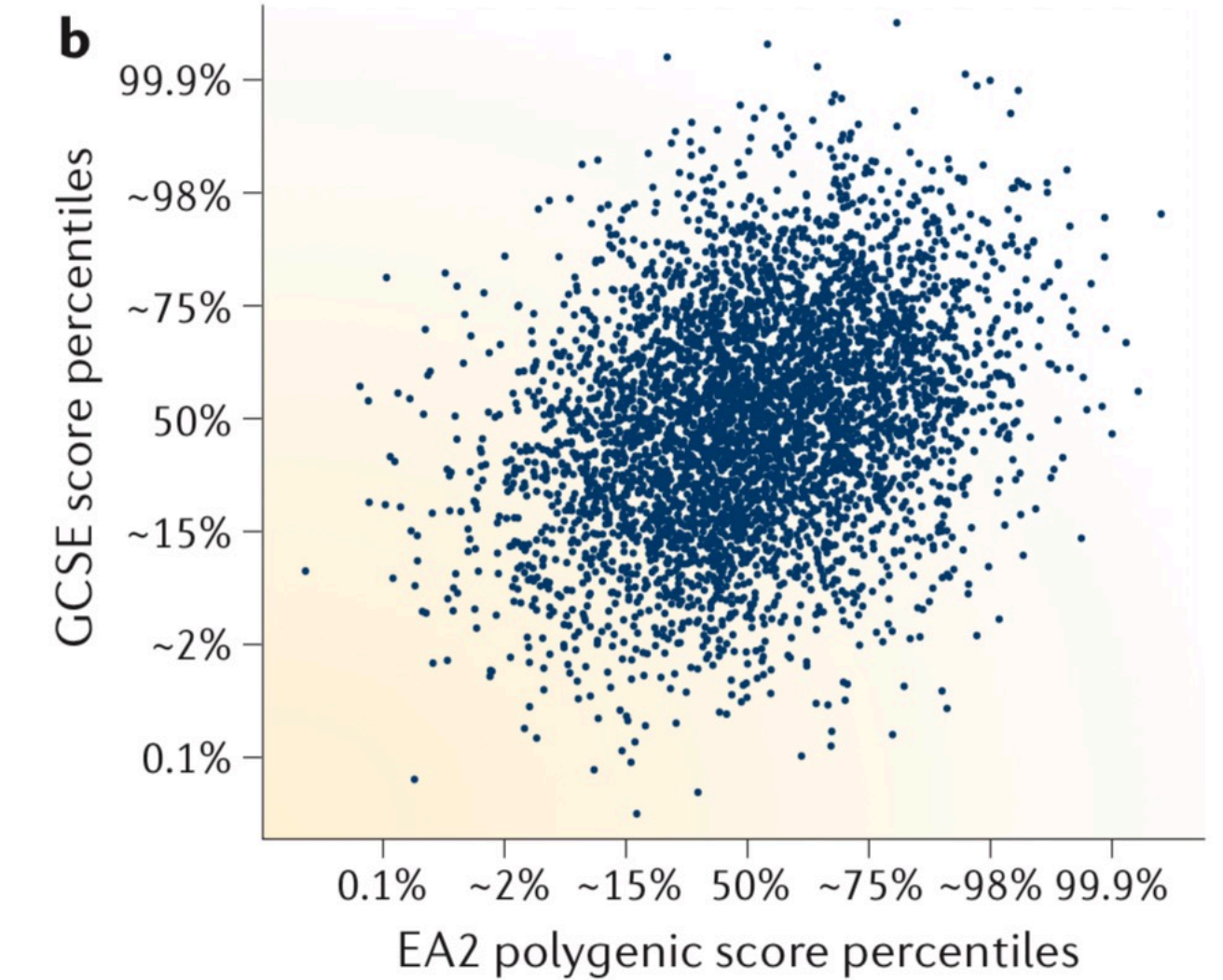
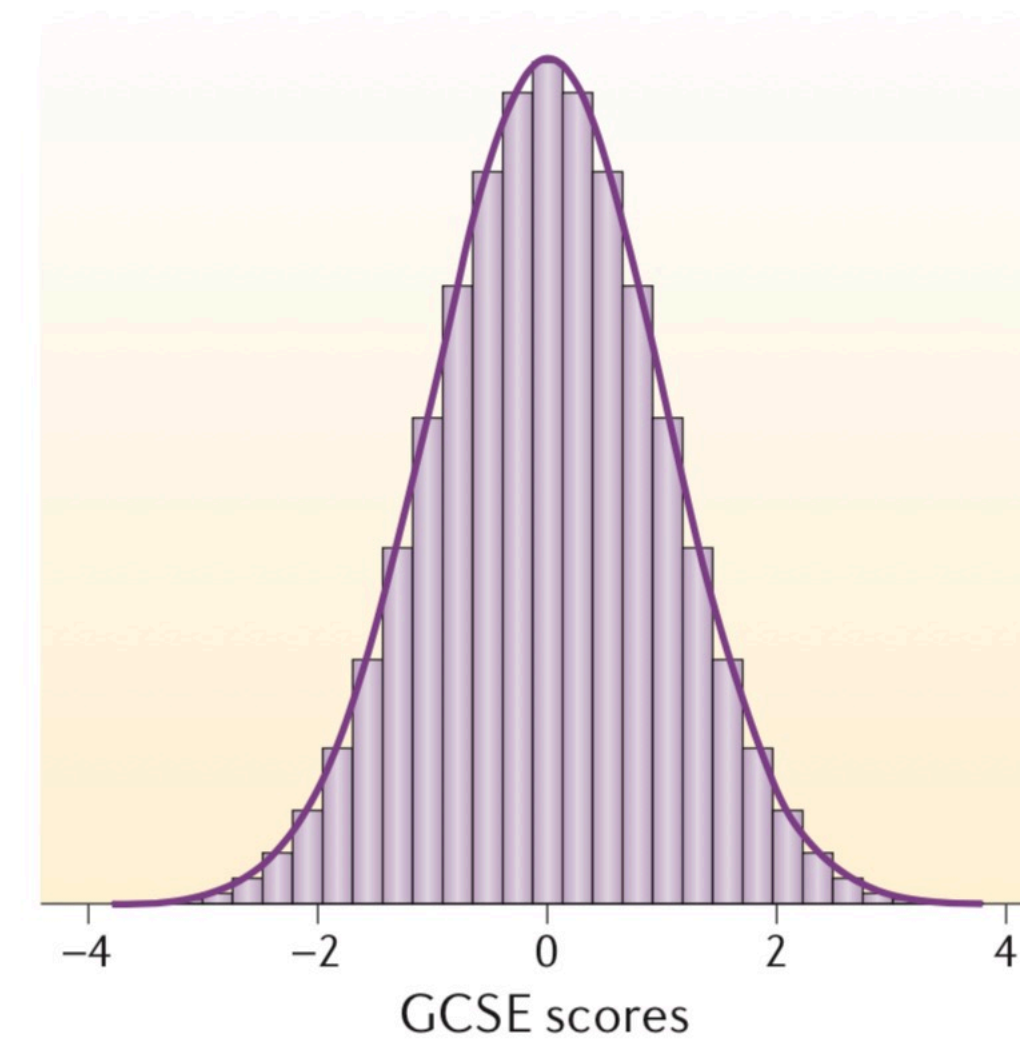
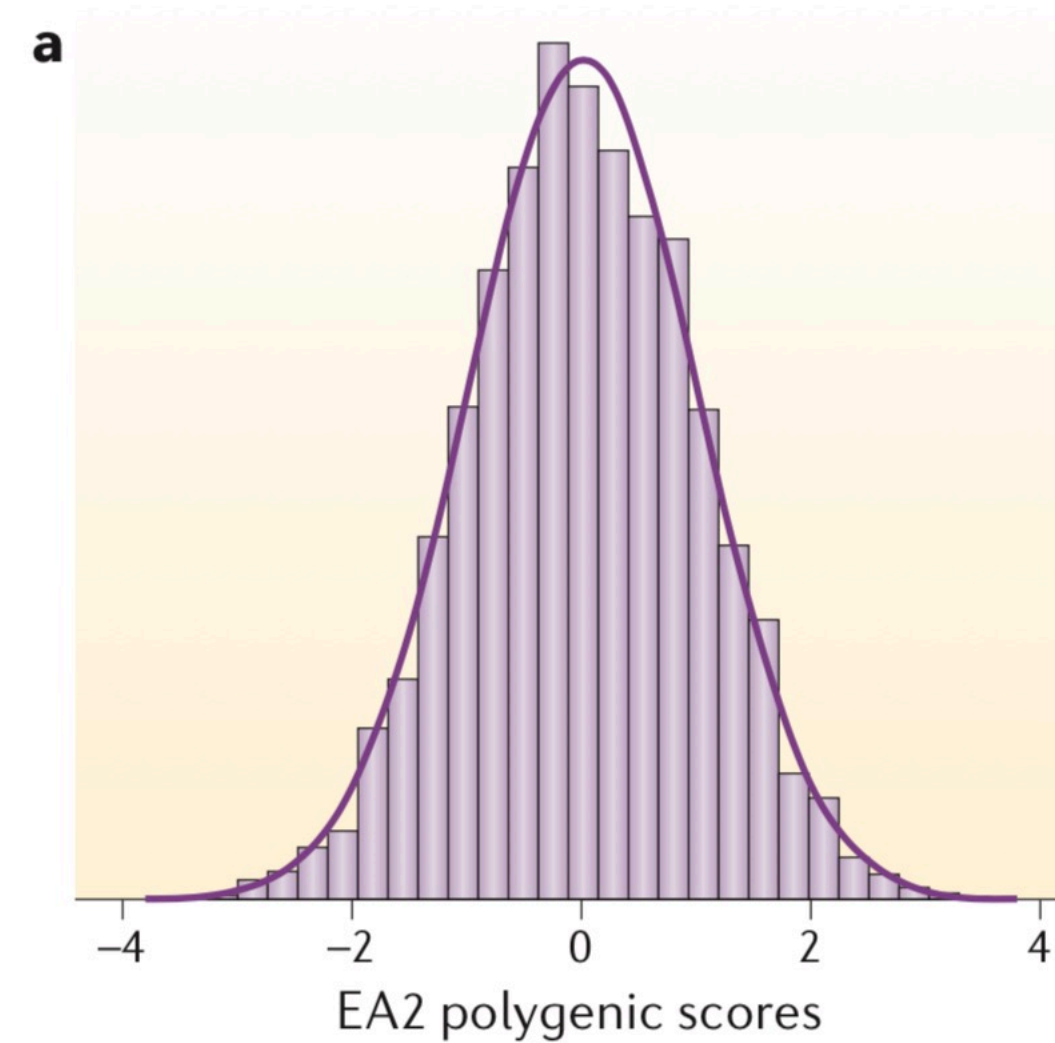
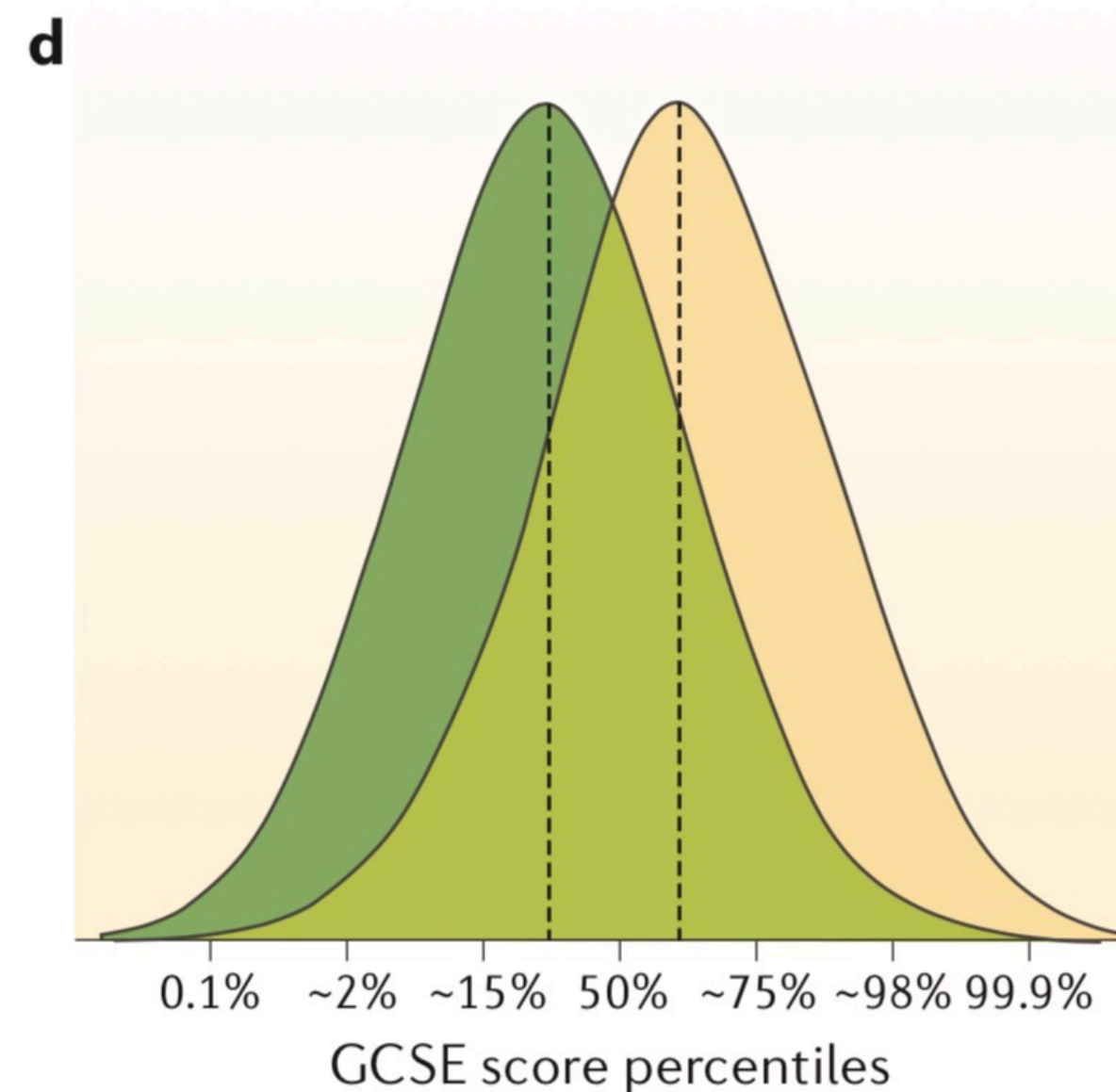
Robert Plomin<sup>1</sup> and Sophie von Stumm<sup>2</sup>

NATURE REVIEWS | GENETICS

VOLUME 19 | MARCH 2018 | 159

# To nadal nie jest diagnostyka

- Zależność wyników w nauce (test GCSE) od GPS dla inteligencji
- Nakładanie się rozkładów GCSE dla najwyższego i najniższego decyla GPS:



## The new genetics of intelligence

Robert Plomin<sup>1</sup> and Sophie von Stumm<sup>2</sup>

NATURE REVIEWS | GENETICS

VOLUME 19 | MARCH 2018 | 159



# Determinizm

---

- W przypadku cech wieloczynnikowych o determinizmie możemy mówić co najwyżej dla skrajnych wartości rozkładu cechy:
  - np. genotypy bardzo wysokiego ryzyka w nowotworach
- Takie wartości (i genotypy) są rzadkie
- Dla większości populacji nie można mówić o pełnej determinacji fenotypu przez genotyp

# Esencjalizm biologiczny, rasizm “naukowy”

---

- Koncepcja zakładająca, że wszyscy przedstawiciele jakiejś grupy (np. etnicznej) wykazują się wspólnymi, wrodzonymi cechami
- Nie znajduje żadnego wsparcia we współczesnej biologii
- Różnice między grupami nie decydują o jednostkach gdy rozkłady nachodzą na siebie
  - średni wzrost mężczyzn jest większy, niż kobiet w danej populacji
  - ale większość mężczyzn zna wiele kobiet wyższych od nich



# Esencjalizm biologiczny, rasizm “naukowy”

- Koncepcja podziału ludzkości na 3-5 ras nie da się uzasadnić zróżnicowaniem genetycznym różnych grup etnicznych
- Wszyscy jesteśmy niedawnymi imigrantami z Afryki
- Zróżnicowanie genetyczne populacji człowieka jest niewielkie (4-5 razy mniejsze, niż zbliżonych gatunków)
- Nie ma “czystych linii” - w każdej grupie są ślady mieszania
- Nie ma alleli występujących **wyłącznie** w danej grupie

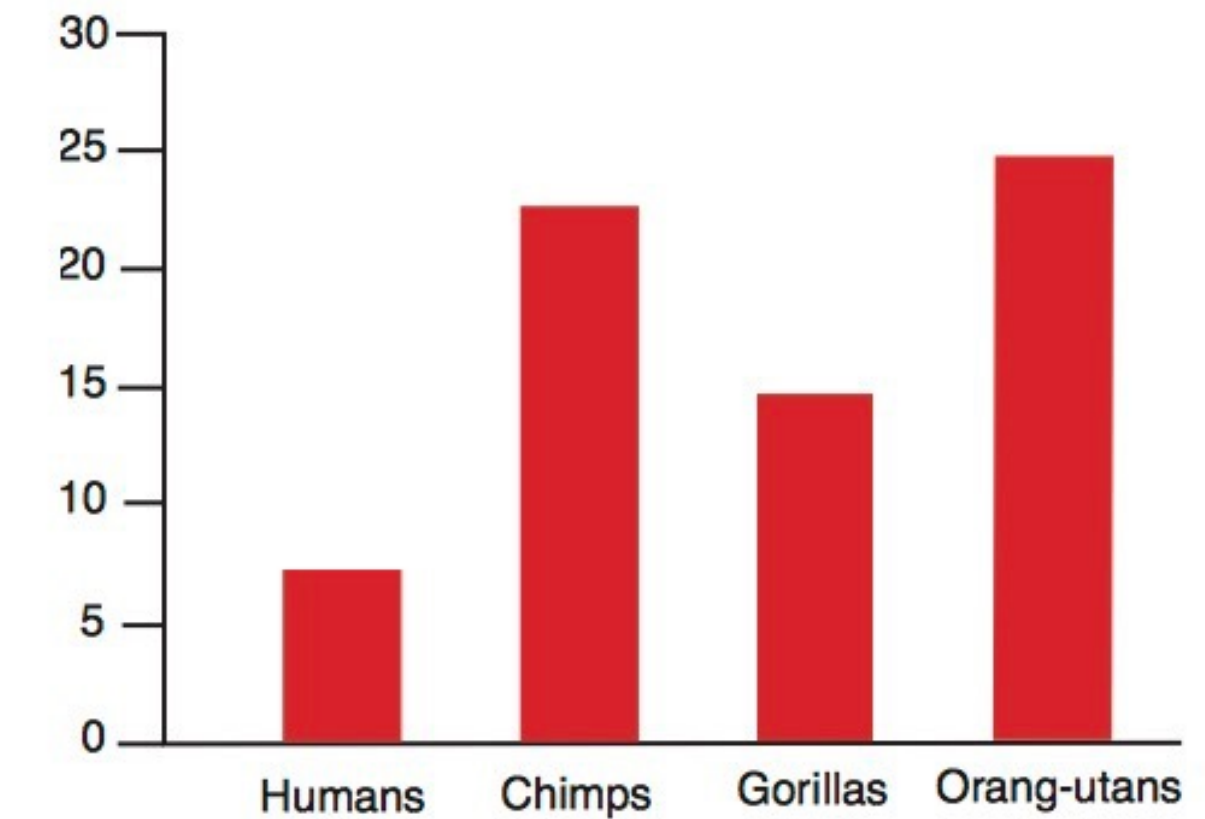
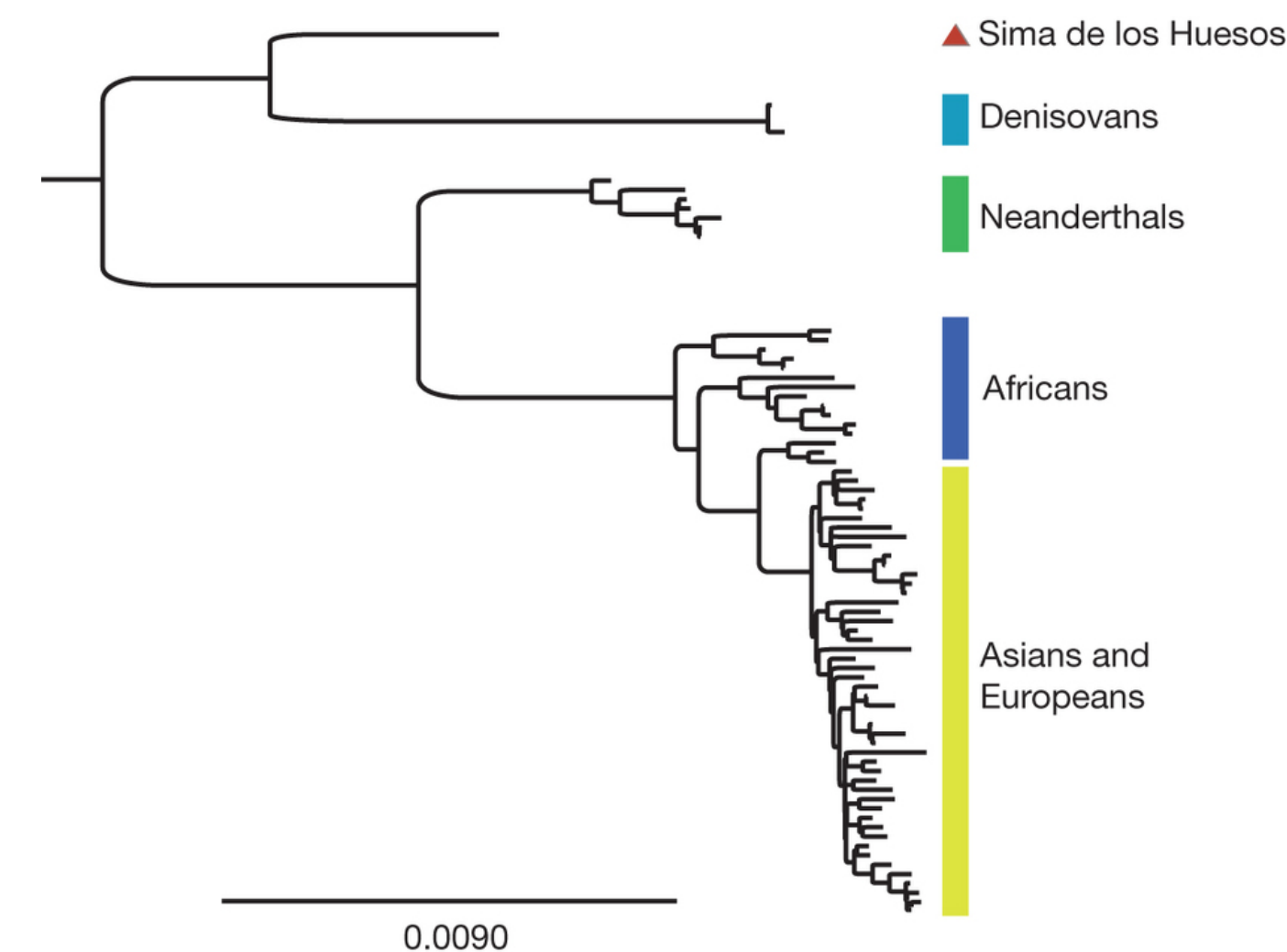


Fig. 11 DNA sequence diversity within humans and great apes. Values are based on the number of variable positions within each species taking the number of sequences determined into account (Watterson's diversity estimator,  $\theta_w$ ).



Eugenika tradycyjna i liberalna



# Eugenika

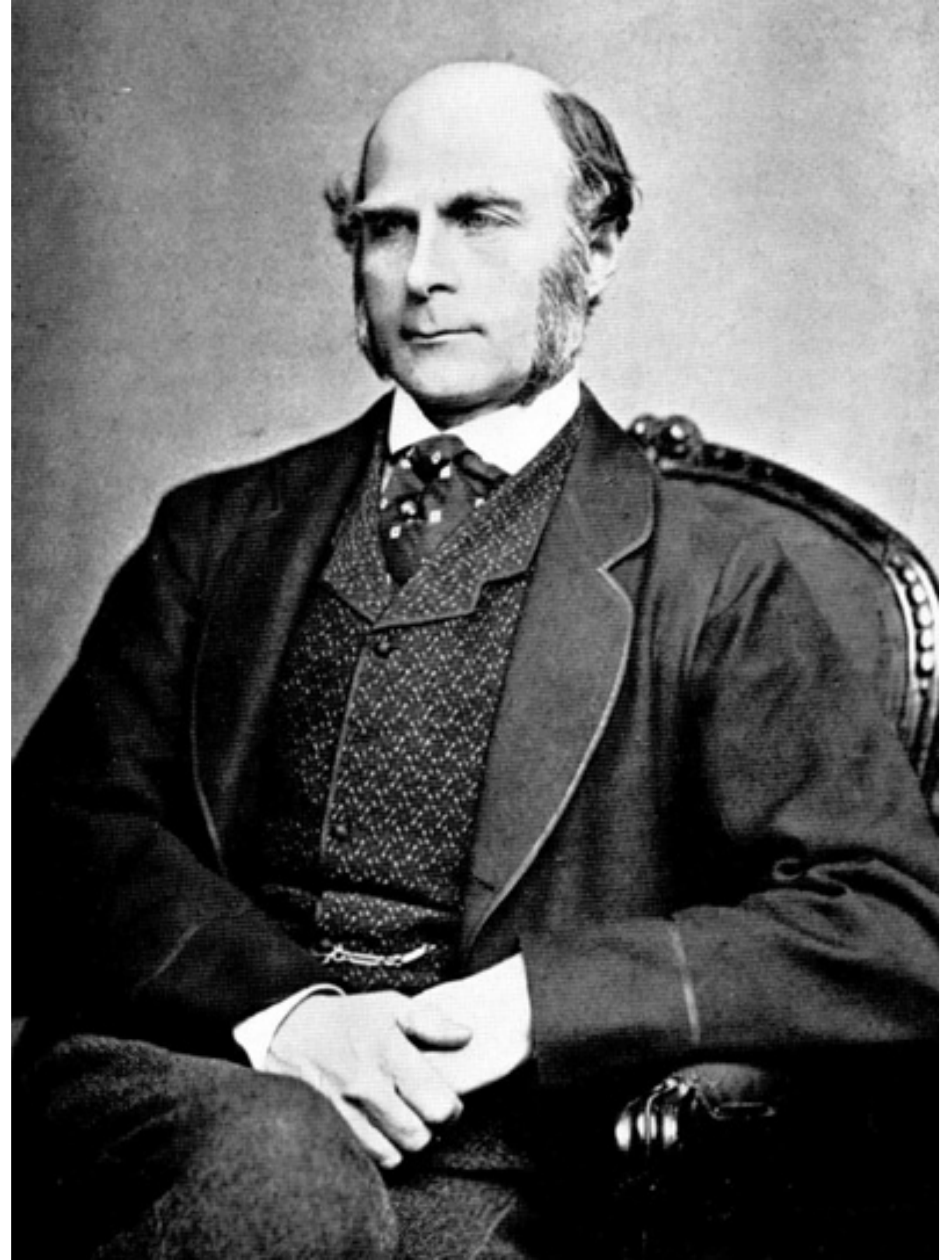
---

- Poprawa jakości gatunku ludzkiego poprzez kierowanie rozrodczością
  - pozytywna - kojarzenie ludzi o pożądanym cechach
  - negatywna - redukcja rozrodczości ludzi o cechach niepożądanych
- Zastosowanie praktyk hodowli zwierząt gospodarskich do człowieka

# Francis Galton

---

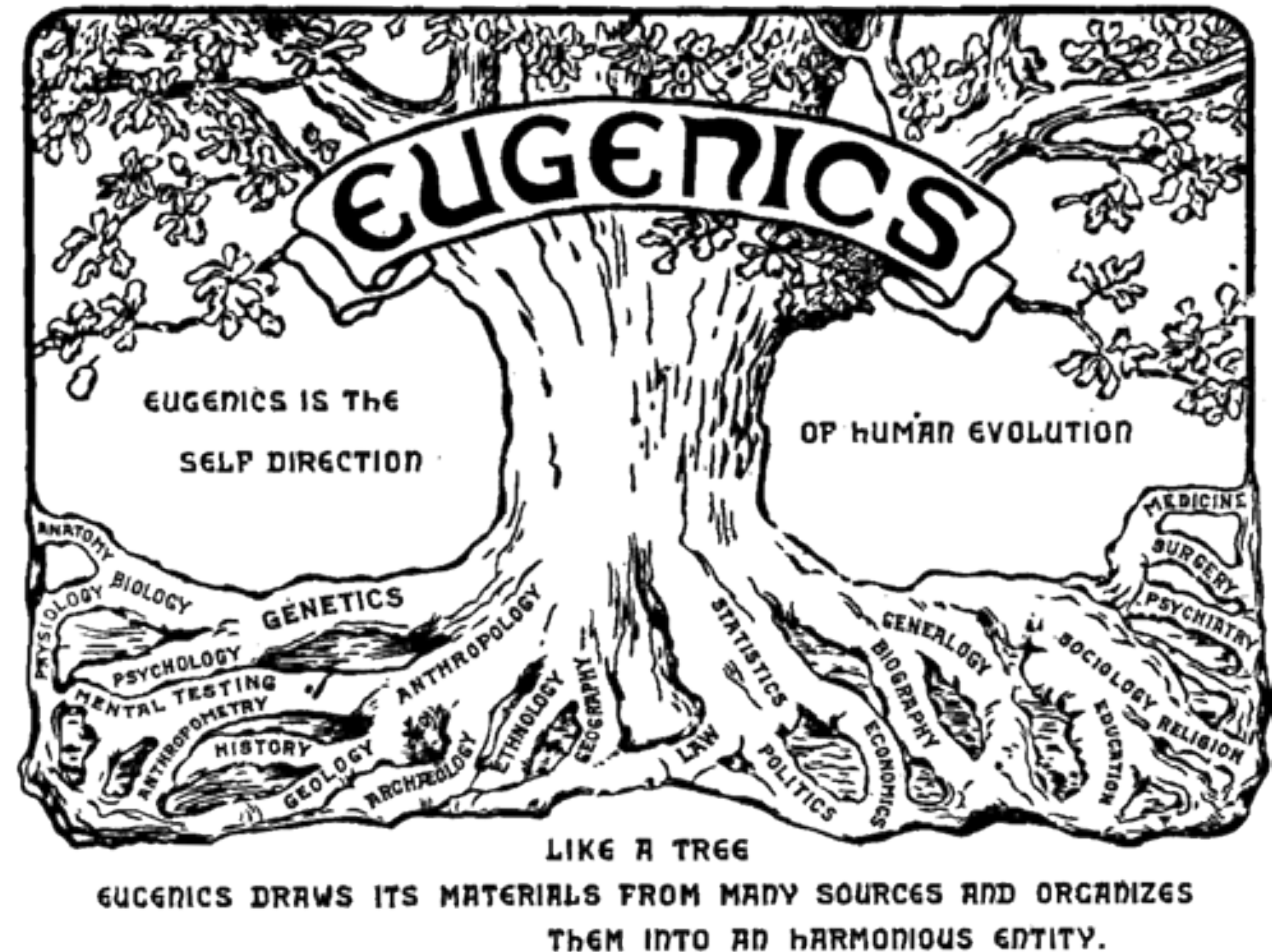
- Jako pierwszy zastosował statystykę w antropologii, badał odziedziczalność inteligencji
- *Hereditary Genius* (1869)
- *Eugenics Education Society* (1909)





# Eugenika w USA

- American Breeder's Association (1906)
- Eugenics Record Office (1911)
- Charles Davenport:
  - ograniczenia imigracji
  - przymusowa sterylizacja
  - „Musimy osuszyć źródła, zatamować napływ zdefektowanej, zdegenerowanej protoplazmy”



# Eugenika w USA

---

- Henry H. Goddard, 1914
  - “Opóźnienie umysłowe” – 1% populacji
- Alexander G. Bell - proponował przymusową sterylizację głuchoniemych
- Na konferencji oftalmologów w latach 20. propozycja sterylizacji wszystkich noszących okulary
- William Robinson (lekarz, urolog) w 1917 o dzieciach osób niepełnosprawnych
  - “Najlepiej byłoby te dzieci delikatnie uśpić chloroformem, albo podać im dawkę cyjanku potasu.”



# Eugenika w USA

---

- Przymusowe sterylizacje - w sumie ponad 65 000 osób
- Ograniczenia imigracyjne



Carrie Buck z matką w domu opieki społecznej  
Przymusowa sterylizacja wyrokiem sądu w 1927



# Zniesienie przymusowej sterylizacji w USA - 1971

---

- W Kalifornii - do 1979
- W latach 1970 - 1976 sterylizacji poddano do 25% do 50% rdzennych Amerykanów
  - często bez zgody
  - objęcie dzieci opieką społeczną i zdrowotną uzależniano od sterylizacji matki





# Szwecja

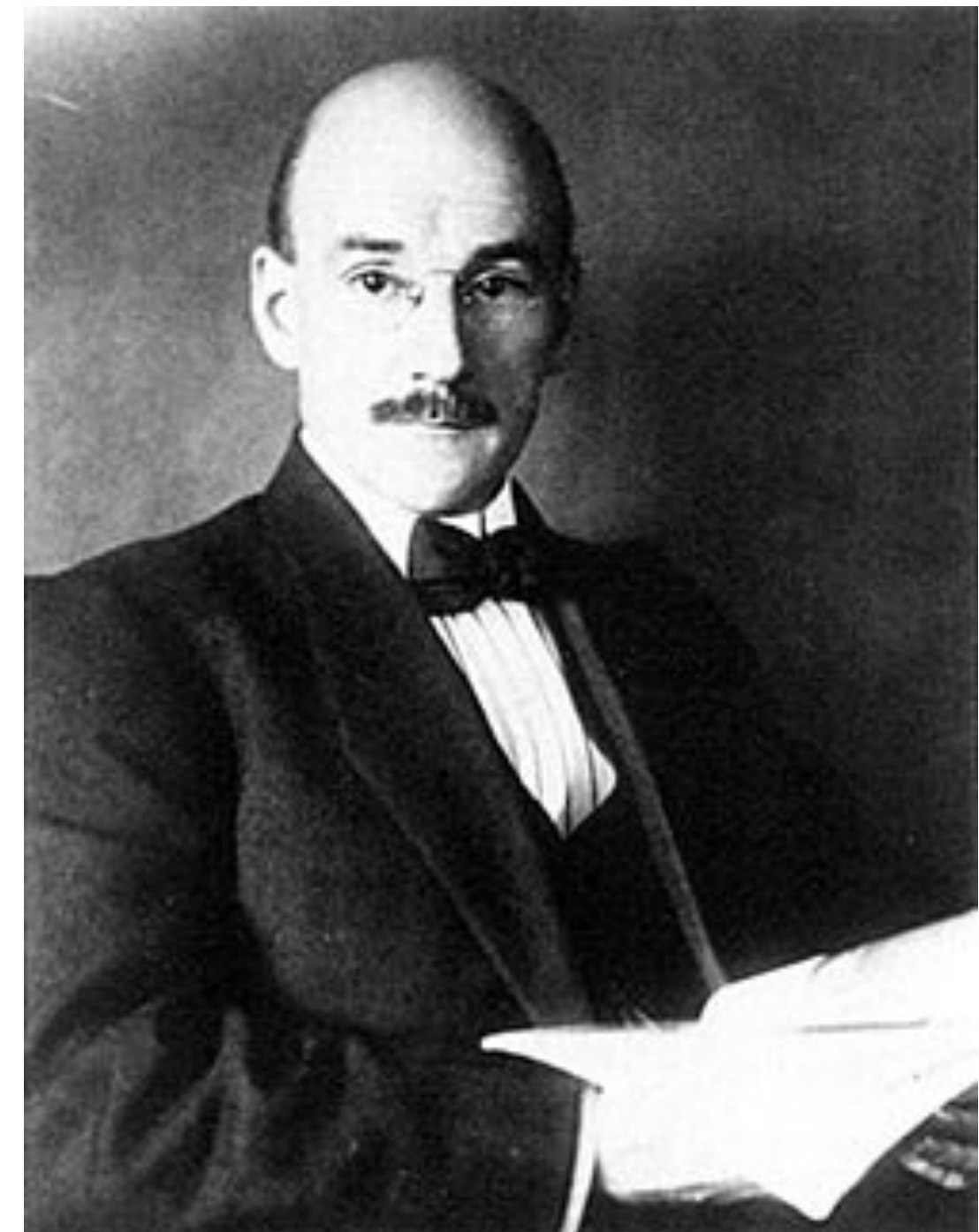
---

- Ustawa o sterylizacji, 1934
- W latach 1934 - 1975: ponad 62 000 osób
  - w Europie więcej tylko w III Rzeszy

# Eugenika

---

- Henry H. Goddard, 1914
- “Opóźnienie umysłowe” – 1% populacji, co daje  $q = 0,1$





# Eugenika

---

- Pomijając kwestie etyczne – czy to ma sens?
- Przymusowe sterylizacje w USA – “opóźnienie umysłowe”, ~1% populacji,  $q = 0,1$

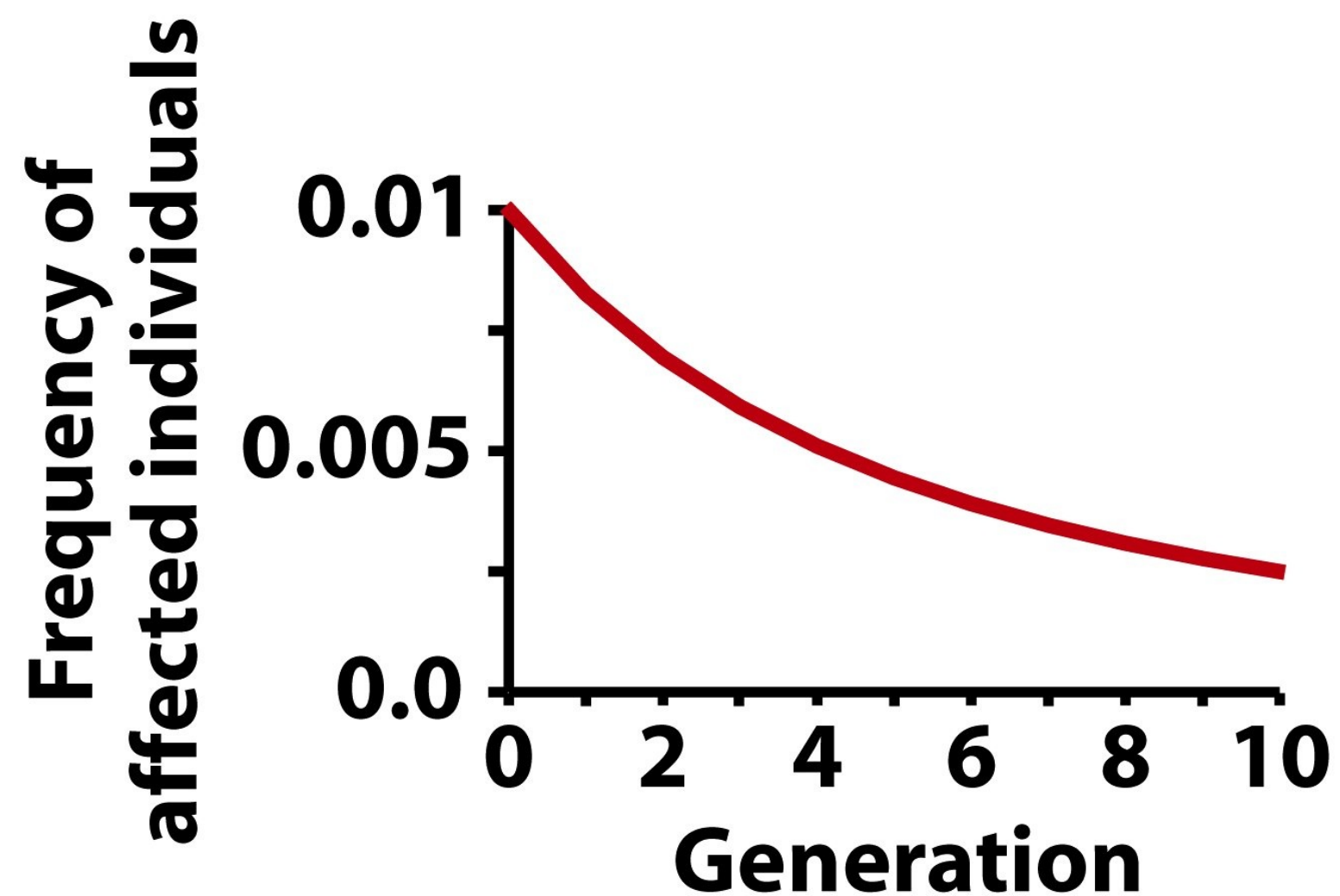


Figure 6-22 Evolutionary Analysis, 4/e  
© 2007 Pearson Prentice Hall, Inc.

Po 10 pokoleniach  
 $q = 0,05$

Po 40 pokoleniach  
 $q = 0,02$

# Dlaczego eugenika nie działa

---

- Selekcja u zwierząt hodowlanych działa bardzo skutecznie
- Ale służy wyselekcjonowaniu konkretnej cechy (np. budowy ciała)
- Selekcja w hodowli nie poprawia ogólnej kondycji, zdrowia, itp.
  - Silnie wyselekcjonowane odmiany/rasy hodowlane zwykle mają ogólnie słabszą kondycję od form dzikich i mieszańców
- Sformułowany ogólnie program “udoskonalenia” populacji - nierealny
- U człowieka nawet selekcja konkretnych pojedynczych cech będzie trwała bardzo długo!



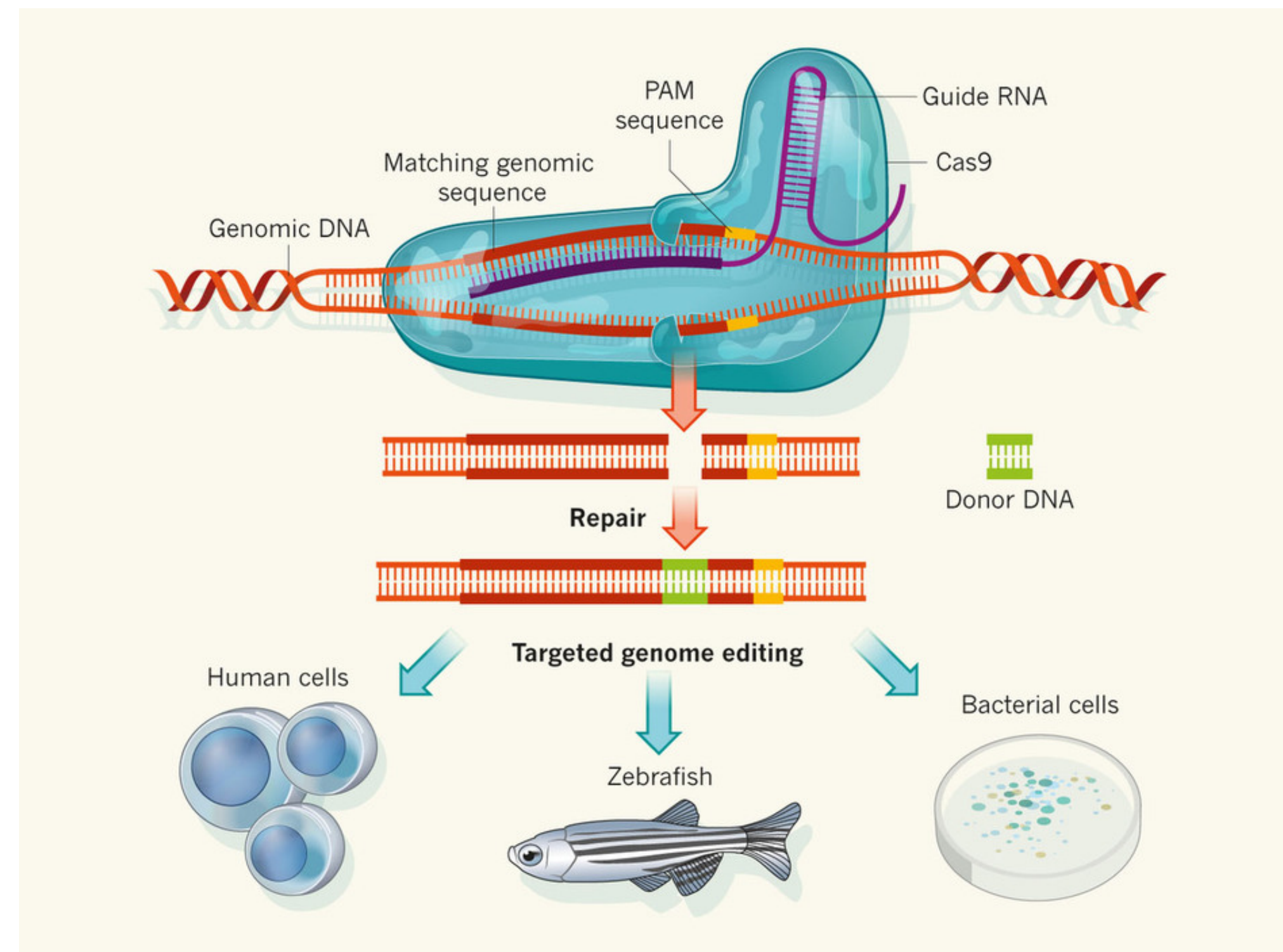
# Problemy eugeniki XX w.

---

- Etyczny - przymusowy, totalitarny charakter
  - przymusowe sterylizacje
  - certyfikaty zdolności małżeńskiej
  - ograniczenia imigracyjne
  - co oznacza “lepszy” genotyp?
- Biologiczny
  - nieskuteczna

# Co już potrafimy

- W ostatnich latach pojawiły się możliwości wprowadzania dowolnych zmian w genomach praktycznie dowolnych organizmów (w tym człowieka)
- Metoda CRISPR/Cas9 - redagowanie genomu





# A dla człowieka

---

- Możliwa jest zmiana sekwencji dowolnego genu w komórkach zarodkowych
- Skuteczność: około 50%
- W połączeniu z zapłodnieniem pozaustrojowym możliwość uzyskania zmodyfikowanego człowieka
- Pierwsze badania - na komórkach, z których nie mogły rozwinąć się zarodki
- Zgoda na dalsze badania: Chiny, Szwecja, Wielka Brytania



*Anna Tärnhuvud*

Fredrik Lanner, who will conduct gene-editing in human embryos at the Karolinska Institute in Sweden.



# Dzieci na zamówienie?

---



<http://www.shutterstock.com/gallery-54706p1.html> Photosani/Shutterstock



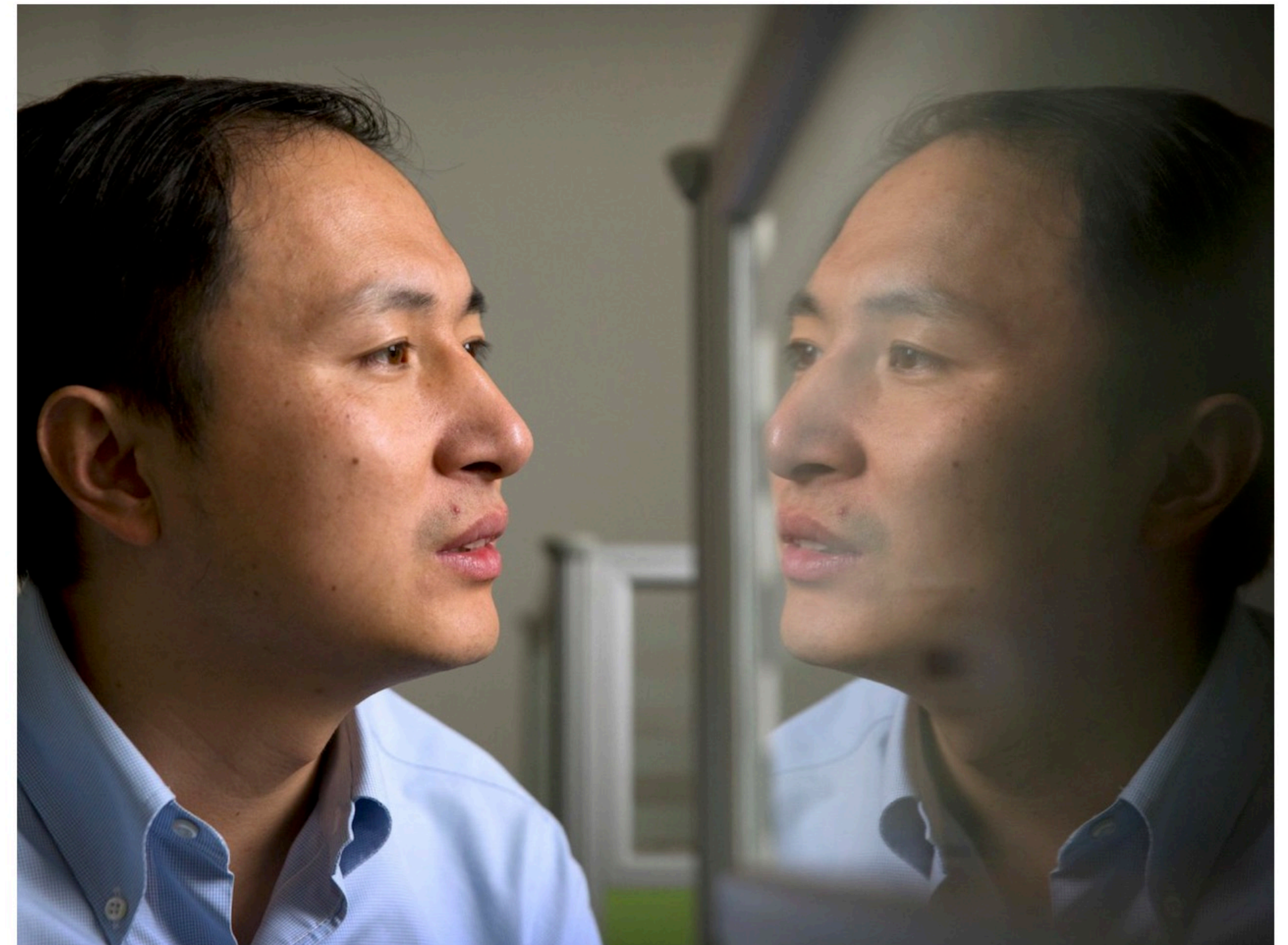
?



# 19.11.2018

---

- He Jiankui ogłasza narodziny dzieci (dwóch dziewczynek), których genomy poddano edycji
- Cel: inaktywacja genu *CCR5* mająca chronić przed infekcją HIV
  - ojciec dziewczynek jest nosicielem
- Ogłoszenie poprzez wywiad prasowy i film na Youtube (!)
- Później prezentacja na konferencji
- Brak recenzowanej publikacji - trudno ocenić merytoryczną i techniczną jakość eksperymentu



**He Jiankui is reflected in a glass panel as he works at a computer at a laboratory in Shenzhen in southern China's Guangdong province.** [Mark Schiefelbein/AP Photo](#)



# Czy eksperyment się udał?

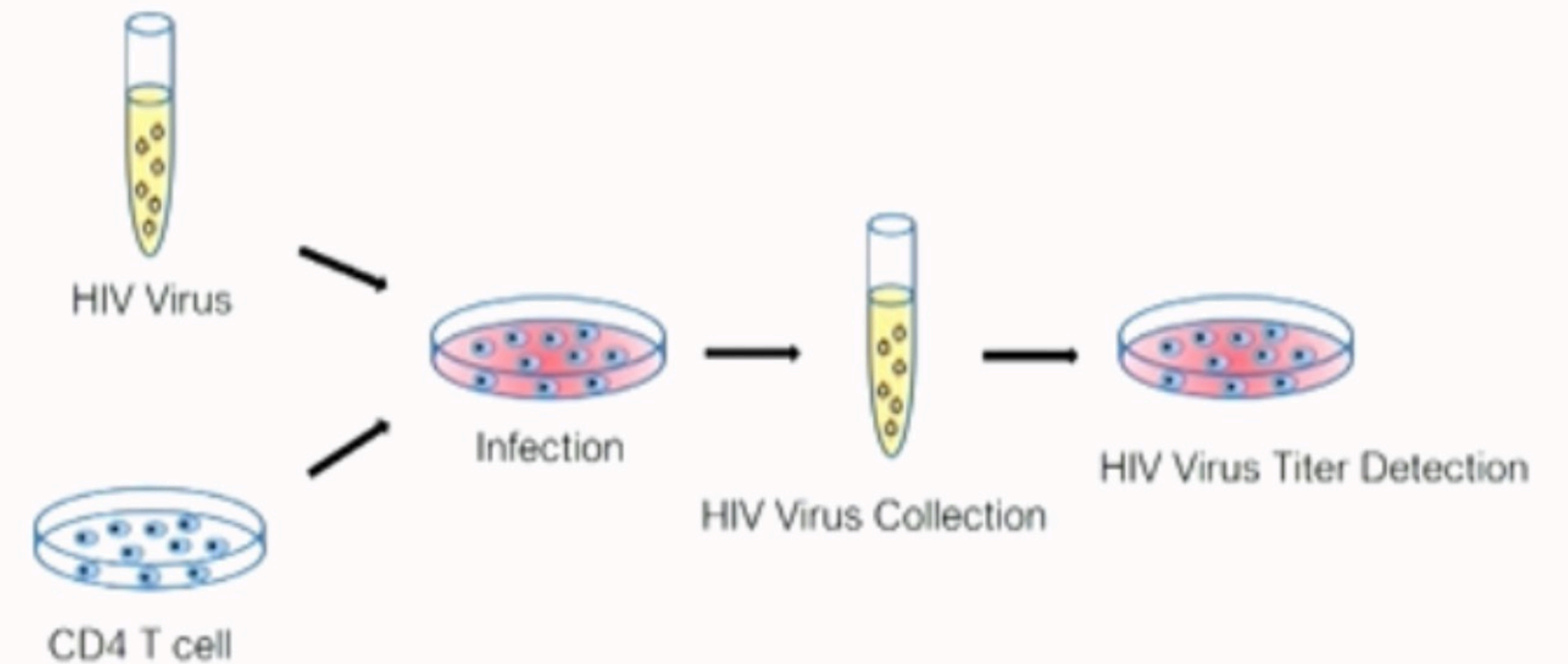
- Na podstawie dostępnych danych trudno stwierdzić, ale raczej nie
- Obie dziewczynki mają zmodyfikowane komórki, ale nie wszystkie (mozaikowość)
- Modyfikacja nie jest dokładnie delecją  $\Delta 32$ , tylko krótszą
- Lulu ma modyfikację tylko jednej z dwóch kopii genu - raczej nie będzie oporna na HIV
- Nana - zmodyfikowane obie kopie ale nie  $\Delta 32$  tylko  $\Delta 4/+1$  - nie wiadomo, czy zadziała



# Czy eksperyment się udał?

- Nie wiadomo, czy modyfikacja chroni ich komórki przed wirusem
- He planował badania na komórkach pobranych od Lulu i Nany później
- He Jiankui wiedział, że modyfikacja nie jest dokładnie taka, jak zaplanowana
- twierdzi, że decyzję o implantacji podjęli rodzice
- Technika ewidentnie obecnie **nie** nadaje się do stosowania do modyfikacji linii zarodkowej człowieka

## Further Assessments: In Vitro HIV-1 Susceptibility





# To co z eksperymentem He?

---

- Ojciec dziewczynek jest nosicielem HIV
- Przy zapłodnieniu pozaustrojowym łatwo zapobiec przeniesieniu infekcji od ojca (płukanie spermy)
- Nawet gdy nosicielką jest matka, można zapobiegać przeniesieniu infekcji przez odpowiednie leczenie (ryzyko <1%)
- Profilaktyka dla osób żyjących z nosicielami dobrze znana
- **Lulu i Nana nie były znacząco zagrożone infekcją HIV!**

*Paediatric and Perinatal Epidemiology* 1995, 9, 1–29

## Review Article

### Mother-to-infant HIV transmission: timing, risk factors and prevention

Louise Kuhn and Zena A. Stein  
*Columbia University, Division of Epidemiology, Gertrude H. Sergievsky Center and HIV Center for Clinical and Behavioral Studies, New York, USA*

# Kwestia modyfikacji

---

- Cechy zależne od pojedynczych genów mogą być łatwo modyfikowane za pomocą redagowania genomu
- Cechy wieloczynnikowe?
  - nie rozumiemy zależności między zmiennością pojedynczych elementów a fenotypem
  - konieczna skoordynowana modyfikacja setek genów jednocześnie
  - w przewidywalnej przyszłości - *science fiction*



# Kwestia modyfikacji

---

- Skoro cechy wieloczynnikowe są poza zasięgiem modyfikacji, to:
  - nierealne jest modyfikowanie cech zmienności prawidłowej (osobowość, inteligencja, uroda, itp.)
  - nierealne jest likwidowanie zagrożenia ze strony najczęstszych chorób
- Realne jest wpływanie na cechy (choroby) jednogenowe

# Choroby jednogenowe - czy konieczne redagowanie?

- Ryzyko urodzenia chorego dziecka zależy od rodziny i cechy, ale zwykle nie więcej niż 50%
- Zapłodnienie pozaustrojowe i diagnostyka preimplantacyjna pozwala uniknąć choroby
- Problemy etyczne takie same, jak przy ewentualnym redagowaniu genomu

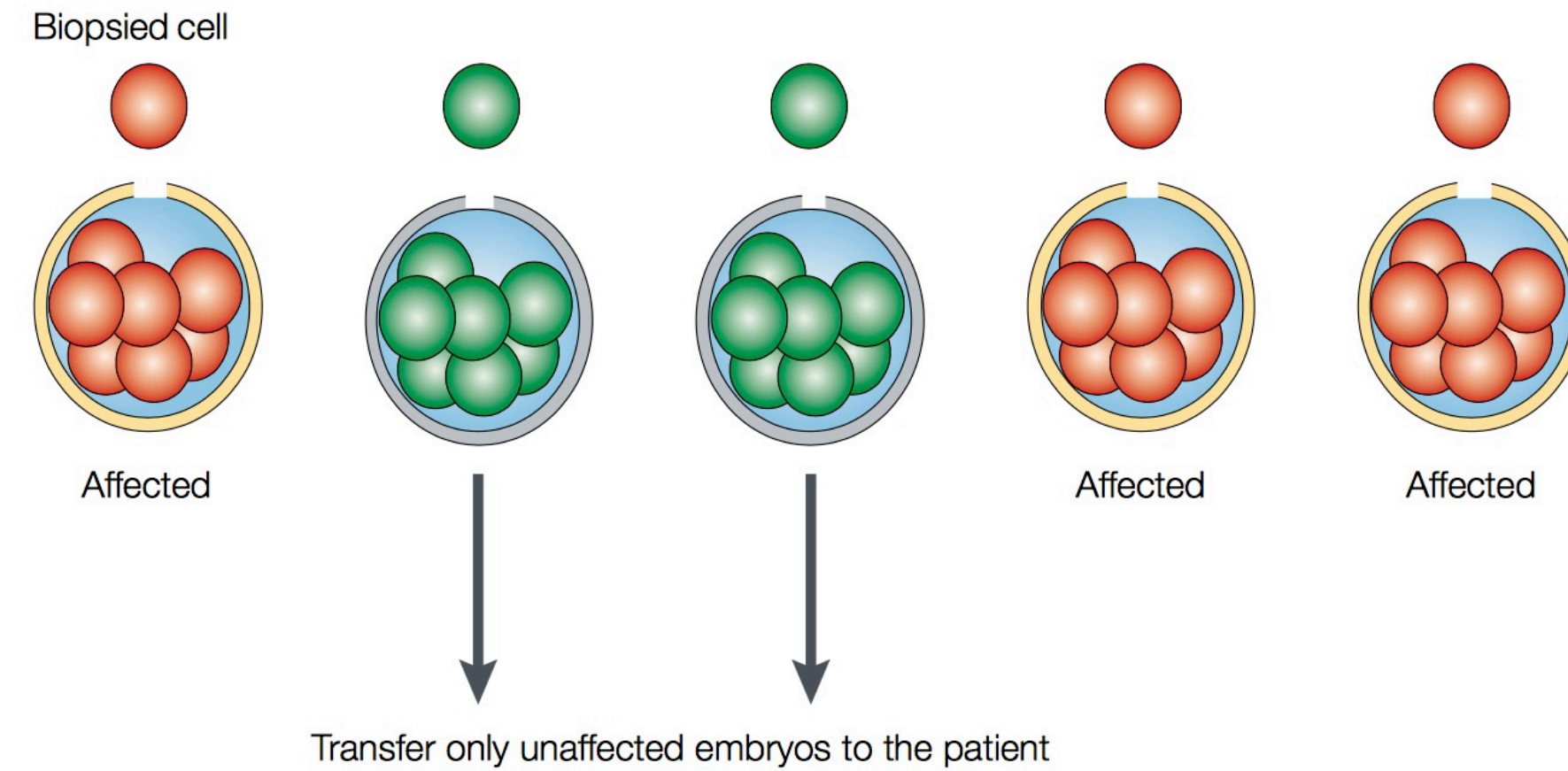


Figure 3 | **Polar body and cleavage stage biopsies.**



# Redagowanie genomu w komórkach somatycznych

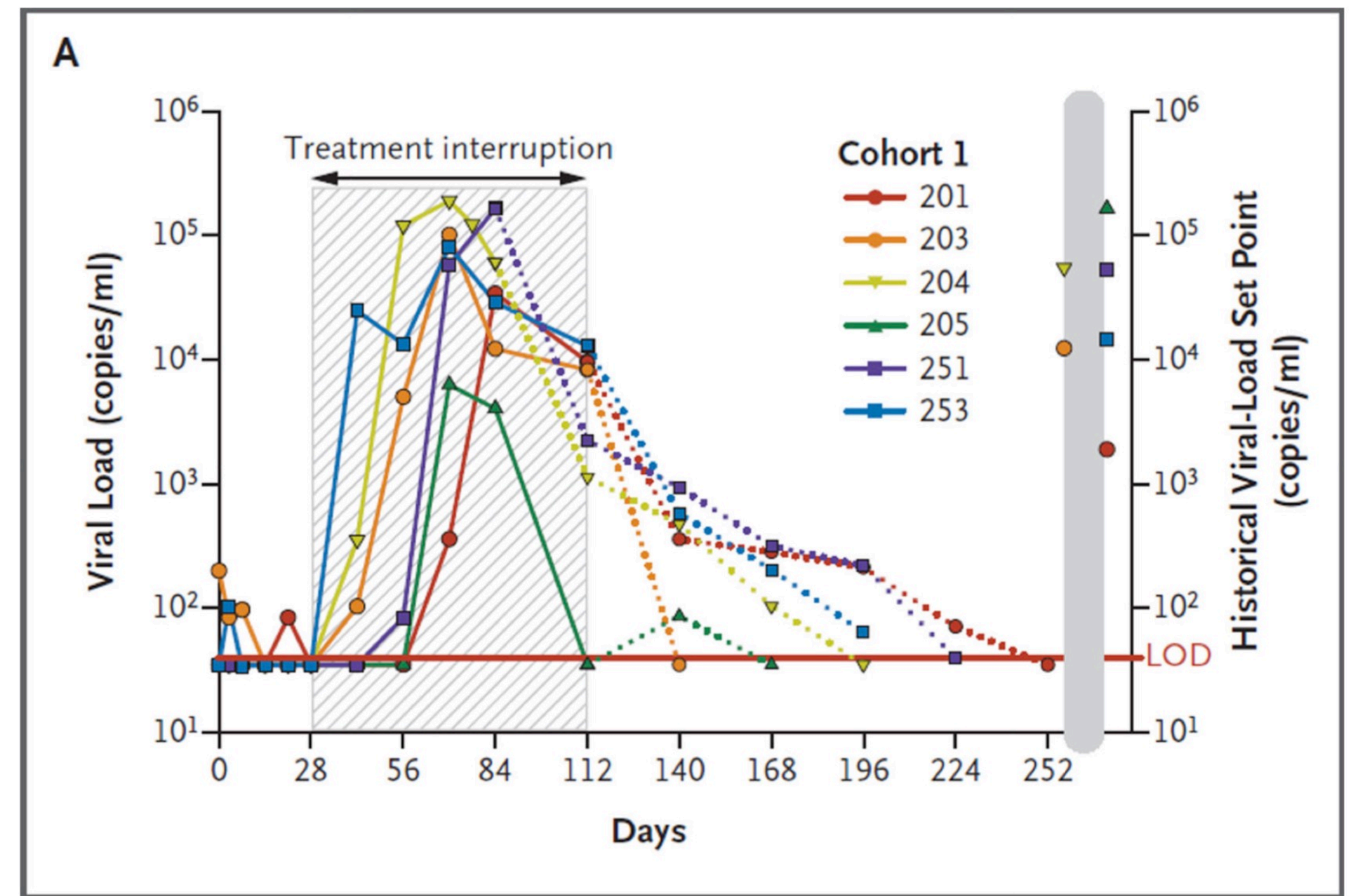
- Zasada *ex vivo*:
  - izolacja komórek chorego
  - modyfikacja genu
  - hodowla komórek/tkanek *in vitro*
  - przeszczep zmodyfikowanych komórek
- Obiecujące dla tych chorób, które dotyczą tkanek, w których komórki się cały czas dzielą (np. szpik i krew), albo dają dobrze hodować (skóra)
  - np. szpik i mutacja CCR5 $\Delta$ 32

Published in final edited form as:

*N Engl J Med.* 2014 March 6; 370(10): 901–910. doi:10.1056/NEJMoa1300662.

## Gene Editing of *CCR5* in Autologous CD4 T Cells of Persons Infected with HIV

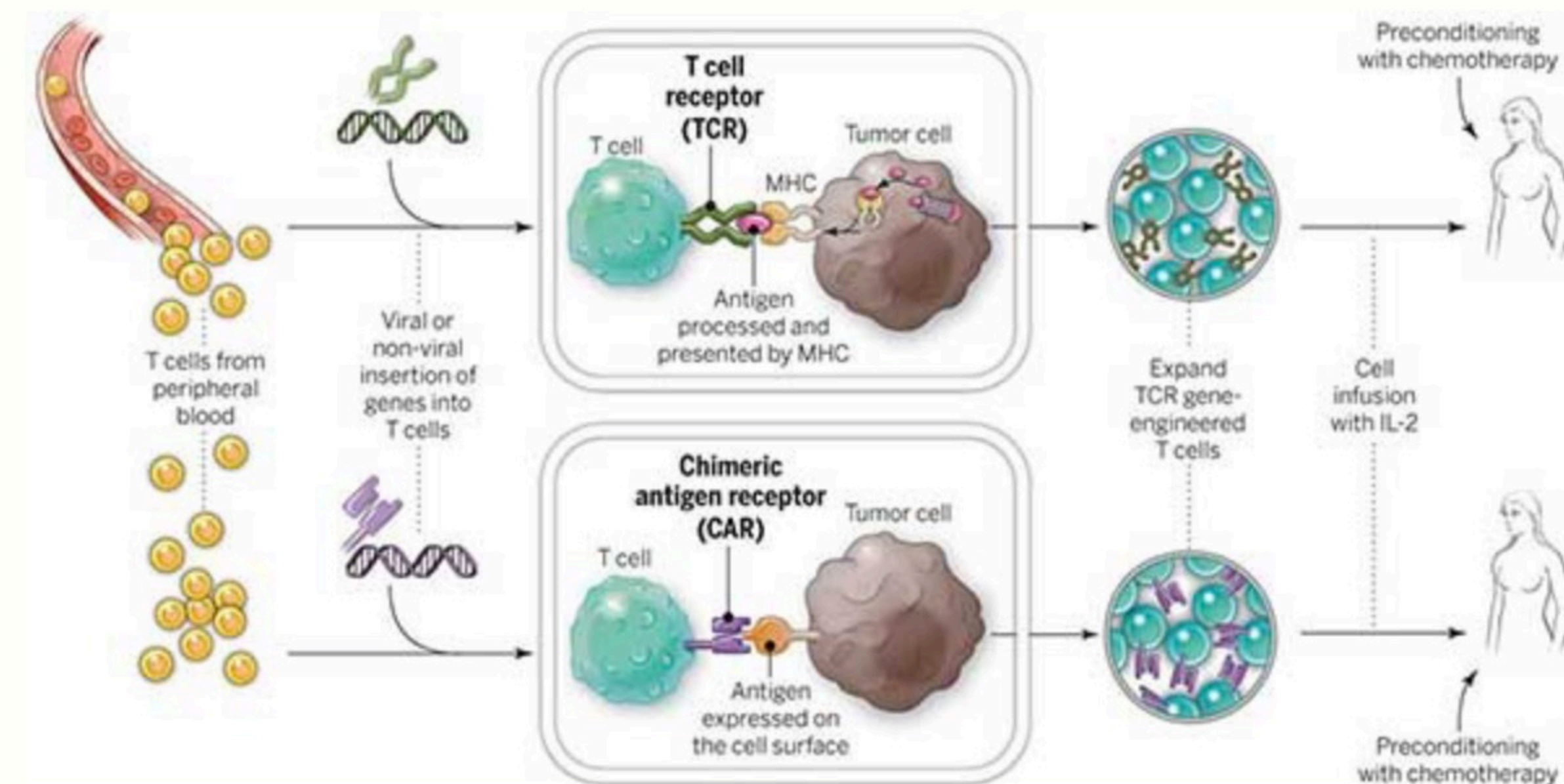
Pablo Tebas, M.D., David Stein, M.D., Winson W. Tang, M.D., Ian Frank, M.D., Shelley Q. Wang, M.D., Gary Lee, Ph.D., S. Kaye Spratt, Ph.D., Richard T. Surosky, Ph.D., Martin A. Giedlin, Ph.D., Geoff Nichol, M.D., Michael C. Holmes, Ph.D., Philip D. Gregory, Ph.D., Dale G. Ando, M.D., Michael Kalos, Ph.D., Ronald G. Collman, M.D., Gwendolyn Binder-Scholl, Ph.D., Gabriela Plesa, M.D., Ph.D., Wei-Ting Hwang, Ph.D., Bruce L. Levine, Ph.D., and Carl H. M. M.D.





# Redagowanie komórek w walce z nowotworami

- Limfocyty T zmodyfikowane by zwiększyć ich aktywność i nakierować na zwalczanie komórek nowotworu - terapia CAR-T
- Bardzo obiecujące wyniki w ostrej białaczce limfoblastycznej nie reagującej na chemioterapię



CAR T cells and TCR T cells are engineered to produce special receptors on their surfaces. They are then expanded in the laboratory and returned to the patient.

Credit: National Cancer Institute

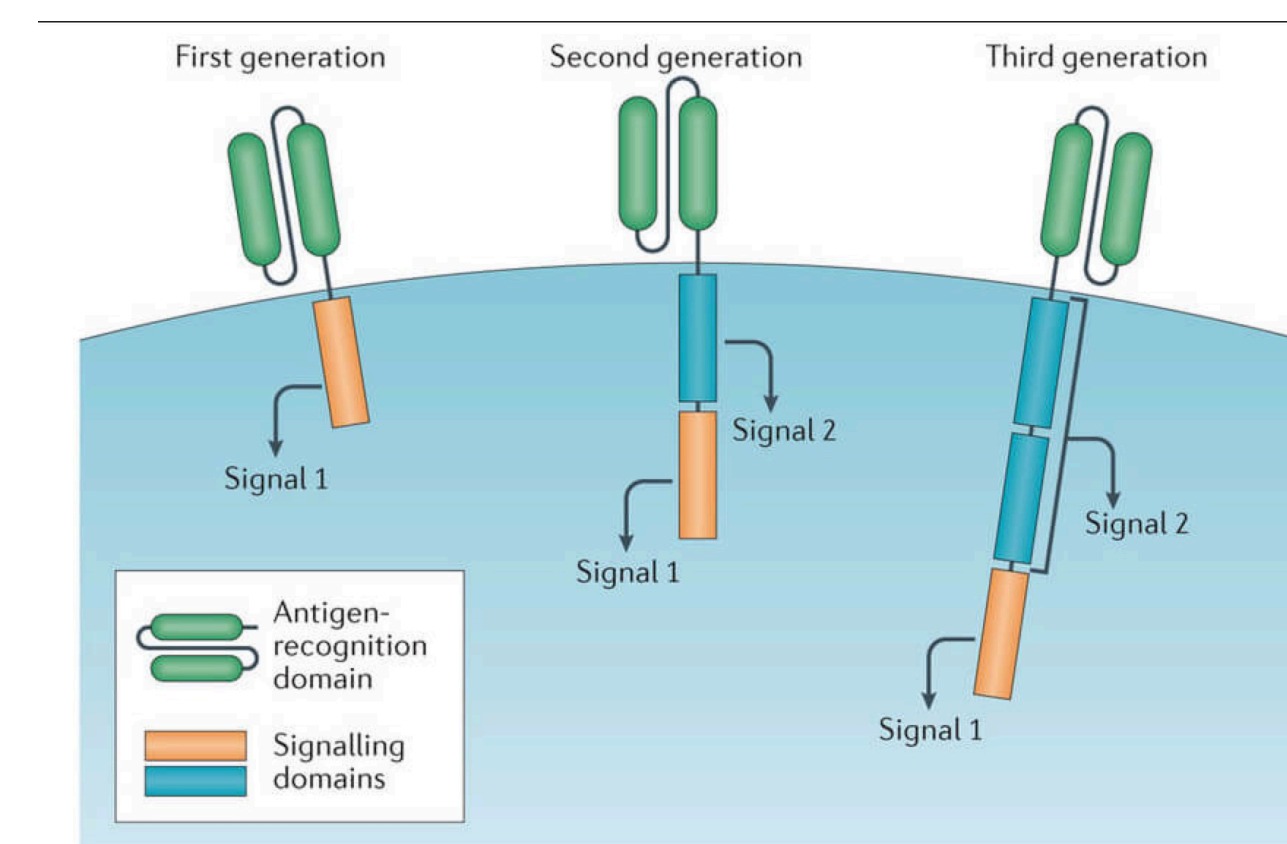
SCIENCE TRANSLATIONAL MEDICINE | REPORT

## CANCER

### Molecular remission of infant B-ALL after infusion of universal TALEN gene-edited CAR T cells

Waseem Qasim,<sup>1,2\*</sup> Hong Zhan,<sup>1</sup> Sujith Samarasinghe,<sup>2</sup> Stuart Adams,<sup>2</sup> Persis Amrolia,<sup>1,2</sup> Sian Stafford,<sup>1</sup> Katie Butler,<sup>1</sup> Christine Rivat,<sup>1</sup> Gary Wright,<sup>2</sup> Kathy Somana,<sup>2</sup> Sara Ghorashian,<sup>1</sup> Danielle Pinner,<sup>2</sup> Gul Ahsan,<sup>2</sup> Kimberly Gilmour,<sup>2</sup> Giovanna Lucchini,<sup>2</sup> Sarah Inglott,<sup>2</sup> William Mifsud,<sup>2</sup> Robert Chiesa,<sup>2</sup> Karl S. Peggs,<sup>3</sup> Lucas Chan,<sup>4</sup> Farzin Farzeneh,<sup>4</sup> Adrian J. Thrasher,<sup>1</sup> Ajay Vora,<sup>5</sup> Martin Pule,<sup>3</sup> Paul Veys<sup>1</sup>

2017 © The Authors, some rights reserved; exclusive licensee American Association for the Advancement of Science.





# Naprawiona skóra

- Pęcherzowe oddzielanie się naskórka (*epidermolysis bullosa*)
- Choroba genetyczna związana z mutacjami pojedynczych genów
- Wiele form śmiertelnych
- Pacjent (7 lat)
  - utrata >60% naskórka (>80% w momencie pierwszego zabiegu)
  - mutacja genu *LAMB3* (laminina)
- Do komórek pobranych od pacjenta wprowadzono prawidłowy gen i wyhodowano skórę, którą przeszczepiono

## Regeneration of the entire human epidermis using transgenic stem cells

Tobias Hirsch<sup>1\*</sup>, Tobias Rothoeft<sup>2\*</sup>, Norbert Teig<sup>2\*</sup>, Johann W. Bauer<sup>3\*</sup>, Graziella Pellegrini<sup>4,5\*</sup>, Laura De Rosa<sup>5\*</sup>, Davide Scaglione<sup>6</sup>, Julia Reichelt<sup>3</sup>, Alfred Klausegger<sup>3</sup>, Daniela Kneisz<sup>3</sup>, Oriana Romano<sup>7</sup>, Alessia Secone Seconetti<sup>5</sup>, Roberta Contin<sup>5</sup>, Elena Enzo<sup>5</sup>, Irena Jurman<sup>8</sup>, Sonia Carulli<sup>9</sup>, Frank Jacobsen<sup>1</sup>, Thomas Luecke<sup>10</sup>, Marcus Lehnhardt<sup>1</sup>, Meike Fischer<sup>2</sup>, Maximilian Kueckelhaus<sup>1</sup>, Daniela Quaglino<sup>7</sup>, Michele Morgante<sup>8</sup>, Silvio Biciato<sup>7</sup>, Sergio Bondanza<sup>9</sup> & Michele De Luca<sup>5</sup>

16 NOVEMBER 2017 | VOL 551 | NATURE | 327



**Figure 1 | Regeneration of the transgenic epidermis. a, Clinical picture**



# Kwestie etyczne

---

- Termin “eugenika” obecnie nadużywany (“aborcja eugeniczna”)
- Dobrowolność a nie przymus!
- Celem uniknięcie cierpienia jednostek, a nie “ulepszenie gatunku”



# Eugenika liberalna

---

- Dobrowolny dostęp do metod modyfikowania genomu, diagnostyki prenatalnej i preimplantacyjnej
- Krytyka - J. Habermas (w. "The Future of Human Nature") oparta na idei nienaruszalności natury człowieka
  - "prawo do genetycznego dziedzictwa wolnego od sztucznej interwencji"
  - wartościujące rozróżnienie naturalne/sztuczne
- Rzeczywisty problem - czy ulepszenia genetyczne dostępne tylko dla zamożnych nie doprowadzą do dalszego utrwalania nierówności?
  - ale czy obecnie prawdą jest, że jesteśmy równi wobec chorób i śmierci?