

O płci biologicznej - dla szkół

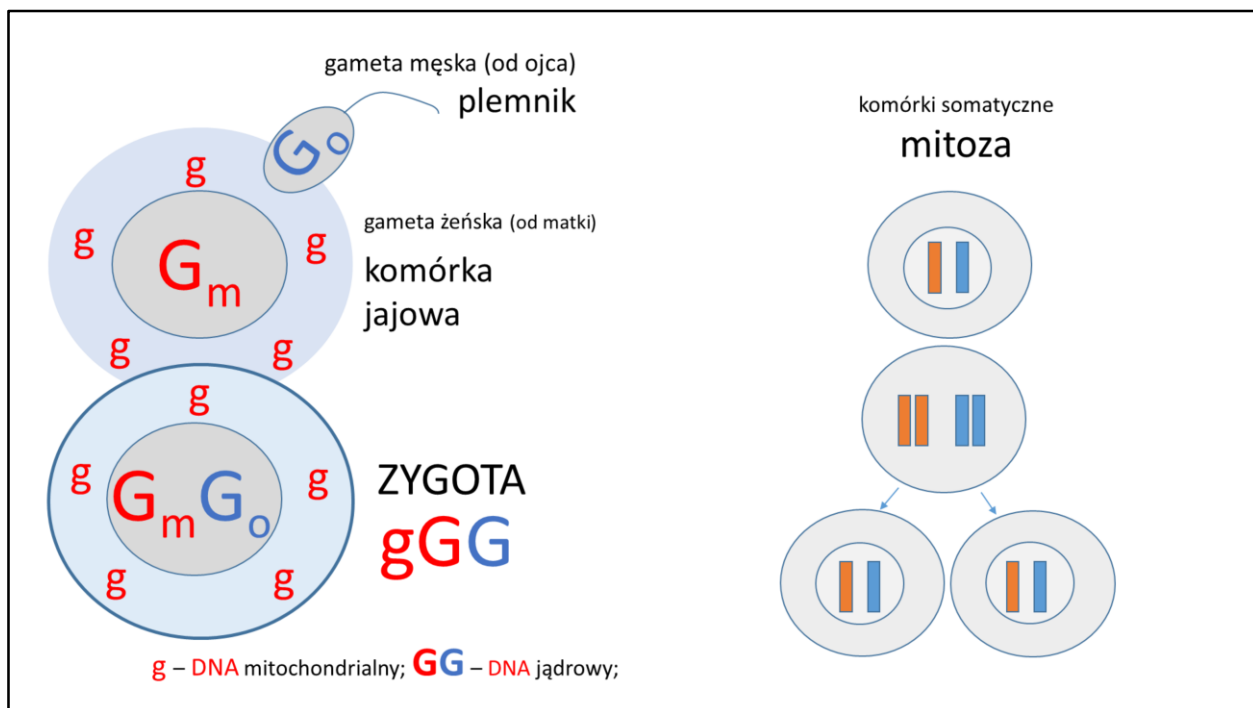


Barbara Płytycz, biolog, UJ

Rozmnażanie płciowe

to **sposób powstawania nowych organizmów, w którym łączy się informacja genetyczna osobników różnej płci**. Komórki rozrodcze (gamety) wytwarzane są u zwierząt w gonadach, a u roślin w organach generatywnych. Gamety męskie to plemniki, a żeńskie to komórki jajowe. Po połączeniu się gamet w procesie zapłodnienia powstaje zygota, z której rozwija się zarodek, a następnie nowy organizm dorosły. Rozmnażanie płciowe jest źródłem zróżnicowania genetycznego danego gatunku.

W oparciu o Wykład B. Płytycz „Porozmawiajmy o płci biologicznej”:
[Polska Akademia Umiejętności - Wydział IV \(pau.krakow.pl\)](http://pau.krakow.pl)



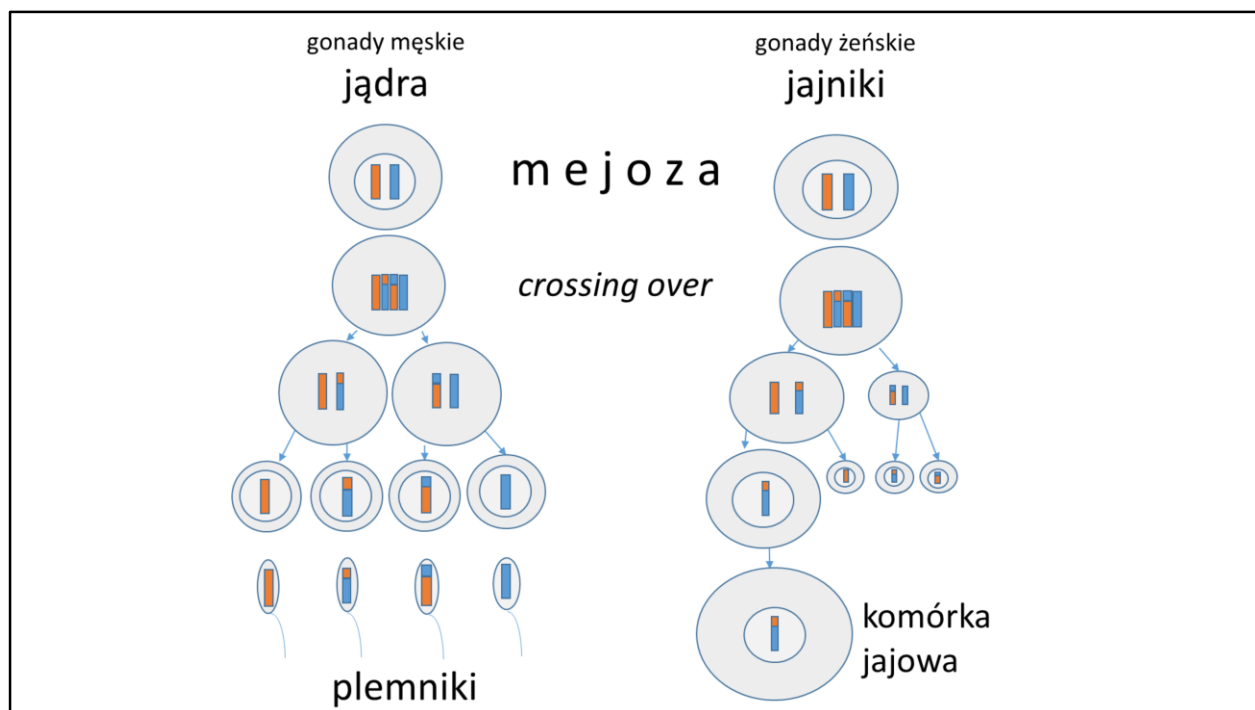
ZAPŁODNIENIE

Gameta żeńska to **KOMÓRKA JAJOWA** pochodząca od matki. Ma dużą zawartość cytoplazmy, w której zlokalizowane są mitochondria wyposażone we własny materiał genetyczny, czyli charakterystyczne dla każdego gatunku haploidalne DNA mitochondrialne (g). Jądro komórki jajowej zawiera haploidalny jądrowy matczyzny materiał genetyczny G_m.

Gameta męska to **PLEMNİK** pochodzący od ojca, praktycznie pozbawiony cytoplazmy, a haploidalny ojcowski materiał genetyczny (G_o) jest zlokalizowany w główce plemnika. Plemniki są na ogół ruchliwe, wyposażone w wici.

Zapłodnienie to proces wnikięcia plemnika do komórki jajowej, w wyniku czego powstaje **ZYGOTA** z cytoplazmą i mitochondriami komórki jajowej, posiadająca w jądrze DNA matki i ojca, G_mG_o, co jest początkiem życia osobnika o diploidalnym genotypie opisywanym tu jako gGG (gG' z komórki jajowej, drugie G' z plemnika).

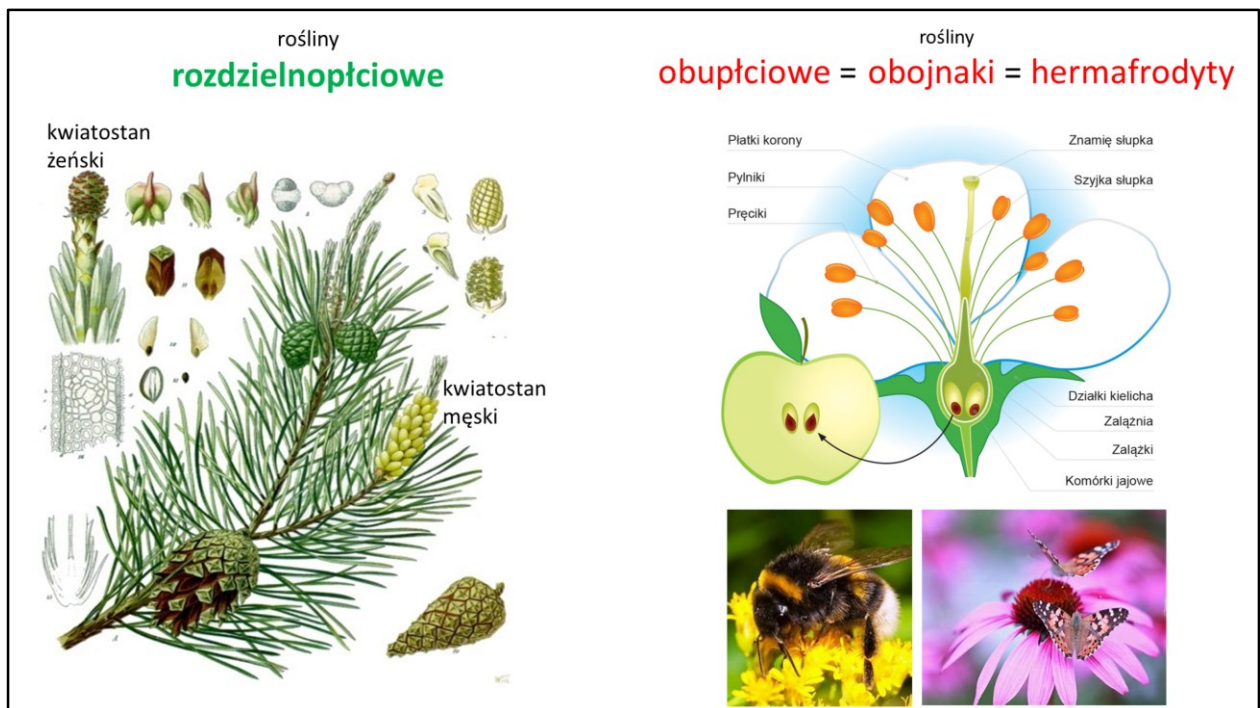
W trakcie **MITOZY** diploidalny materiał genetyczny od matki (chromosom czerwony) i od ojca (niebieski) ulega podwojeniu i zostaje rozdzielony między dwie diploidalne komórki potomne, identyczne z komórką wyjściową. W drodze podziałów mitotycznych z zygoty rozwija się zarodek, płód, osobnik młodociany, wreszcie osobnik dorosły.



JAK POWSTAJĄ GAMETY

Gamety zwierząt rozwijają się w gonadach: **plemniki w jądrach**, a **komórki jajowe w jajnikach**, w trakcie dwuetapowego procesu – **MEJOZY**. Z jednej komórki wyjściowej, w jądrze powstają cztery plemniki, a w jajniku tylko jedna z czterech komórek potomnych rozwija się w komórkę jajową z obfitą cytoplazmą. W trakcie pierwszego etapu mejozy, powielone chromosomy od matki i od ojca zbliżają się do siebie i wymieniają segmenty materiału genetycznego (jest to zjawisko *crossing over*), więc do dwu komórek potomnych trafiają chromosomy zmodyfikowane, matczyno-ojcowskie. Po drugim podziale mejotycznym każdy plemnik bądź komórka jajowa ma odmienny („przetasowany”) materiał genetyczny.

Nota bene: obserwujemy, że bliźnięta dwujajowe na ogół nie są do siebie bardziej podobne, niż ich pozostałe rodzeństwo, gdyż rozwijają się z dwóch różnych komórek jajowych tej samej matki, zapłodnionych przez dwa różniące się od siebie plemniki tego samego ojca (*crossing over*!).



PŁCIIOWOŚĆ ROŚLIN

Plemniki sosny (**rośliny rozdzielno płciowej jednopiennej**) dojrzewają w pylnikach kwiatostanów męskich; pyłek jest przenoszony przez wiatr na kwiatostany żeńskie (szyszki) tej samej i okolicznych sosen. W szyszkach dojrzewają komórki jajowe, po zapłodnieniu których rozwijają się uskrzydłone nasiona.

U roślin **rozdzielno płciowych dwupiennych**, np. u wierzb, topoli, cisów, kwiatostany żeńskie rozwijają się na innych drzewach, niż kwiatostany męskie.

Wiele roślin kwiatowych to **okazy obupłciowe**, czyli **obojnaki**, zwane też **hermafrodytami**. Komórki jajowe rozwijają się w zalążni, a plemniki w pylnikach. Może dochodzić do zapylenia, a następnie zapłodnienia, w obrębie tego samego kwiatu. Jednak większą różnorodność genetyczną zapewnia zapylenie i zapłodnienie innych okazów tego samego gatunku, co jest osiągnięte przez różne mechanizmy, a w tym przenoszenie pyłku przez pszczoły, trzmiele, czy ptaki.

Wśród roślin częste są mieszańce (hybrydy) międzygatunkowe.

Dżdżownice (*Lumbricidae*) Pierścienice (*Annelida*)

Hermafrodyty = obojnaki

Gonady

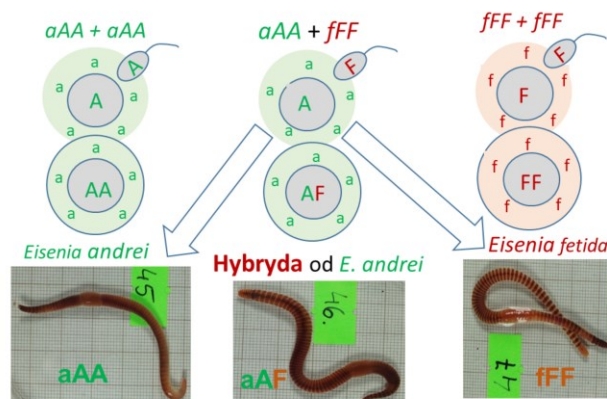
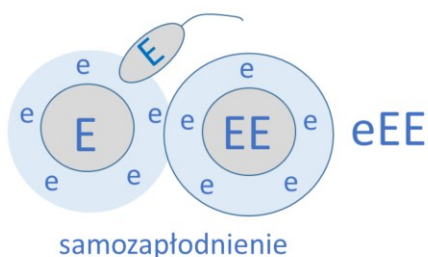
gamety

Jajniki

komórki jajowe

jądra

plemniki



HYBRYDYZACJA

powstają **HYBRYDY = MIESZAŃCE**

HYBRYDYZACJA HERMAFRODYTYCZNYCH DŻDŻOWNIC

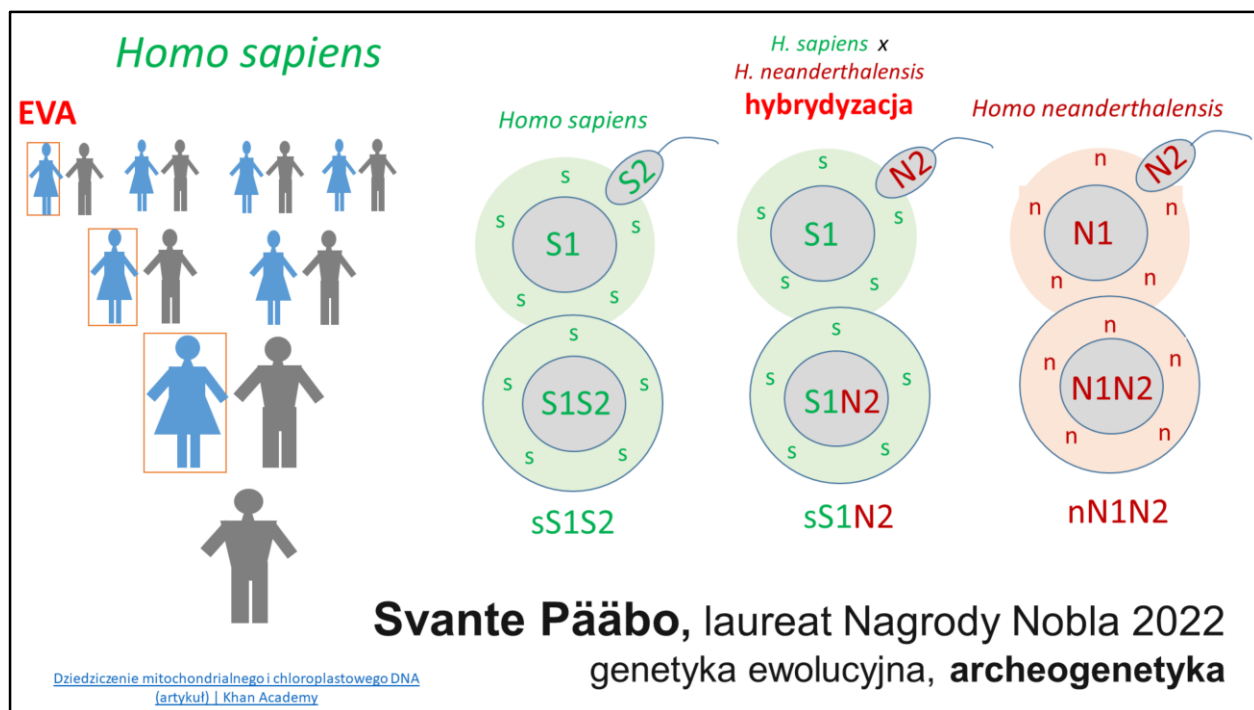
Dżdżownice (*Lumbricidae*), a wśród nich przedstawiciele gatunku *Eisenia* sp., są **OBOJNAKAMI**, gdyż każdy okaz posiada zarówno jajniki produkujące komórki jajowe jak i jądra produkujące plemniki. Może tu dojść do samozapłodnienia, gdy komórka jajowa „eE” zostaje zapłodniona przez plemnik „E” tego samego okazu, dając w potomstwie okazy eEE.

Przedstawicielami rodzaju *Eisenia* są jednolicie ubarwione „czerwone robaki kalifornijskie” *Eisenia andrei* (aAA) oraz wyraźnie prążkowane („tygrysy”) *Eisenia fetida* (fFF). Pary okazów (aAA+aAA) dają w potomstwie nowe pokolenie *Eisenia andrei* (aAA), a pary (fFF+fFF) dają w potomstwie nowe okazy *Eisenia fetida* (fFF).

W potomstwie dziewiczych okazów pary mieszanej, aAA+fFF, pojawiają się **HYBRYDY = MIESZAŃCE** aAF (powstające z komórki jajowej „aA” zapłodnionej przez plemnik partnera „F”), oraz osobniki czystych gatunków, aAA i fFF.

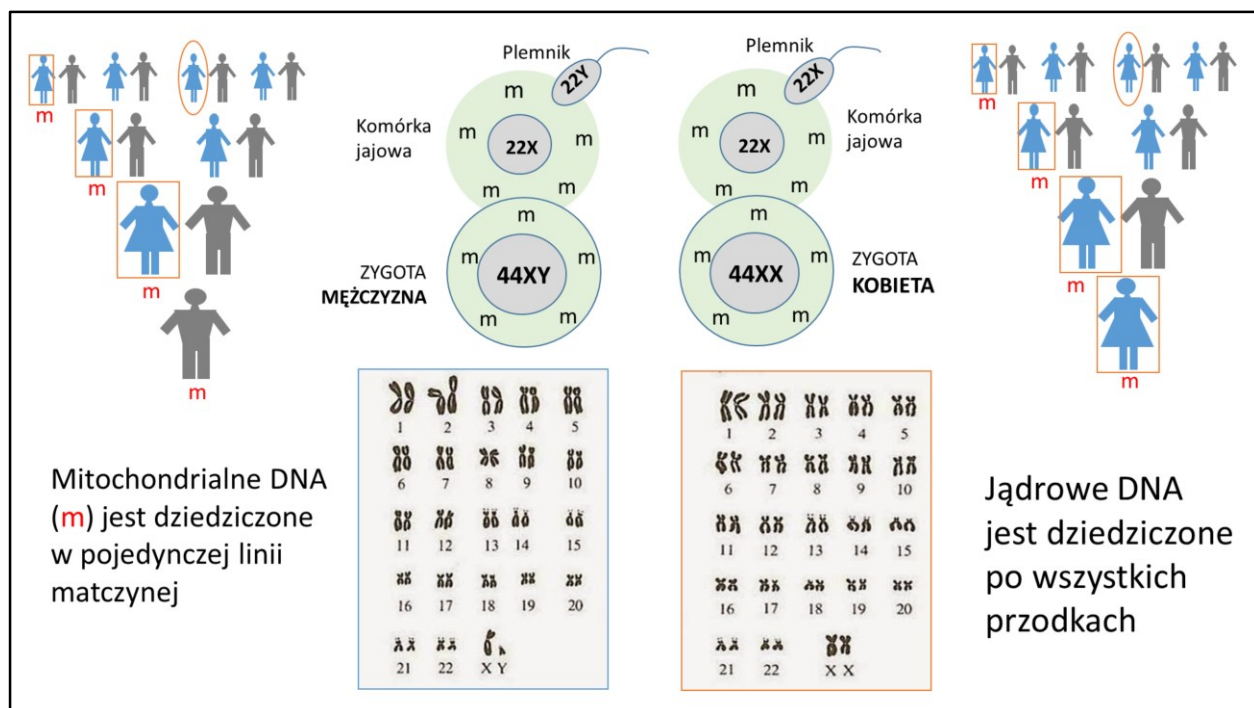
Zjawisko **HYBRYDYZACJI** pojawia się u różnych gatunków roślin i zwierząt.

Nota bene: Hybrydy dżdżownic aAF są płodne i eksperymentalnie wykazano, że stanowią one ogniwo pośrednie w przeniesieniu (introgresji) alleli genów z jednego gatunku na drugi. Patrz: Płytycz 2023. O hybrydyzacji hermafrodytycznych dżdżownic. Czy warto to badać? Wszechświat, t. 124, nr 1–3/2023. PAU dla SZKÓŁ.



HYBRYDYZACJA *Homo sapiens* i *Homo neanderthalensis*

Archeogenetycy badają materiał genetyczny pobrany ze szczątków kopalnych (głównie kości) ludzi i zwierząt. Łatwiej pozyskać wystarczające ilości DNA mitochondrialnego, niż DNA jądrowego, dzięki czemu ustalono, że najstarsze szczątki gatunku *Homo sapiens* (sSS) pochodzą z Afryki, skąd nasi przodkowie rozprzestrzenili się na różne kontynenty, zasiedlone przez spokrewnione z nami gatunki, np. *Homo neanderthalensis* (nNN). Zespół szwedzkiego uczonego zajmującego się genetyką ewolucyjną, udoskonalił sposób pobierania materiału i metodykę badawczą na tyle, by porównywać również DNA jądrowe badanych próbek. Wykrył przy tym obecność w genomie *Homo sapiens* elementów pochodzących od *Homo neanderthalensis*, sSF, co dowodzi zaistnienia hybrydyzacji między tymi gatunkami zasiedlającymi kilkadziesiąt tysięcy lat temu te same terytoria. Odkrycie to zaowocowało przyznaniem dla **Svante Pääbo Nagrody Nobla w dziedzinie medycyny lub fizjologii, w roku 2022.**



DZIEDZICZENIE MATERIAŁU GENETYCZNEGO

(NA PRZYKŁADZIE RODZINY WSPÓŁCZESNEJ)

Moje prawnuczęta, Kubuś i Emilka, powstały – przy dwóch różnych okazjach - podczas zapłodnienia komórki jajowej mojej wnuczki (z 22 autosomami i chromosomem X) przez plemniki jej męża: oba z 22 autosomami i chromosomem Y (dla Kubusia) lub X (dla Emilki). Pomimo tych samych rodziców - dzieci się różnią nie tylko pod względem płci (crossing over podczas gametogenezy!). Obydwoje odziedziczyli mitochondrialne DNA od mojej wnuczki, ona od mojej córki, a córka ode mnie. Kubuś nie przekaze mojego mitochondrialnego DNA swoim dzieciom, lecz zrobi to Emilka.

Obydwoje uzyskali połowę DNA jądrowego od ojca, połowę od matki. Ich rodzice odziedziczyli materiał jądrowy od czworga dziadków, a dziadkowie od ośmiorga pradiadków. Zatem ja przekazałam tylko jedną ósmą jądrowego materiału genetycznego moim prawnuczętom, lecz ten wkład dla każdego z nich jest jakościowo różny i zawiera zarówno geny korzystne jak i niekorzystne dla organizmu. Np., bardzo źle znoszę wysokie temperatury i przeraża mnie ocieplanie klimatu. Jedna z brytyjskich prabab – Ormianka, może mieć geny pozwalające tolerować upały, gdyż jej rodzice byli uchodźcami z terenów, gdzie temperatury bliskie 40°C nie należą do rzadkości. Uniknęli oni śmierci podczas tragicznego pogromu Ormian w roku 1915, dzięki czemu geny ormiańskie trwają teraz w Emilce i Kubusiu.

Homo sapiens				
Płeć	Mężczyzna	trzecia płeć		Kobieta
chromosomy geny	44XY	44XXY	???	44XX
	44XY <i>SRY</i> (44+XX <i>SRY</i>)	<i>SRY</i> / <i>WNT4</i>		<i>WNT4</i>
gonadalna	bipotencjalna gonada zarodkowa			
	jądra (plemniki)	Jądra + jajniki		(komórki jajowe) jajniki
genitalna	androgeny / testosteron	hormony płciowe męskie : żeńskie		progesteron / estrogeny
	penis, nasieniowody, prostata	penis i/lub srom/lehtaczka		jajowody, macica, srom
somatyczna (biologiczna)	R e c e p t o r y h o r m o n ó w			
	Zarost, głos, muskulatura			głos, piersi
	MĘŻCZYŻNA PŁODNY	Interpłciowość = obojnactwo = hermafrodytyzm x		PŁODNA KOBIETA
mózg	mentalna	Hormony, czynniki związane z płcią, receptory		
	Tożsamość płciowa	mężczyzna M kobieta	interpłciowość X T	kobieta K mężczyzna
	Orientacja seksualna	heteroseksualny homoseksualny	L G B T +	heteroseksualna homoseksualna

KSZTAŁTOWANIE SIĘ PŁCI I PŁCIOWOŚCI CZŁOWIEKA

Każdy człowiek we wczesnych etapach swojego rozwoju zarodkowego posiada bipotencjalny zawiązek gonady, z którego mogą się rozwijać albo jądra, albo jajniki, albo mniej lub bardziej rozwinięte oba typy gonad. W połowie XX wieku uważano, że za rozwój płci męskiej odpowiedzialny jest chromosom Y decydujący o rozwoju jąder, a produkowane przez nie hormony męskie decydowałyby o drugorzędnych (genitalia) i trzeciorzędowych (zarost, głos) cechach płciowych, co warunkuje rozwój płodnego heteroseksualnego mężczyzny. Brak chromosomu Y wystarczałby do rozwoju jajników, a produkowane przez nie hormony płciowe żeńskie decydowałyby o rozwoju heteroseksualnej kobiety.

Postęp wiedzy na ten temat powoduje rewizję tych poglądów. O płci człowieka decydują grupy genów (wśród nich SRY zlokalizowany zazwyczaj na chromosomie Y), ukierunkowujące rozwój bipotencjalnej gonady w kierunku jądra lub jajnika, bądź obu tych narządów mniej lub bardziej rozwiniętych. U wszystkich ludzi funkcjonują hormony tradycyjnie nazywane męskimi lub żeńskimi, których efekt zależy od ich proporcji oraz obecności (lub braku) odpowiednich receptorów. U części noworodków nie da się jednoznacznie rozstrzygnąć obecności prącia lub sromu, są więc one interseksami (trzecia płeć).

O tożsamości płciowej i orientacji seksualnej decydują czynniki wymieniane podczas ciąży między matką a płodem i kształtujące rozwój ośrodków mózgowych płodu.

Chromosomy XX XY

geny (*SRY*; β -catenine; *WNT4*) >

gonady (jądra - ovotestis – jajniki) >

genitalia (penis penis+srom srom) >

hormony sterydowe (androgeny:estrogeny) >

receptory hormonów (i innych czynników) >

układ nerwowy > **MÓZG**

tożsamość płciowa

orientacja seksualna (emocjonalna, romantyczna, seksualna)

L = lesbijka; lesbian; (poetka Safona; Maria Konopnicka)

G = gej; gay; (Leonardo da Vinci; Alan Turing; Piotr Czajkowski)

B = biseksualność; bisexuals; (Freddie Mercury)

T = interpłciowość, obupłciowość, transpłciowość (Hermes+Afrodyta; Echnaton)

+ = aseksualizm

W roku 1992 usunięto homoseksualizm z listy chorób ICD-10 (International Classification of Diseases)

TOŻSAMOŚĆ PŁCIOWA I ORIENTACJA SEKSUALNA

Ainsworth Claire. **Sex redefined**. Nature 518: 288-291, 2015

O płciowości inaczej:

Barbara Płytycz (UJ, PAU) **(Prawie) wszyscy jesteśmy niebinarni**. PAUza Akademicka, numer 617, 27 października 2022. PAU dla SZKÓŁ

Barbara Płytycz (UJ, PAU) **Dzieci z próbówki**. PAUza Akademicka, numer 609, 1 września 2022. PAU dla SZKÓŁ