KURS

„BIOLOGIA POD KLUCZ"

PODZIAŁY KOMÓRKOWE

Prezentacja jest chroniona prawnie przed kopiowaniem bez pisemnej zgody autora i stanowi „utwór" i w myśl Ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 1994 r., Nr 24, poz. 83 z późn. zm.).

PODSTAWA PROGRAMOWA 2025



1. Opisuje cykl komórkowy, z uwzględnieniem zmian ilości DNA w poszczególnych jego etapach, uzasadnia konieczność replikacji DNA przed podziałem komórki.
2. Opisuje przebieg kariokinezy podczas mitozy i mejozy.
3. Rozpoznaje (na preparacie mikroskopowym, na schemacie, rysunku, mikrofotografii) poszczególne etapy mitozy i mejozy.
4. Przedstawia znaczenie mitozy i mejozy w zachowaniu ciągłości życia na Ziemi.
5. Wyjaśnia znaczenie procesu crossing-over i niezależnej segregacji chromosomów jako źródeł zmienności rekombinacyjnej i różnorodności biologicznej.
6. Przedstawia apoptozę jako proces warunkujący prawidłowy rozwój i funkcjonowanie organizmów wielokomórkowych.

PODZIAŁY KOMÓRKOWE



Zdolność do podziału jest właściwością charakteryzującą **żywą komórkę.**

Podział komórki organizmów jednokomórkowych jest jednocześnie procesem rozmnażania, ponieważ z jednej komórki macierzystej powstają dwa organizmy potomne.

Podziały u organizmów wielokomórkowych wiążą się głównie ze zjawiskiem wzrostu. Niektóre podziały komórek służą wytwarzaniu komórek rozrodczych.

PODZIAŁY KOMÓRKOWE



Nowe komórki powstają w wyniku podziału już istniejących komórek, tzw. **komórek macierzystych**.

Po powstaniu komórki mogą dwojako się rozwijać:

- **mogą rosnąć**, zwiększając swoją objętość, a po osiągnięciu pewnych rozmiarów, dzielić się, **znowu stając się komórkami macierzystymi**

- osiągając odpowiedni rozmiar, przestają rosnąć i przechodzą modyfikacje umożliwiające spełnianie określonych funkcji, czyli **różnicują się**. Zdolność do podziałów mogą utracić bezpowrotnie (np. erytrocyty) lub w miarę potrzeb odzyskiwać ją (np. komórki nabłonków).

PODZIAŁY KOMÓRKOWE

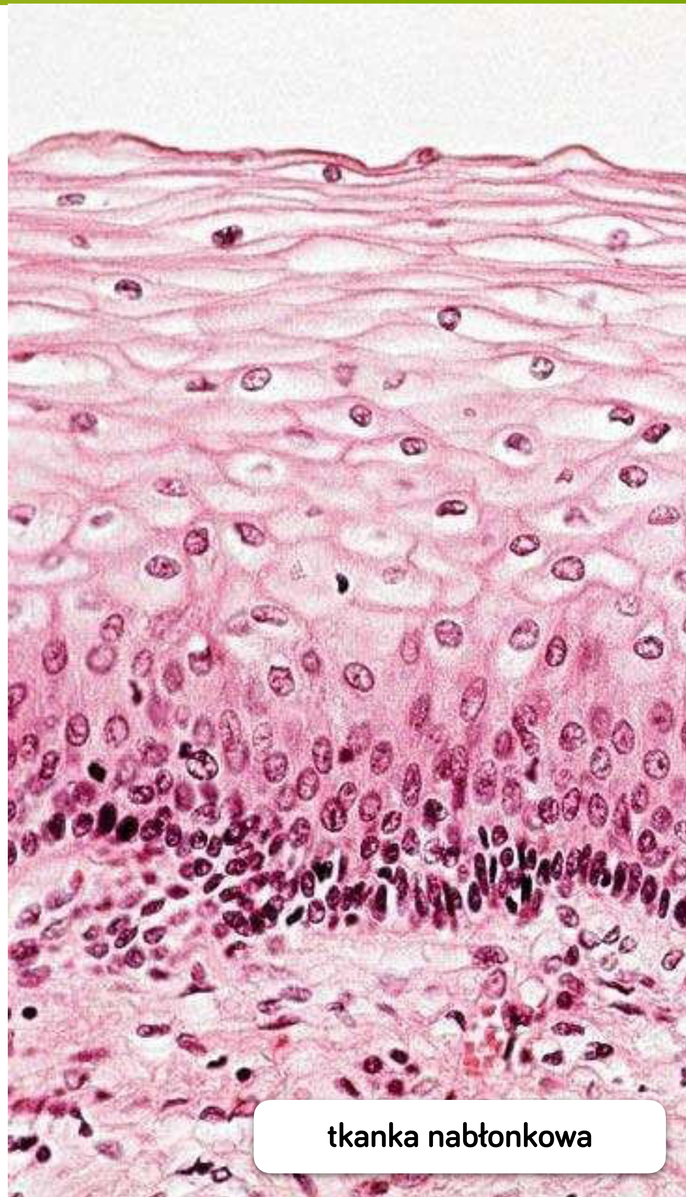


Komórki ze względu na szybkość podziałów podzielić można na:

- komórki **szybko dzielące się** (np. komórki nabłonkowe – naskórek, błona śluzowa jelita, komórki szpiku)
- komórki **wolno dzielące się** (np. komórki budujące narządy miąższowe – wątroba, nerka, trzustka, komórki mięśni szkieletowych)
- komórki **niedzielące się** (np. komórki nerwowe, komórki mięśnia serca, dojrzałe plemniki i komórki jajowe, dojrzałe erytrocyty).

KOMÓRKI SZYBKO DZIELĄCE SIĘ

- najczęściej **niewielkie rozmiary** (krótszy czas odtworzenia organelli to krótszy czas podziału)
- rozbudowany **aparat niezbędny do syntezy DNA i białek**, czyli:
  - **jądro komórkowe** zawiera informację genetyczną,
  - **jąderko** (często kilka jąderek lub jąderko o dużej objętości) syntetyzuje rRNA, wchodzące w skład podjednostek rybosomów,
  - **rybosomy** (liczne wolne rybosomy, ale także rozbudowana siateczka śródplazmatyczna szorstka) syntetyzują białka,
  - **mitochondria** - produkują ATP niezbędne do przemian anabolicznych zachodzących w czasie samego podziału jak i w czasie przygotowania do niego.



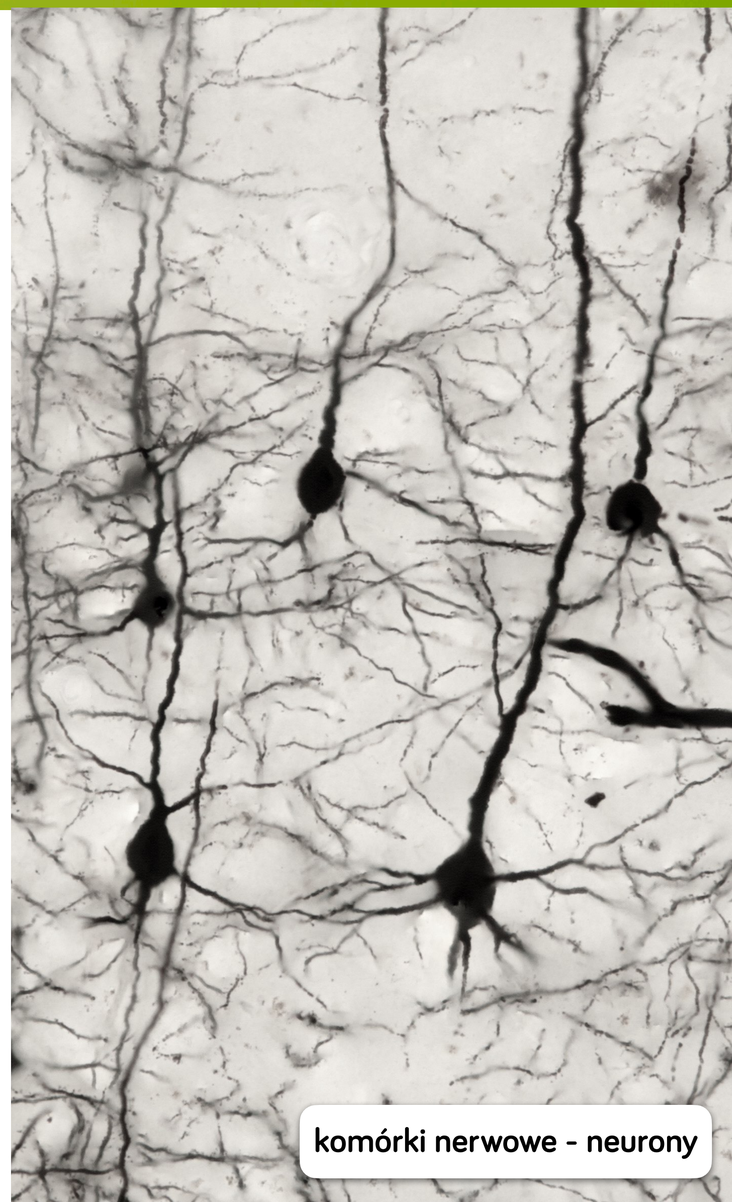
tkanka nabłonkowa

KOMÓRKI NIEDZIELĄCE SIĘ

Komórki niedzielące się to komórki, które osiągnęły specjalizację i pełnią konkretną funkcję, przez co tracą zdolność do podziałów komórkowych.

Cechy tych komórek:

- często bardzo **nietypowy kształt** (komórki duże, wielowypustkowe),
- **utrata jądra komórkowego** - erytrocyty, **brak jąderek i rybosomów** - plemniki; komórki te mają **jedną funkcję** do spełnienia: dla erytrocytów jest to transport gazów oddechowych we krwi, a dla plemników – zapłodnienie komórki jajowej, stąd by nie tracić energii do niepotrzebnej im syntezy białek, tracą niezbędne do tego organella,
- w przypadku komórek nerwowych i komórek mięśnia sercowego są to komórki **jądrzaste** o wszystkich cechach komórek szybko dzielących się – brak możliwości podziałów tych komórek wynika ze zmian w ich DNA jądrowym (wyciszenie pewnych genów) oraz z faktu, że są one w fazie G_0.

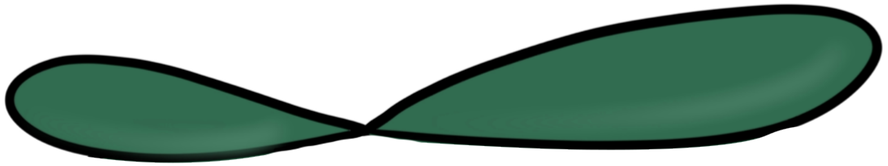


komórki nerwowe - neurony

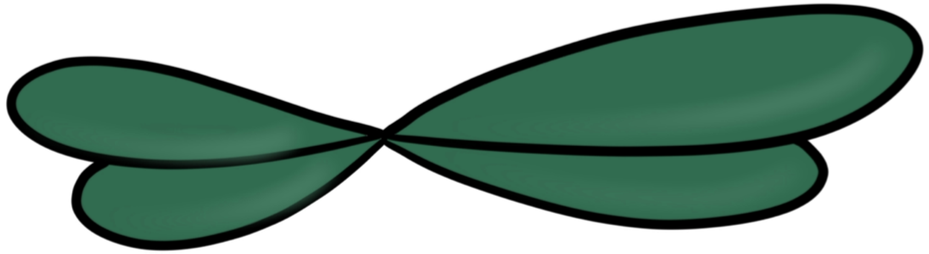
CHROMOSOMY

1 chromatyda = 1 cząsteczka DNA (1c)

chromosom metafazowy = 2 chromatydy = 2 cząsteczki DNA (2c)



chromosom jednochromatydowy



chromosom dwuchromatydowy

CHROMOSOMY

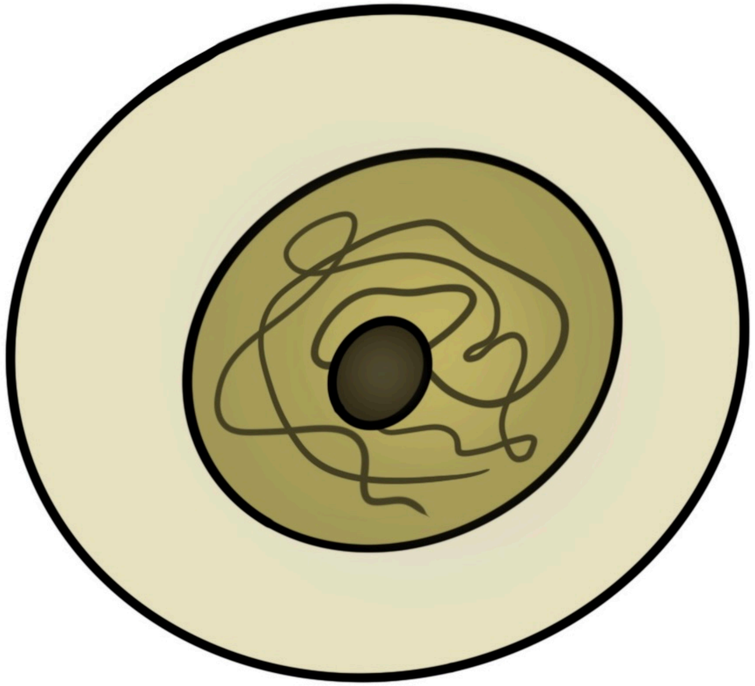
Chromosomy można uwidocznić jedynie **podczas podziału komórki** (od późnej profazy do początku telofazy).

Chromosomy osiągają maksymalny stopień kondensacji podczas **metafazy**.



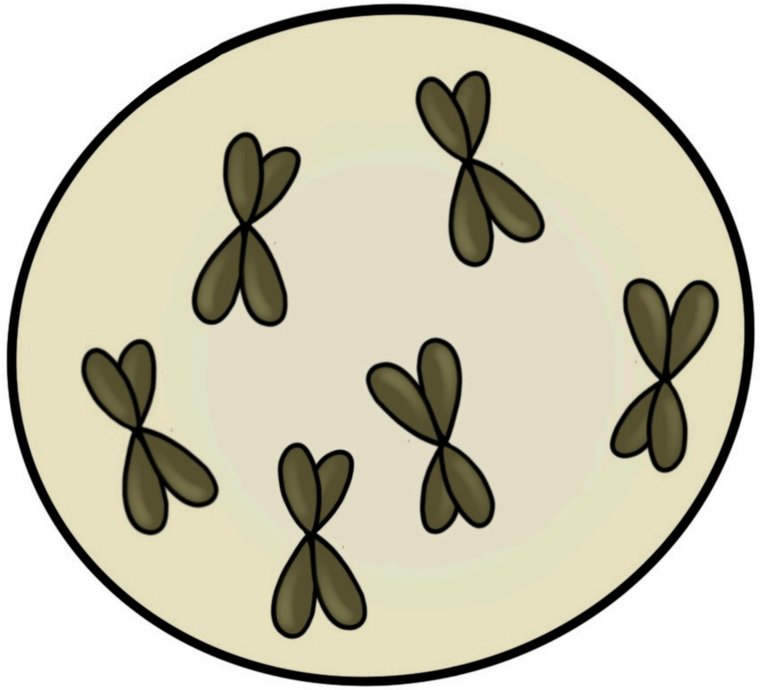
PODZIAŁY KOMÓRKOWE

komórka niedzieląca się



DNA w postaci chromatyny, obecna otoczka jądrowa, widoczne jąderko

komórka w trakcie podziału



chromatyna tworzy chromosomy, zanik otoczki jądrowej i jąderka

KARIOTYP



Każdy gatunek ma charakterystyczną dla siebie liczbę chromosomów zwaną **kariotypem** (kompletny zestaw chromosomów danego organizmu o charakterystycznej liczbie i morfologii). Można go przedstawić w postaci **kariogramu**.

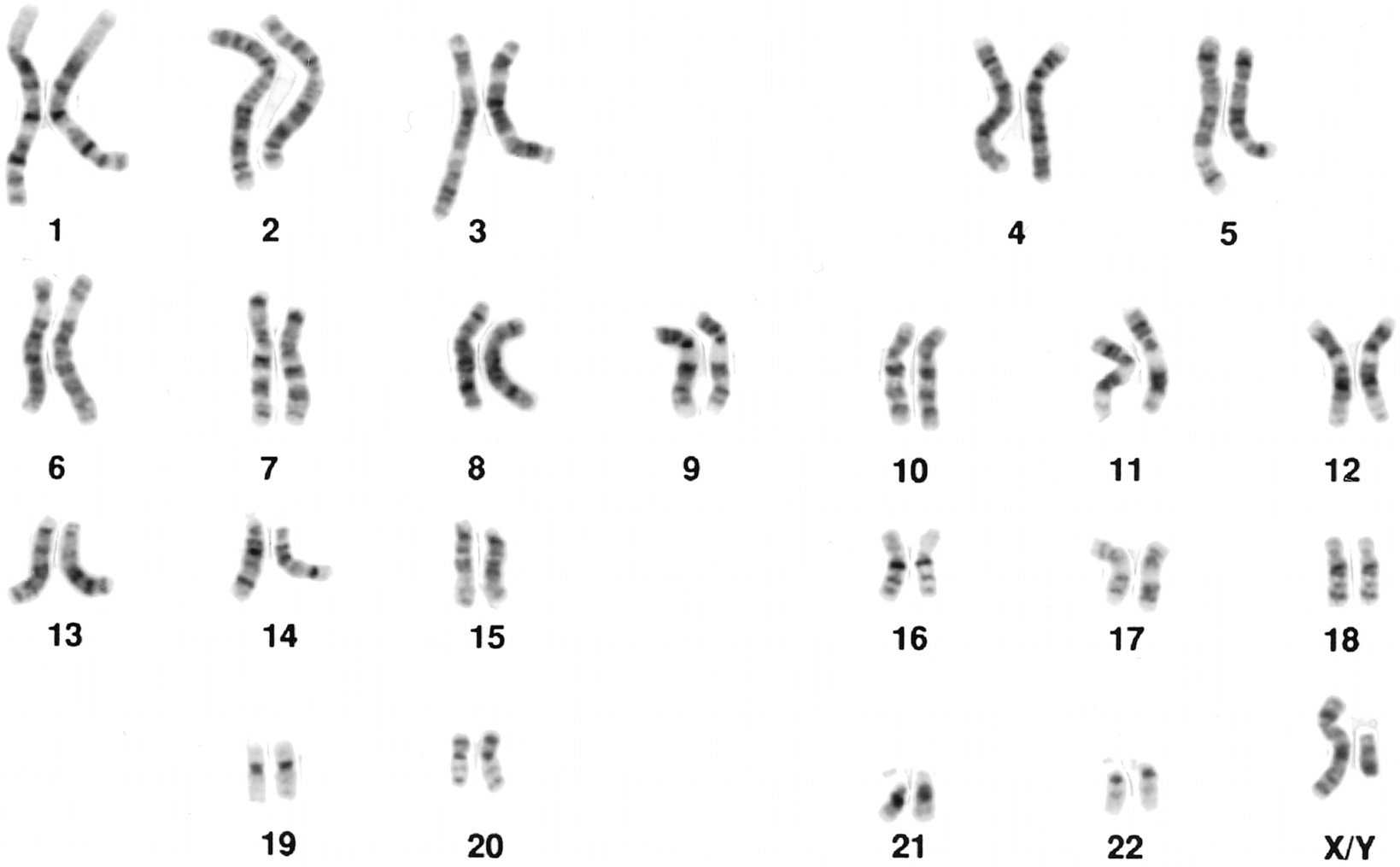
W diploidalnych (2n) komórkach ciała (komórkach somatycznych), zdrowego człowieka jest **46 chromosomów**:

- **22 pary autosomów** (takie same u kobiet i u mężczyzn)
- **1 para chromosomów płci** (allosomy, heterosomy): **XX** u kobiet i **XY** u mężczyzn.

Chromosomy X i Y mają różną długość oraz tylko niektóre jednakowe geny.

W **gametach** jest **zredukowana liczba chromosomów o połowę w stosunku do komórki macierzystej – 23 chromosomy** (1n), aby w wyniku procesu zapłodnienia mogła powstać komórka diploidalna (2n).

KARIOGRAM CZŁOWIEKA



CHROMOSOMY HOMOLOGICZNE



Organizmy **diploidalne** mają w swoich komórkach **podwójny** zestaw chromosomów — jeden odziedziczony po **ojcu**, a drugi po **matce**. Każdy chromosom występuje więc w **dwóch kopiach**. Kopie te zwykle mają taką samą długość i w określonych miejscach zawierają te same geny. Takie odpowiadające sobie chromosomy nazywamy **chromosomami homologicznymi**.

Chromosomy homologiczne to chromosomy podobnej wielkości i kształtu zawierające **te same geny, jednak często w różnych wariantach** (mówimy o **allelach** danego genu), które pochodzą od ojca i od matki. Czyli to obecność chromosomów homologicznych o różnym pochodzeniu (pary chromosomów homologicznych) decyduje o tym, że dana komórka można być uznana za komórkę **diploidalną** (2n).

PODZIAŁY KOMÓRKOWE



Mówiąc o podziałach komórkowych używamy dwóch oznaczeń:

c – **liczba cząsteczek DNA**

n – **ploidalność / liczba kompletów chromosomów** (NIE – bezwzględna liczba chromosomów)

1n – komórka haploidalna 2n – komórka diploidalna

1 chromatyda to 1 cząsteczka DNA (1c).

Na skutek replikacji DNA liczba cząsteczek DNA podwaja się, nie zmienia się natomiast liczba kompletów chromosomów (n). Podwojenie liczby zestawów chromosomów (n) następuje wyłącznie, gdy dojdzie do zapłodnienia (gamii): 1n (plemnik) + 1n (komórka jajowa) = 2n (zygota), czyli gdy **będzie można wyodrębnić pary chromosomów homologicznych.**

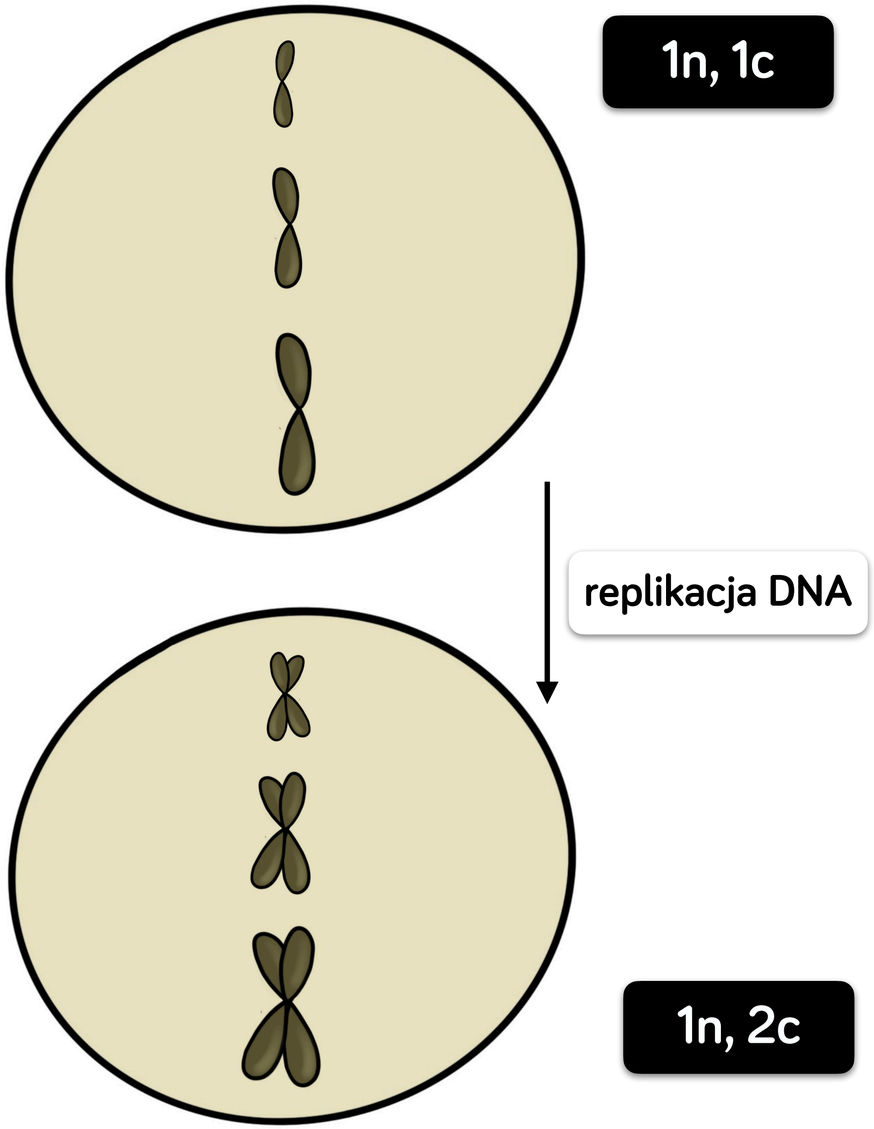
KOMÓRKA HAPLOIDALNA

1n = 3 czyli komórka ma 3 różne chromosomy wśród których nie ma chromosomów homologicznych względem siebie.

1n, 1c – 1 zestaw różnych niehomologicznych chromosomów jednochromatydowych (1c)

1n, 2c – 1 zestaw różnych niehomologicznych chromosomów dwuchromatydowych.

Chromatydy powstałe po replikacji nazywamy **chromatydami siostrzanymi.** Są one identyczne jak chromosomy wyjściowe, ale **nie są względem siebie homologiczne**, gdyż nie doszło tu do połączenia się dwóch różnych genomów / jąder komórkowych, jak to ma miejsce w trakcie procesu zapłodnienia.



KOMÓRKA DIPLOIDALNA

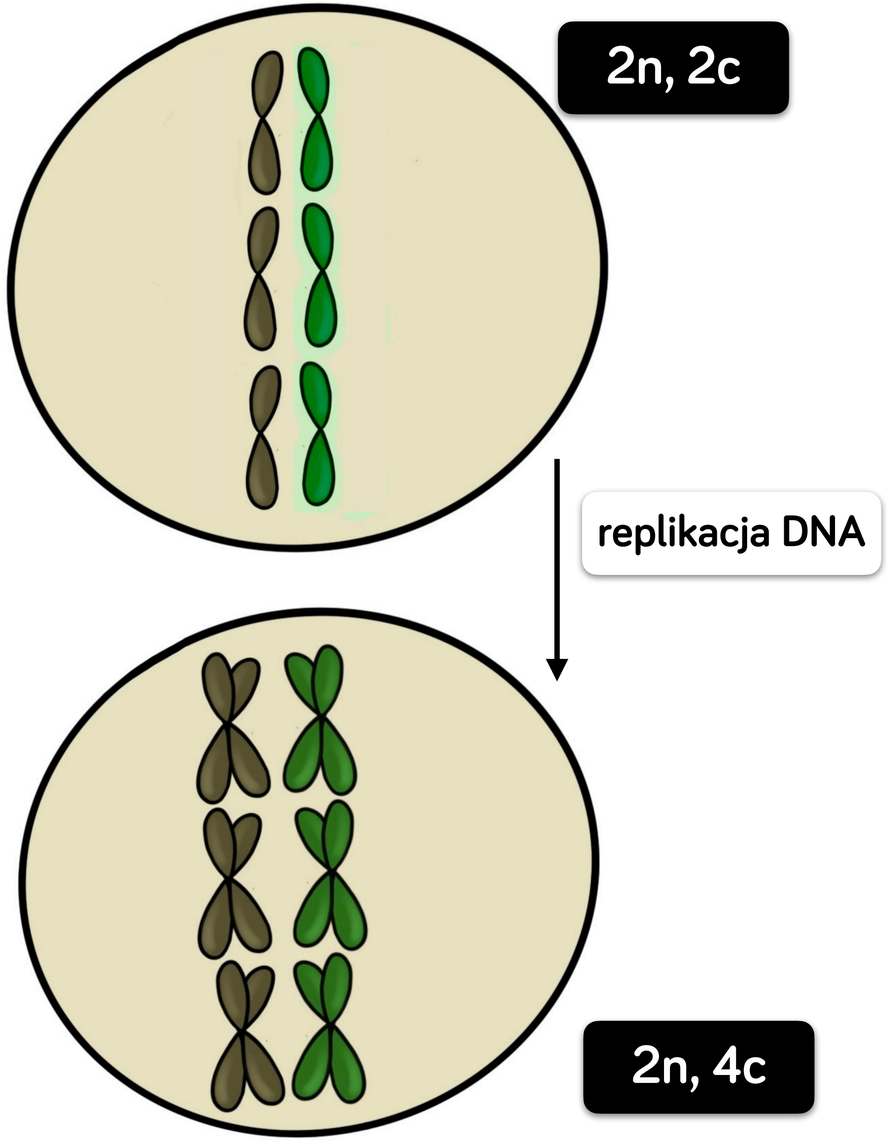
2n = 6, czyli **1n = 3** – komórka diploidalna posiada więc 3 pary (3 x 2 = 6) chromosomów homologicznych.

Połowa z nich pochodzi od **ojca**, połowa od **matki.**

2n, 2c – 2 zestawy chromosomów homologicznych jednochromatydowych.

2n, 4c – 2 zestawy chromosomów homologicznych dwuchromatydowych.

W tym przypadku mamy **chromosomy** podobne, czyli **homologiczne** o różnym pochodzeniu, a nie jak w przypadku komórki 1n, 2c chromatydy siostrzane.



CYKL KOMÓRKOWY



Cykl komórkowy to inaczej **cykl życiowy komórki**. Jest to ściśle określona sekwencja etapów, przez które przechodzi komórka **od chwili jej powstania do zakończenia jej podziału na dwie komórki potomne.** Cykl życiowy każdej komórki w odpowiednim momencie kończy się jej śmiercią.

Cykl komórkowy składa się z dwóch zasadniczych okresów.

CYKL KOMÓRKOWY



CYKL KOMÓRKOWY

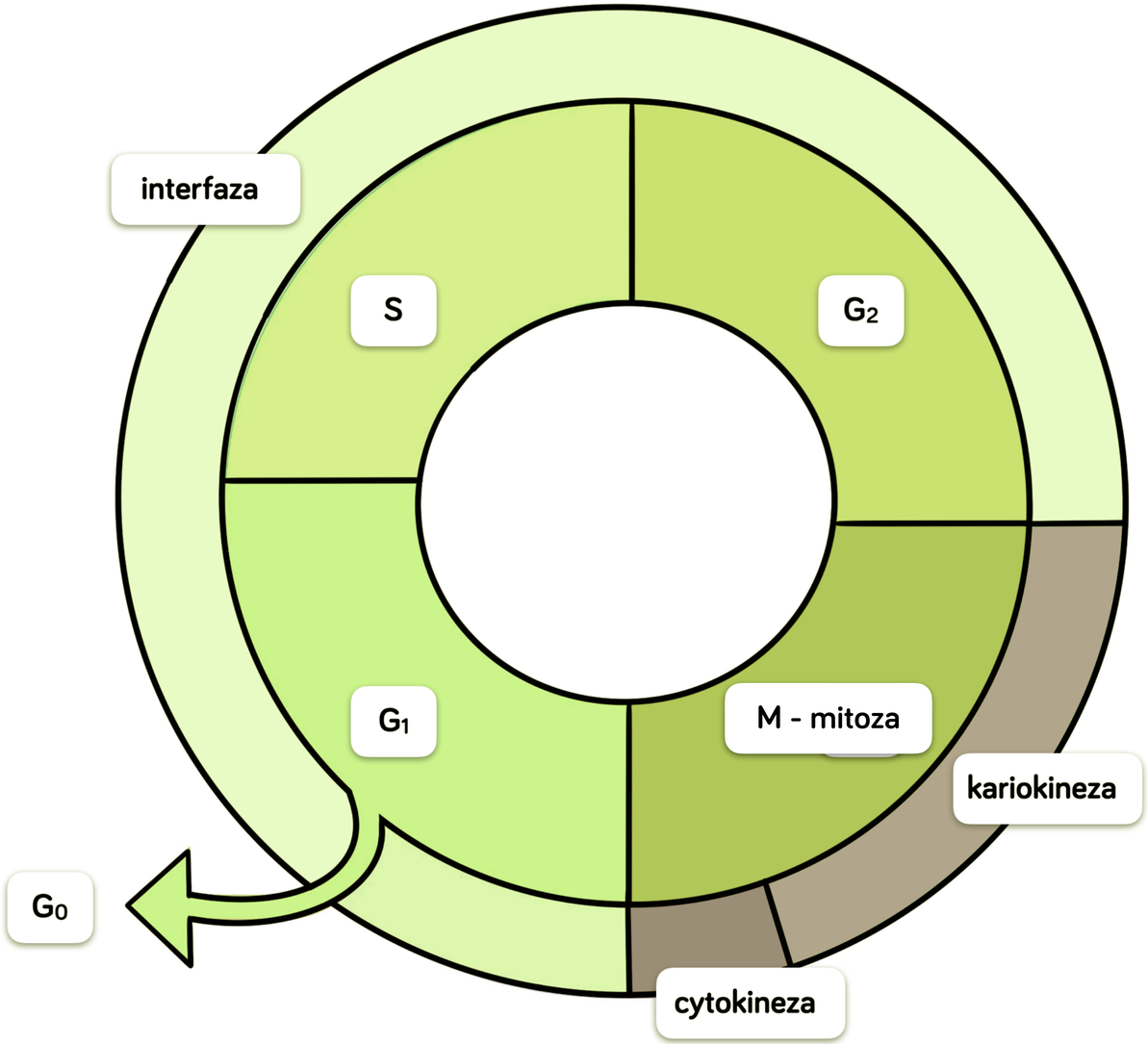
INTERFAZA

komórka przygotowuje się do podziału komórkowego, interfaza to najdłuższa część cyklu

FAZA M – MITOZA

faza ta składa się z podziału jądra komórkowego (**kariokineza**) oraz z podziału cytoplazmy (**cytokineza**)

CYKL KOMÓRKOWY



Interfaza - jest to okres przygotowania komórki do właściwego podziału. Stanowi ponad 75% całego czasu trwania cyklu komórkowego.

W interfazie widoczne jest jądro komórkowe z jąderkiem, a DNA ma postać chromatyny. **Im komórka szybciej się dzieli, tym czas trwania interfazy jest krótszy.**

INTERFAZA



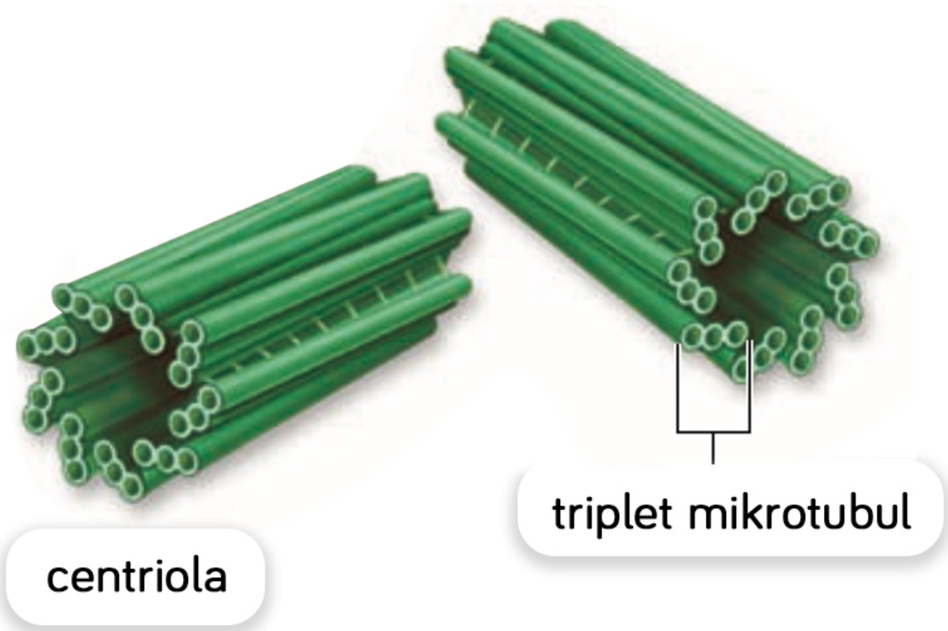
W czasie interfazy można wyróżnić **trzy etapy (fazy)**, w których zachodzą następujące procesy:

- faza **G_1** - wzrost komórki: synteza **enzymów niezbędnych do replikacji DNA**, synteza białek tworzących organella, synteza lipidów błonowych
- faza **S** - podwojenie ilości DNA (replikacja materiału genetycznego) oraz synteza histonów, pod koniec fazy S DNA owija się dookoła oktamerów histonowych tworząc **chromatynę**
- faza **G_2** - nasilenie syntezy białek uczestniczących w podziale komórki, np.: synteza **tubuliny**, **podział organelli półautonomicznych**, synteza składników błony komórkowej; pod koniec fazy G_2 podziałowi ulega centrosom - każda z dwóch centrioli dzieli się i **powstają dwie pary centrioli**, rozpoczynające wędrówkę do przeciwległych biegunów komórki

CENTRIOLE

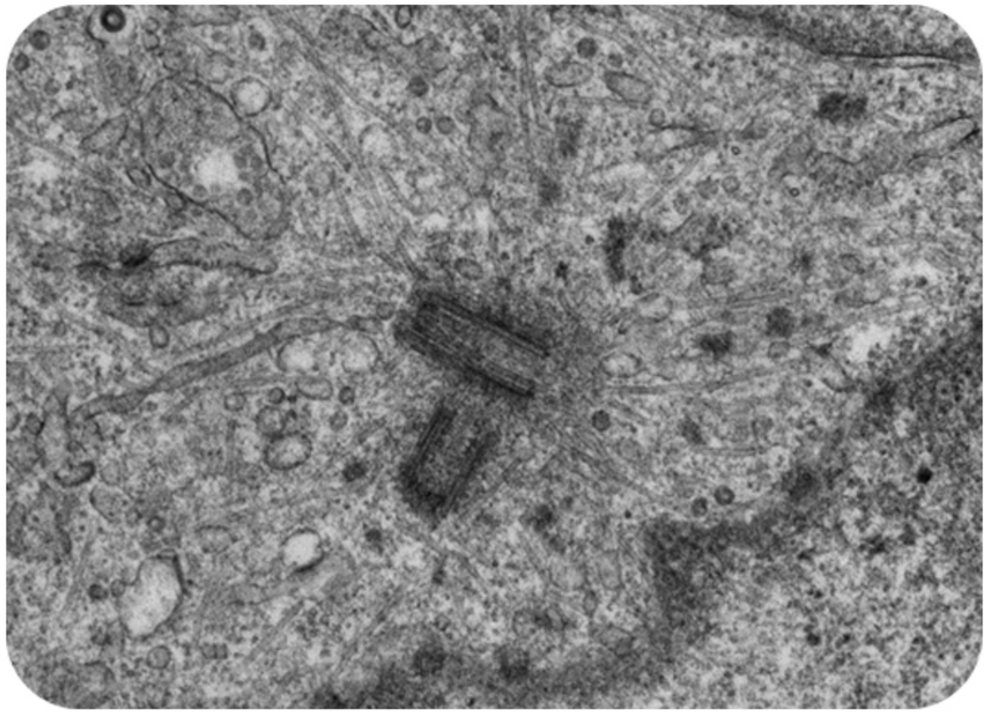
Centriole to cylindryczne walce zbudowane z dziewięciu tripletów (trójek) **mikrotubul**.

Uczestniczą w podziale komórek zwierzęcych, odpowiadając za **rozwój włókien wrzeciona kariokinetycznego (podziałowego)** oraz przebieg cytokinezy (podziału cytoplazmy). Nie występują w komórkach większości grzybów i roślin wyższych (okrytonasiennych i większości nagonasiennych).



CENTROSOM

Centrosom to rejon w pobliżu jądra komórkowego, wewnątrz którego znajduje się **para centrioli** ułożonych do siebie **prostopadle**. Przed podziałem komórki centrosom ulega **duplikacji**, w wyniku czego powstają dwa centrosomy, przemieszczające się do przeciwległych biegunów komórki. **Mikrotubule wyrastające z każdego centrosomu tworzą wrzeciono podziałowe.**

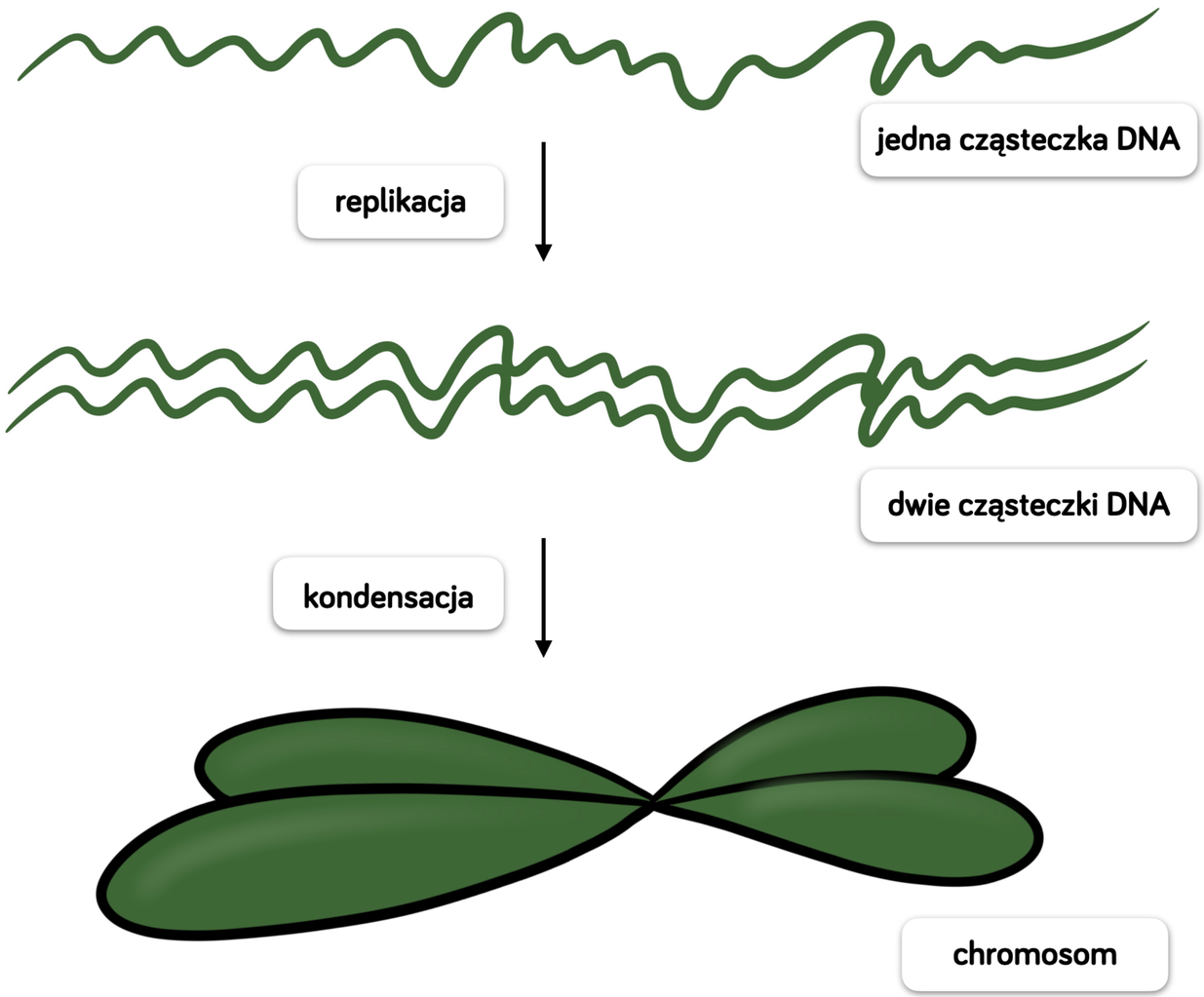


centrosom

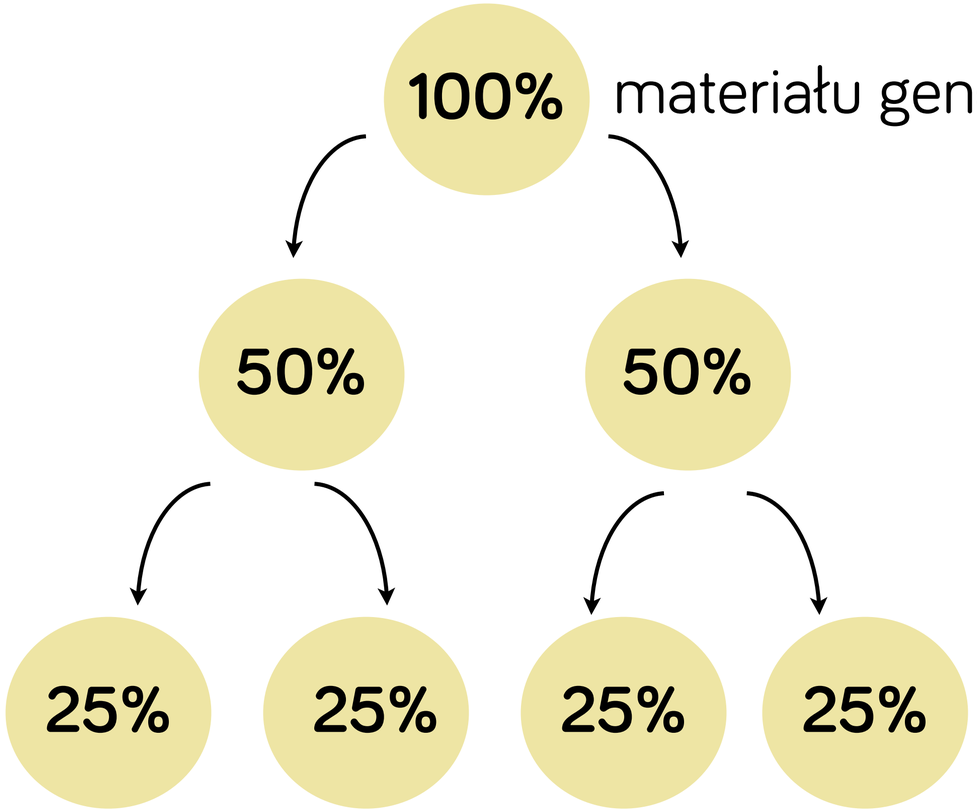
DLACZEGO FAZA S JEST TAK WAŻNA?

Komórki przygotowujące się do podziału muszą podwoić ilość materiału genetycznego w procesie replikacji. Replikacja DNA jest procesem, który musi koniecznie zajść przed podziałem komórki, ponieważ dzięki niej powstające w wyniku podziałów komórki, **zawierają dokładnie taką samą ilość materiału genetycznego jak komórka macierzysta.**

Gdyby replikacja nie zachodziła, to każda komórka potomna otrzymałaby tylko połowę materiału genetycznego komórki wyjściowej.



DLACZEGO FAZA S JEST TAK WAŻNA?



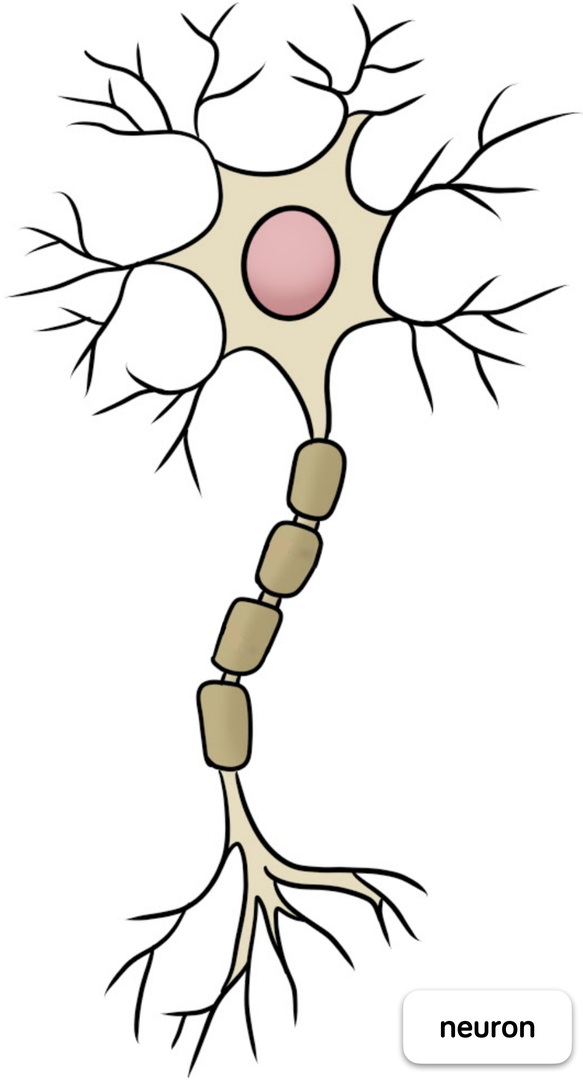
Komórki nie mogłyby prawidłowo funkcjonować, ponieważ z każdym kolejnym podziałem zawierałyby coraz mniej materiału genetycznego.

FAZA G_0 – FAZA WYJŚCIA Z CYKLU

Część komórek po fazie G_1 **różnicuje się**, wykazując cechy charakterystyczne dla danej tkanki i zamiast wejść w fazę S, przechodzi w fazę spoczynku, czyli fazę **G_0** (postkinezy).

Pierwsza możliwość: w fazie **G_0** komórki przeprowadzają wszystkie reakcje metaboliczne, ale nie mogą się dzielić, ponieważ są silnie wyspecjalizowane, np. komórki nerwowe, bądź też komórki starzejące się, których podziały groziłyby wystąpieniem licznych błędów skutkujących rozwojem nowotworu.

Druga możliwość: Komórki po pewnym czasie odzyskują zdolność do podziałów, np. komórki wolno dzielące się (hepatocyty). W królestwie roślin są to komórki tkanek stałych. Odpowiednio pobudzone mogą wracać do cyklu komórkowego i ulegać mitozie.



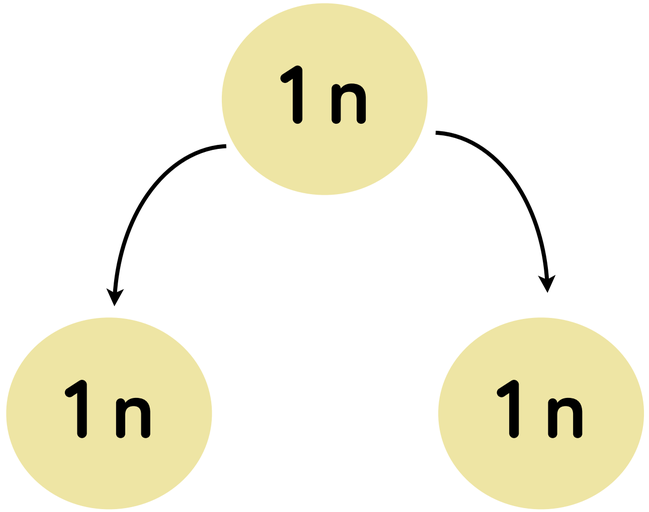
neuron

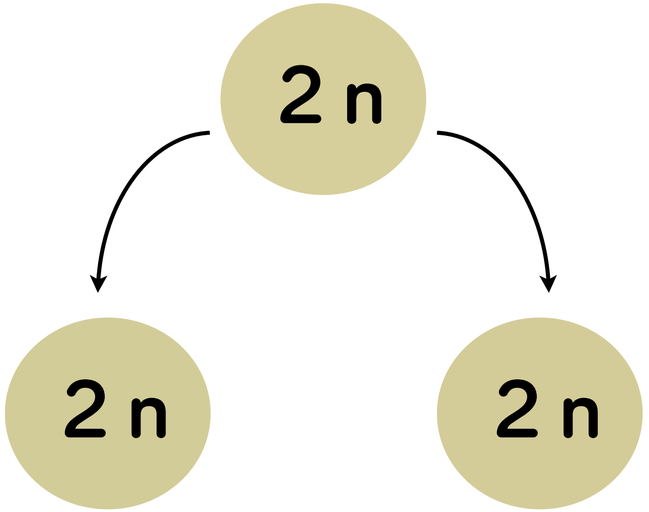
MITOZA

MITOZA

Mitoza zachodzi w komórkach diploidalnych (2n) i haploidalnych (1n).

W wyniku mitozy powstają zawsze **dwie** potomne komórki **identyczne** z komórką rodzicielską. Mają taki sam **materiał genetyczny** oraz **liczbę chromosomów**.





MITOZA



W procesie mitozy wyróżnia się cztery fazy:

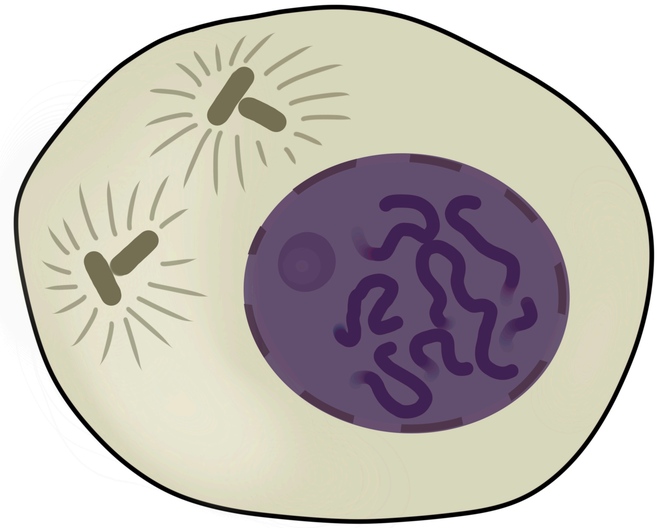
- **profazę**,
- **metafazę**,
- **anafazę**,
- **telofazę**.

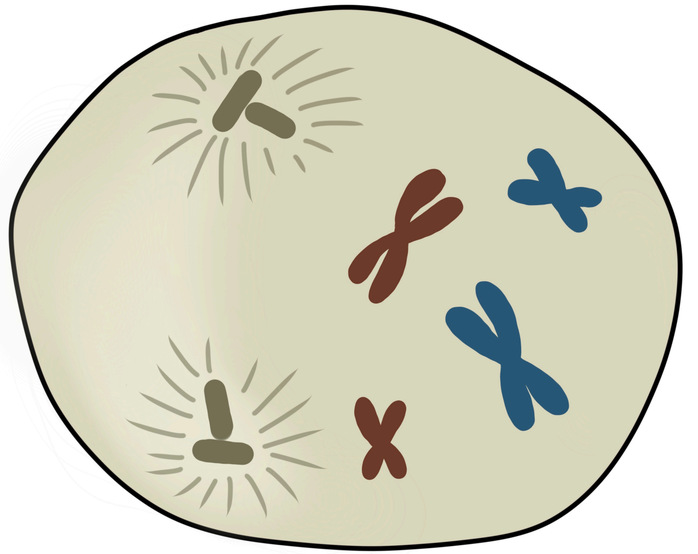
Aby łatwiej zapamiętać kolejność zachodzenia faz, pomocne może być sformułowanie:

„Każdy podział komórki to **P**oe**MAT**”.

PROFAZA

- dochodzi do **kondensacji** materiału genetycznego (DNA) - chromatyna kondensuje i tworzy **chromosomy** (każdy zbudowany z dwóch chromatyd, nazywanych chromatydami siostrzanymi)
- **zanika otoczka jądrowa i jąderko**
- powstaje **wrzeciono podziałowe** (kariokinetyczne) zbudowane z mikrotubul





DLACZEGO JĄDERKO ZANIKA?



Jąderko to obszar w obrębie jądra komórkowego, w którym następuje intensywne odczytywanie informacji genetycznej — głównie synteza rRNA na podstawie DNA, czyli proces **transkrypcji**. W trakcie mitozy i mejozy jąderko zanika, ponieważ **DNA ulega kondensacji do chromosomów**, przez co nie może być przeprowadzany proces syntezy rRNA (uniemożliwiona jest transkrypcja). Podczas obu tych podziałów nie zachodzi też odczytywanie informacji genetycznej oraz synteza białek.

? UZASADNIJ DLACZEGO ... ?



Uzasadnij, dlaczego podczas podziału komórkowego:

1. chromatyna kondensuje do chromosomów,

2. zanika otoczka jądrowa.

.....

.....

.....

? UZASADNIJ DLACZEGO ... ?

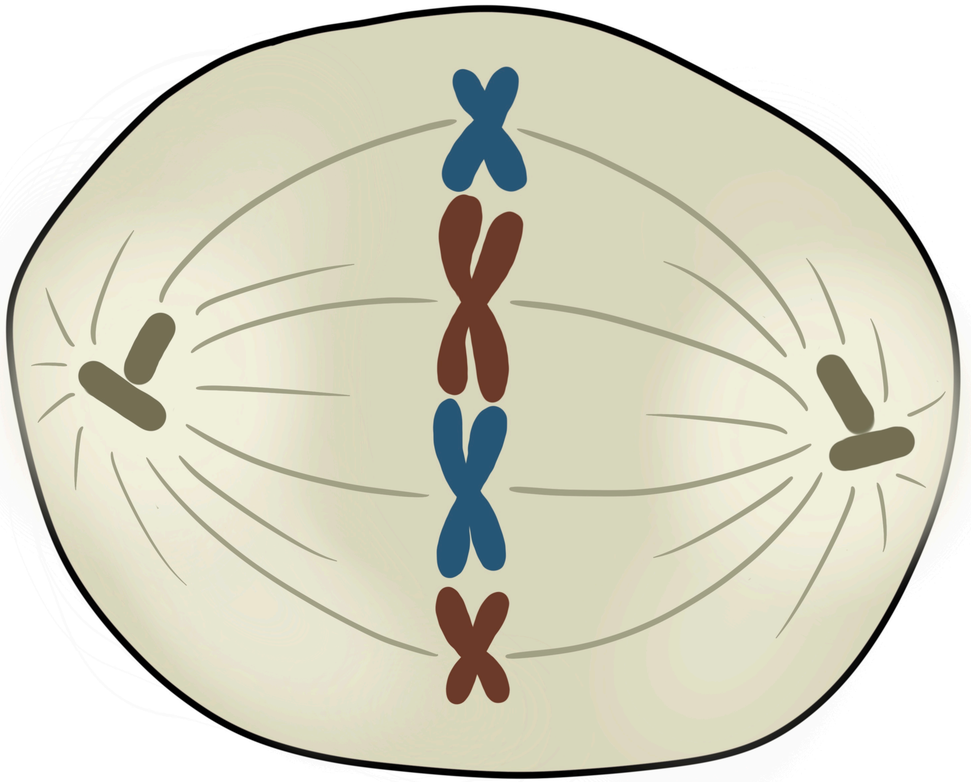


1. Dzięki kondensacji chromatyny do chromosomów możliwy jest precyzyjny i równy rozdział materiału genetycznego do komórek potomnych.

2. Zanik otoczki jądrowej pozwala na rozdział chromosomów / materiału genetycznego do komórek potomnych, gdyby otoczka nie zanikła, to proces ten byłby niemożliwy.

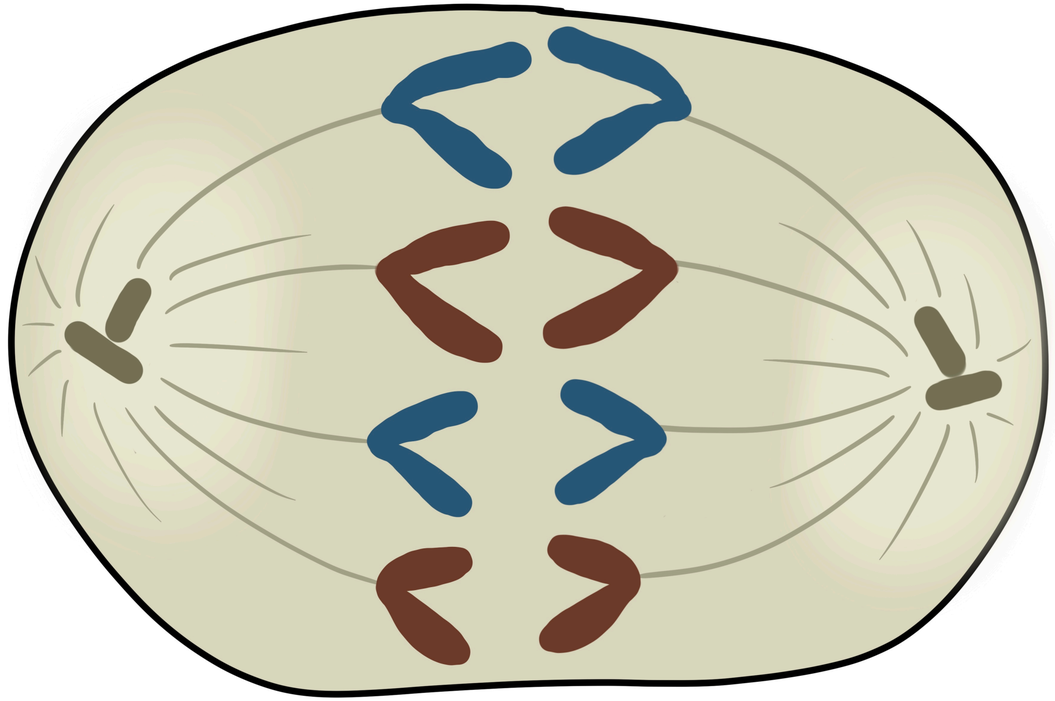
METAFAZA

- chromosomy są **maksymalnie skondensowane** (są grubiutkie)
- chromosomy układają się w **płaszczyźnie równikowej** komórki, tworząc tzw. **płytkę metafazową**
- do centromerów chromosomów przyłączają się włókna wrzeciona kariokinetycznego - jednym końcem skupiają się na biegunie komórki, a drugim przyczepiają się do centromerów chromosomów.



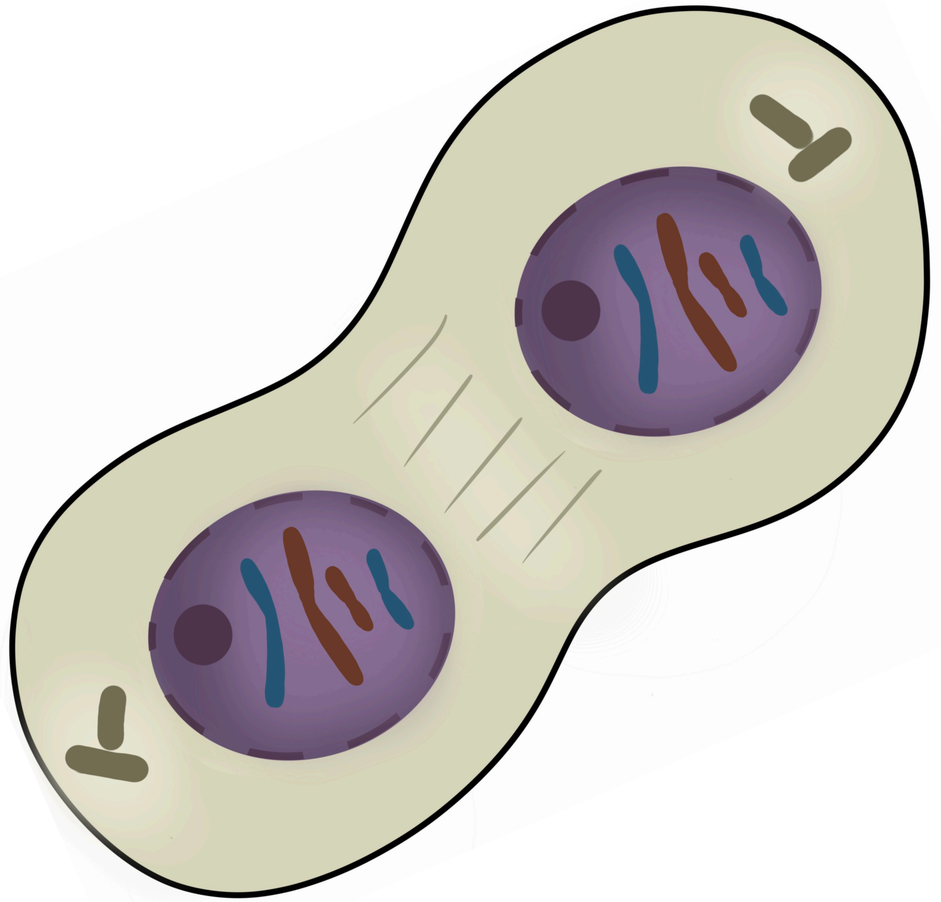
ANAFAZA

- włókna wrzeciona kariokinetycznego **skracają się**
- chromosomy pękają na pół w miejscu nazywanym centromerem i z **jednego chromosomu** powstają **dwie chromatydy**
- chromatydy od tego momentu nazywane są **chromosomami potomnymi**
- chromosomy potomne przemieszczają się do przeciwległych biegunów komórki - są „ciągnięte” przez **depolimeryzujące** włókna wrzeciona podziałowego
- maksymalne oddalenie od siebie chromosomów potomnych kończy anafazę



TELOFAZA

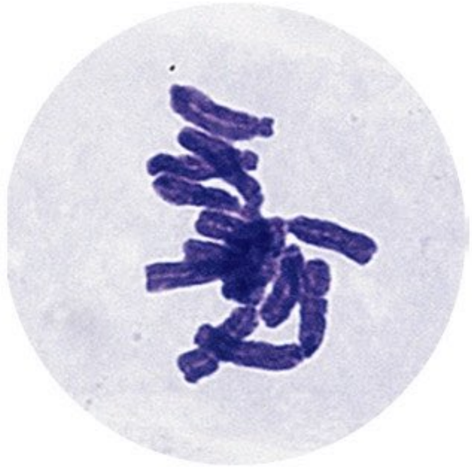
- telofaza to „odwrotna profaza”
- chromosomy ulegają **dekondensacji** do chromatyny
- **odtwarza się otoczka jądrowa i jąderko**,
  a więc zaczynają się tworzyć dwa potomne jądra komórkowe
- **zanika wrzeciono podziałowe**



MITOZA POD MIKROSKOPEM



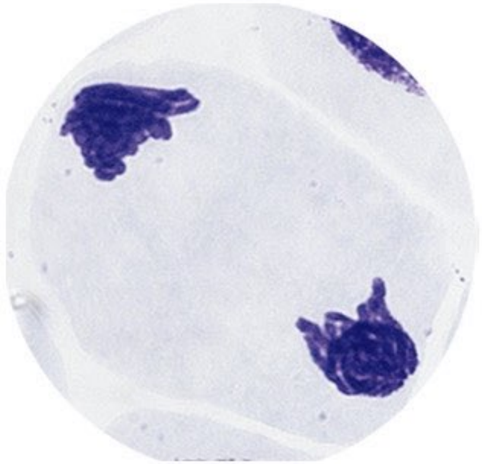
profaza



metafaza



anafaza



telofaza

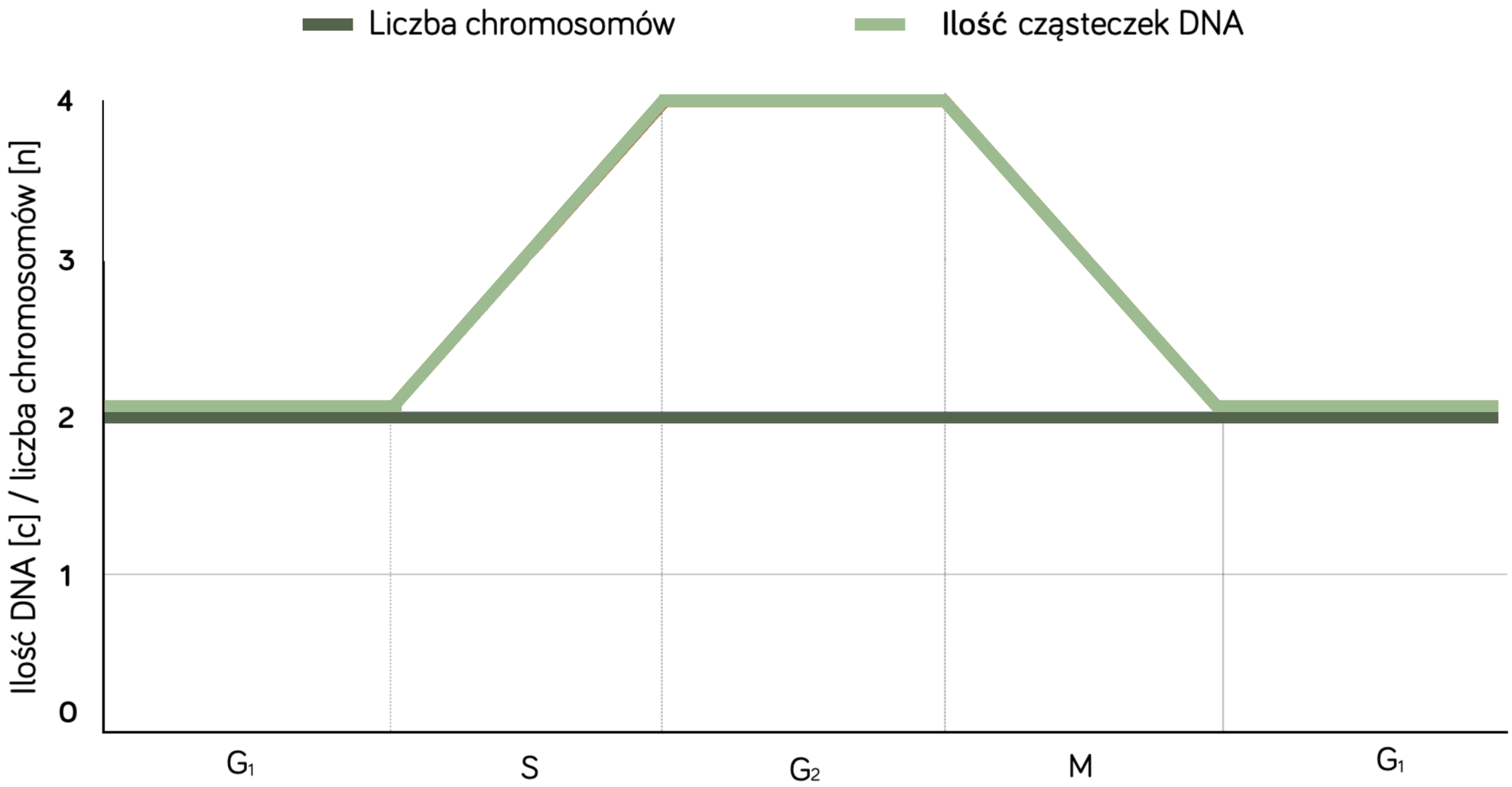
ZMIANY LICZBY CHROMOSOMÓW I ILOŚCI DNA W MITOZIE



Podczas podziału mitotycznego **liczba chromosomów** w komórce utrzymuje się ciągle na tym samym poziomie - **jest niezmienna**. Natomiast ilość DNA **w fazie S wzrasta dwukrotnie** (co jest związane z replikacją materiału genetycznego), a **w fazie M maleje dwukrotnie**, wracając do ilości początkowej (spowodowane to jest rozejściem się chromosomów do komórek potomnych).

Zmiany te obrazuje wykres na następnym slajdzie.

ZMIANY LICZBY CHROMOSOMÓW I ILOŚCI DNA W MITOZIE



CYTOKINEZA

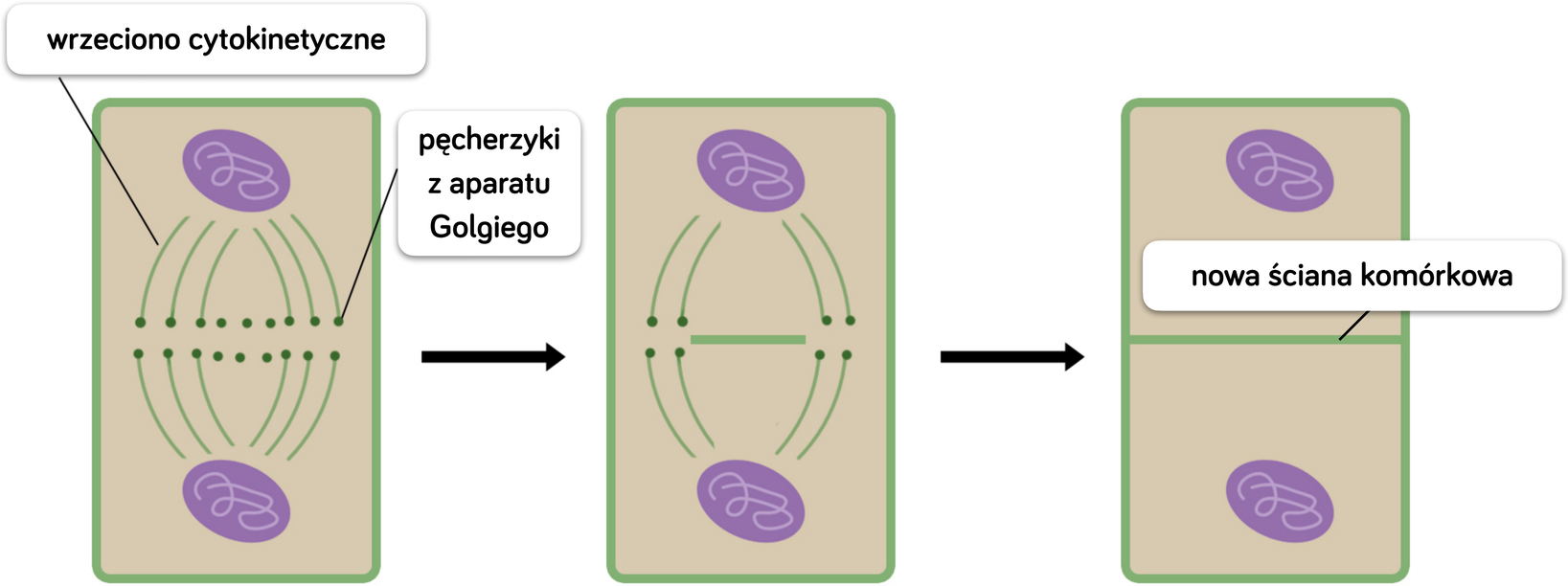


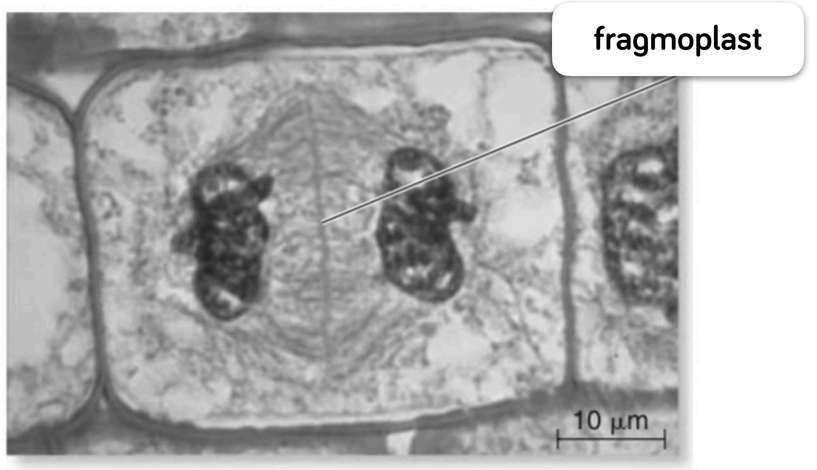
Po kariokinezie, następuje cytokineza. Polega ona na podziale cytoplazmy komórki na dwie części, z których każda staje się, podobnie jak komórka rodzicielska, komórką jednojądrową.

Cytokineza zachodzi inaczej w komórkach zwierzęcych, a inaczej w komórkach roślinnych. Związane to jest z obecnością ściany komórkowej w komórkach roślinnych i jej brakiem w komórkach zwierzęcych.

TREŚĆ DODATKOWA: CYTOKINEZA U ROŚLIN

Zaczyna się na początku telofazy. W wyniku przekształceń wrzeciona kariokinetycznego tworzy się **wrzeciono cytokinetyczne**. Pęcherzyki pochodzące z **aparatu Golgiego** dostarczają **polisacharydów** do budowy ściany komórkowej. Pęcherzyki te zlewają się, tworząc **fragmoplast**. Stopniowo formuje się ściana komórkowa.

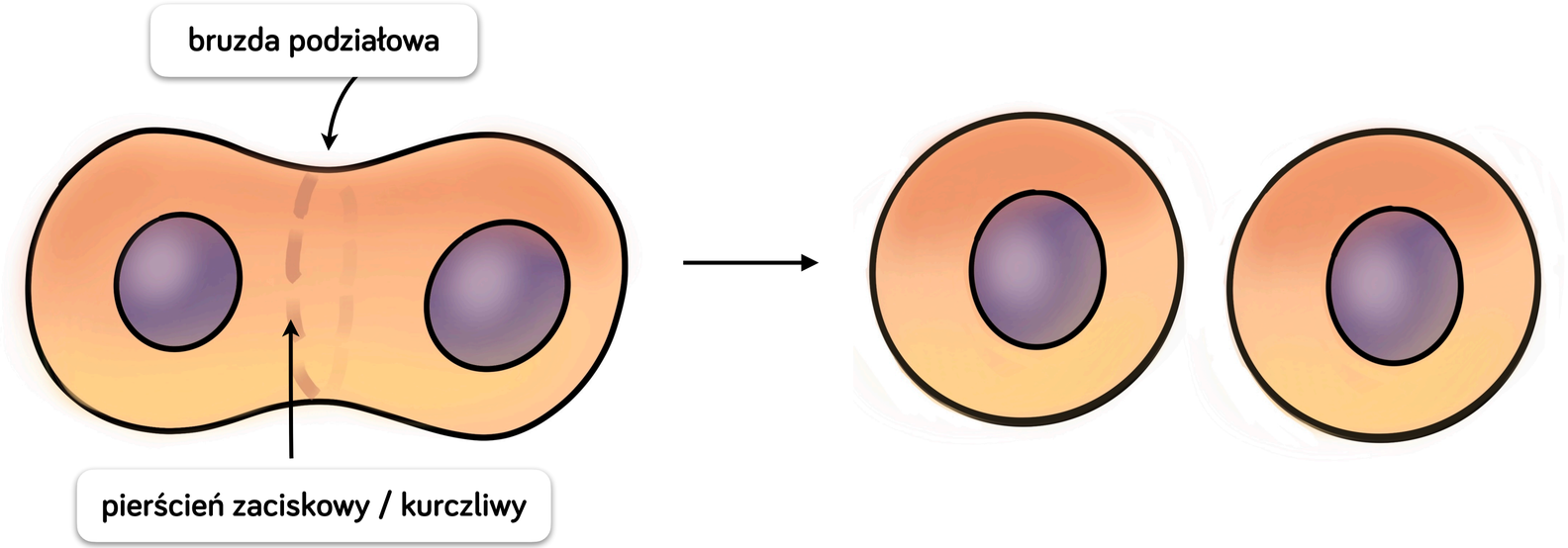


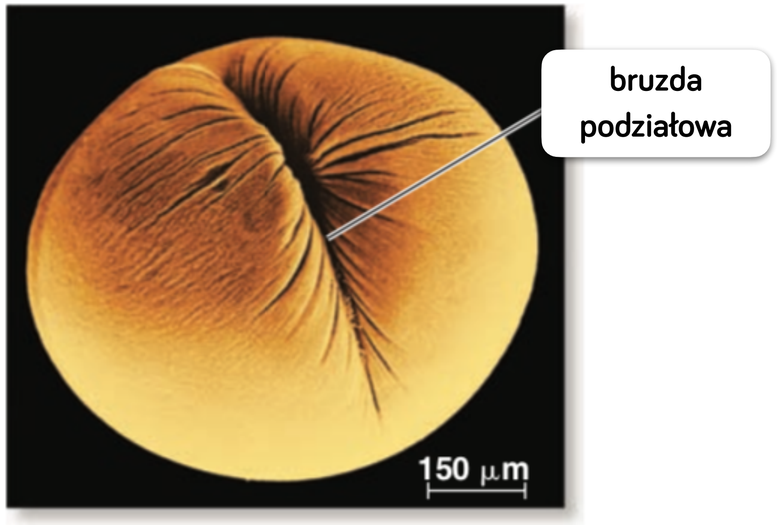


TREŚĆ DODATKOWA: CYTOKINEZA U ZWIERZĄT

Zaczyna się w anafazie.

W płaszczyźnie równikowej komórki **filamenty aktynowe (mikrofilamenty)** tworzą **pierścień kurczliwy**. Pierścień zaciska się powodując powstawanie bruzdy podziałowej. Bruzda pogłębia się, prowadząc do podziału komórki.





ZNACZENIE MITOZY



Mitoza zachodzi w komórkach somatycznych (budujących ciało organizmów) i prowadzi do **wzrostu liczby komórek**, a tym samym **wzrostu całego organizmu**.

Mitoza uczestniczy **w procesie regeneracji**, np. gdy organizm uzupełnia ubytki po zniszczonych komórkach komórkami nowymi (zabliźnianie ran, odrastanie części ciała, wymiana zużytych komórek naskórka).

U organizmów jednokomórkowych mitoza prowadzi do zwiększenia liczby osobników.

U roślin na drodze mitozy **powstają komórki rozrodcze - gamety.**

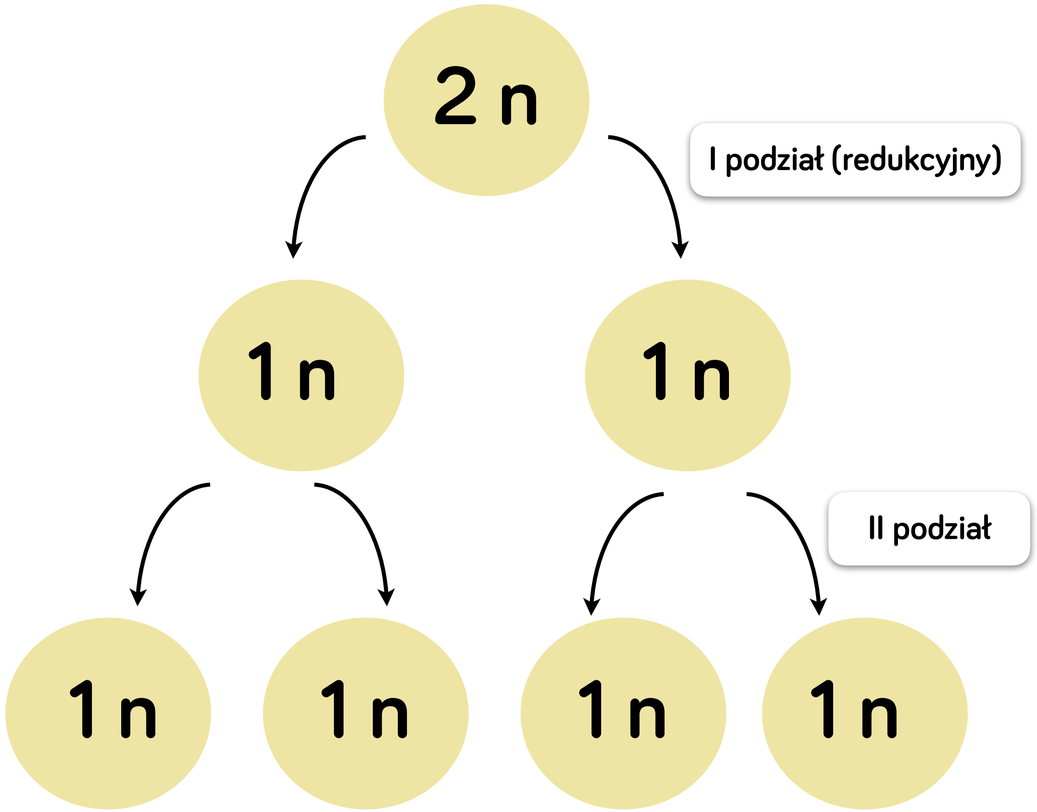
MEJOZA

MEJOZA

Zachodzi wyłącznie w komórkach **diploidalnych** (2n).

W wyniku mejozy z jednej komórki macierzystej powstają zawsze **cztery komórki potomne o zredukowanej o połowę liczbie chromosomów** w stosunku do komórki rodzicielskiej, dlatego mejozę nazywa się **podziałem redukcyjnym (R!)**.

Mejoza składa się z **dwóch sprzężonych podziałów mejotycznych**: I i II podziału mejotycznego, z których każdy składa się z czterech faz: profazy, metafazy, anafazy, telofazy.

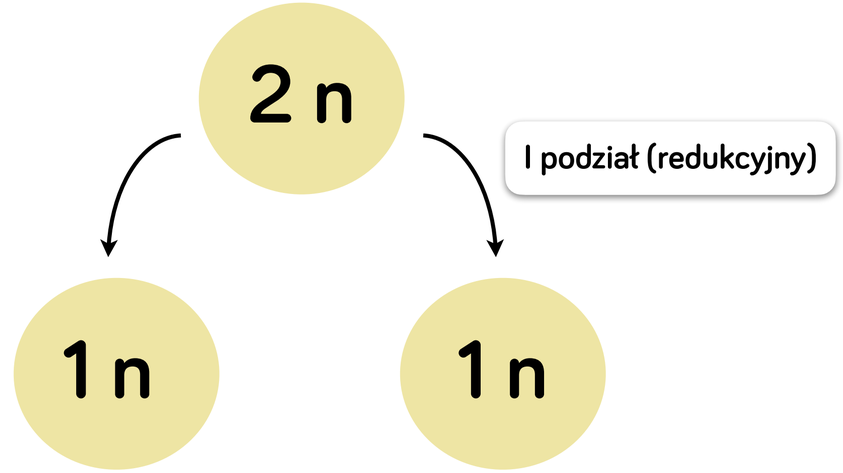


MEJOZA



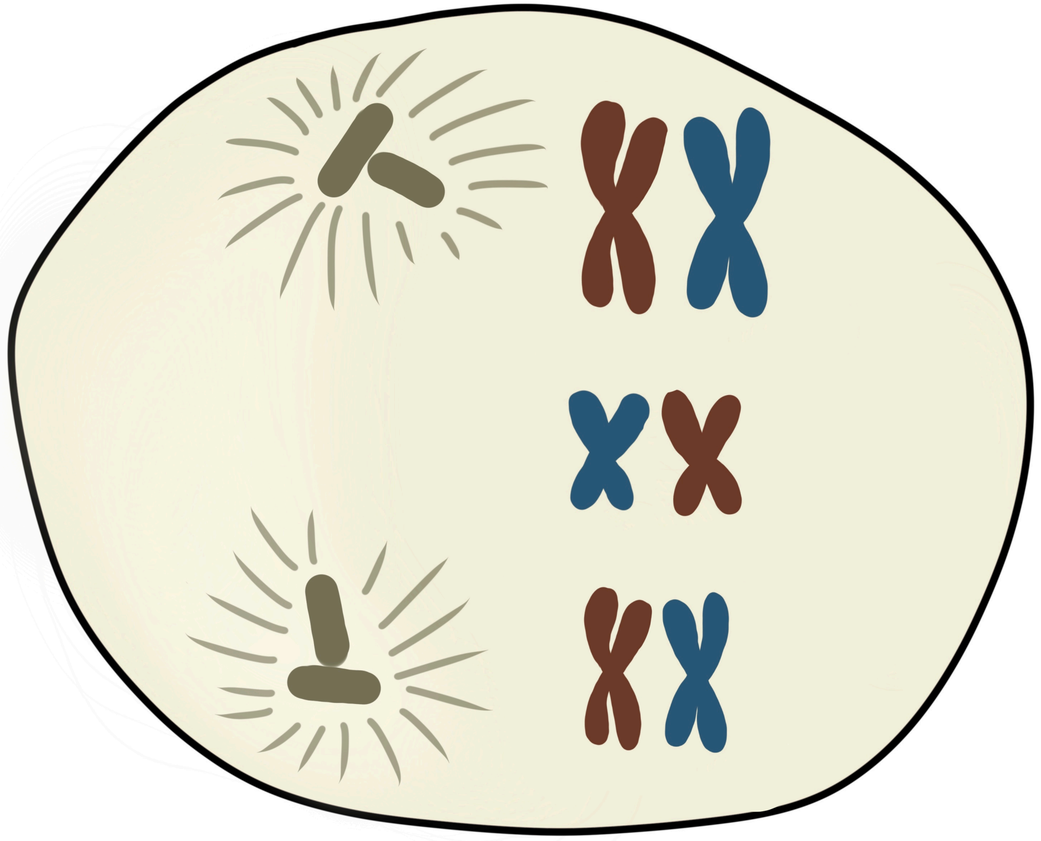
I podział mejotyczny, zwany podziałem redukcyjnym

Przed nim DNA ulega replikacji w fazie S, dlatego każdy chromosom zbudowany jest z dwóch chromatyd. W wyniku tego podziału dochodzi do redukcji o połowę ilości materiału genetycznego (DNA) i liczby chromosomów. **Skutkiem tego podziału jest powstanie dwóch komórek potomnych (haploidalnych), które potem ulegają II podziałowi.**



PROFAZA I

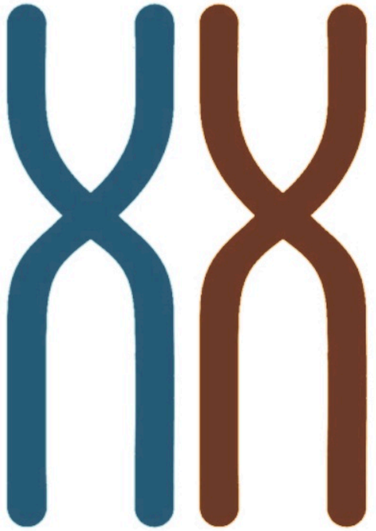
- następuje formowanie się **wrzeciona kariokinetycznego** (podziałowego)
- chromatyna kondensuje do do **chromosomów**
- chromosomy homologiczne łączą się w pary (**koniugacja**), tworząc **biwalenty**, nazywane tetradami chromatyd
- pomiędzy chromosomami homologicznymi dochodzi do wymiany niektórych odcinków chromatyd - proces ten nazywa się **crossing - over**
- **zanika otoczka jądrowa i jąderko**



CROSSING-OVER

Crossing-over to zjawisko polegające na wzajemnej wymianie odpowiadających sobie położeniem odcinków chromatyd chromosomów homologicznych. **Prowadzi do powstania nowych układów genów (które nie występowały u osobników rodzicielskich) czyli do rekombinacji genetycznej.**

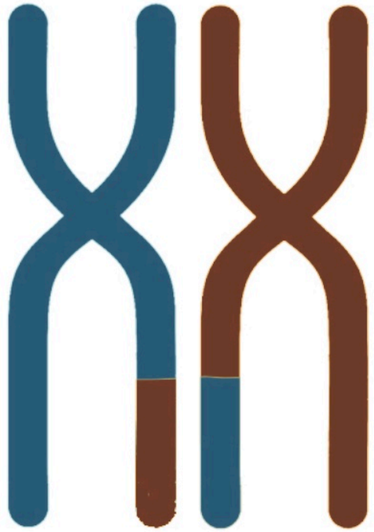
Podczas crossing-over nie dochodzi do powstania nowych genów!



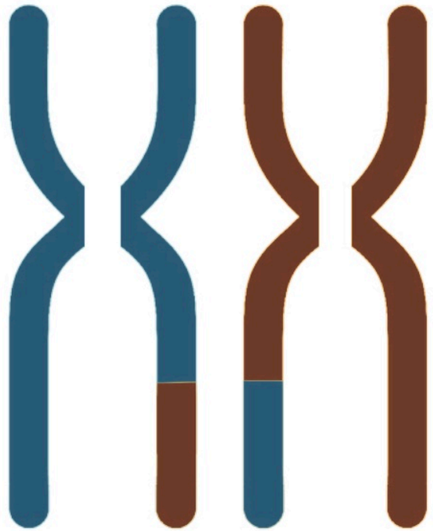
chromosomy homologiczne



crossing - over



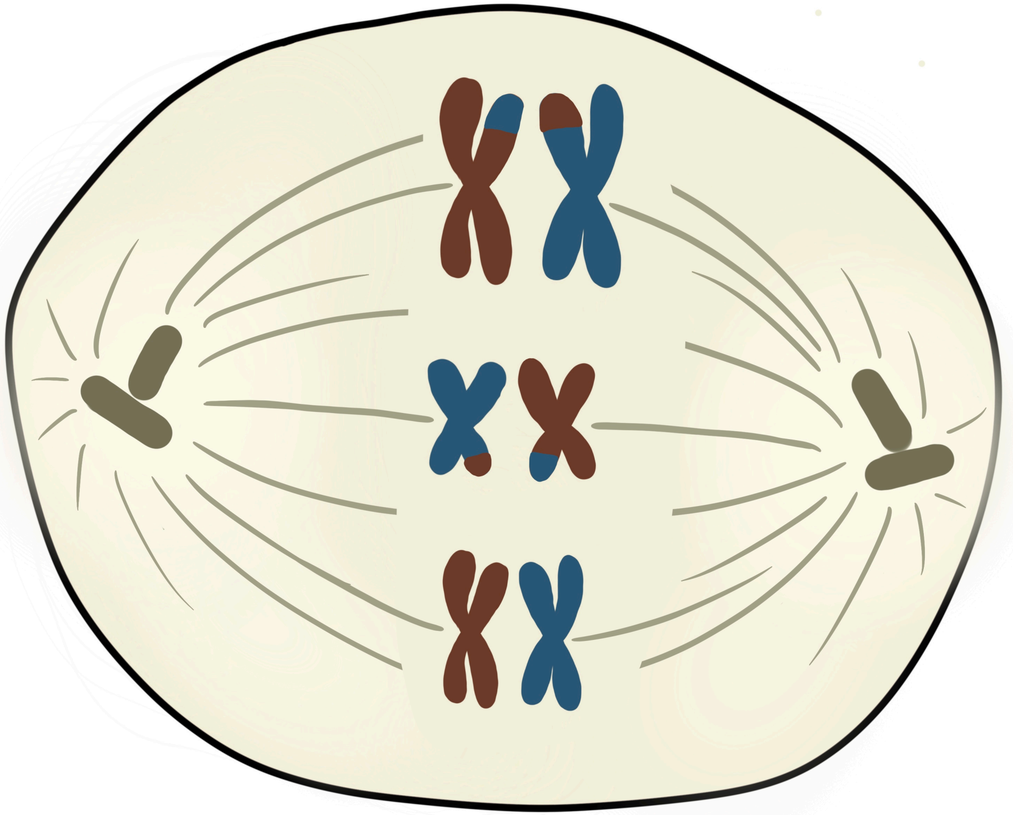
chromosomy homologiczne po crossing - over



chromosomy po anafazie mejozy II

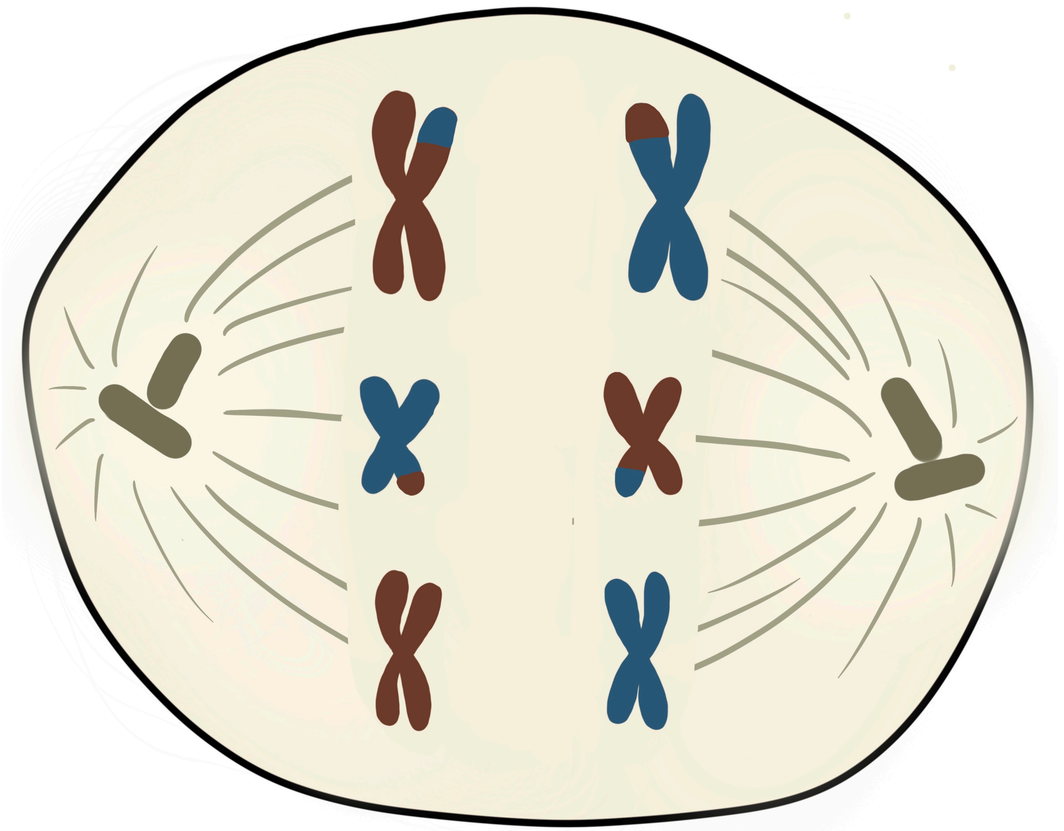
METAFAZA I

- pary chromosomów homologicznych (biwalenty) układają się w **płaszczyźnie równikowej komórki**
- włókna wrzeciona kariokinetycznego (podziałowego) łączą się z **centromerami** chromosomów



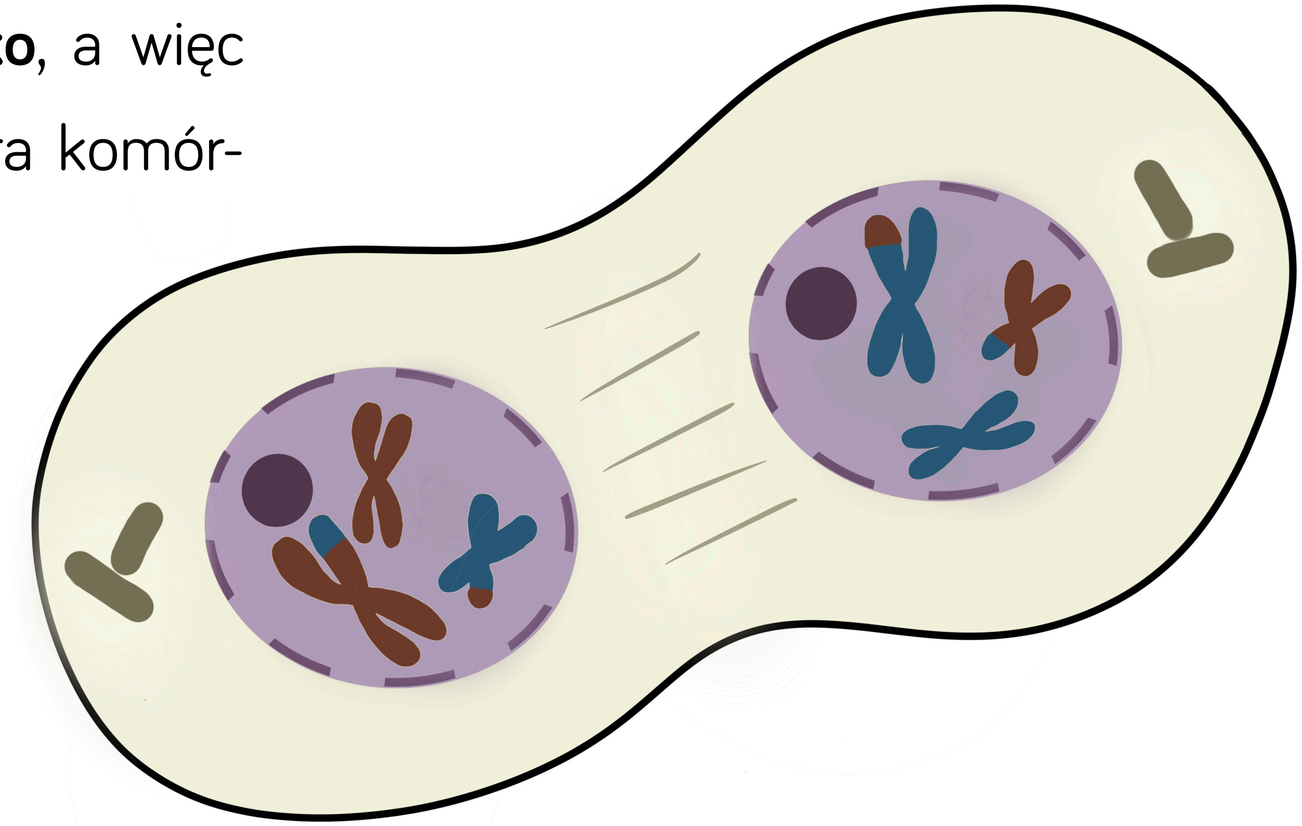
ANAFAZA I

- mikrotubule wrzeciona **depolimeryzują** (skracają się), co powoduje, że chromosomy homologiczne są rozdzielane do przeciwległych biegunów komórki, ale **losowo** każdy z danej pary
- do komórek potomnych trafia jeden chromosom z każdej pary - jest to drugi (obok crossing-over) proces prowadzący do **rekombinacji genetycznej**; nigdy nie wiadomo, który z pary chromosomów homologicznych powędruje do której komórki potomnej



TELOFAZA I

- chromosomy ulegają **częściowej dekondensacji**
- **odtwarzają się otoczka jądrowa i jąderko**, a więc zaczynają się tworzyć dwa potomne jądra komórkowe
- **zanika wrzeciono podziałowe**
- **zachodzi cytokineza** i powstają dwie komórki potomne o zredukowanej o połowę liczbie chromosomów

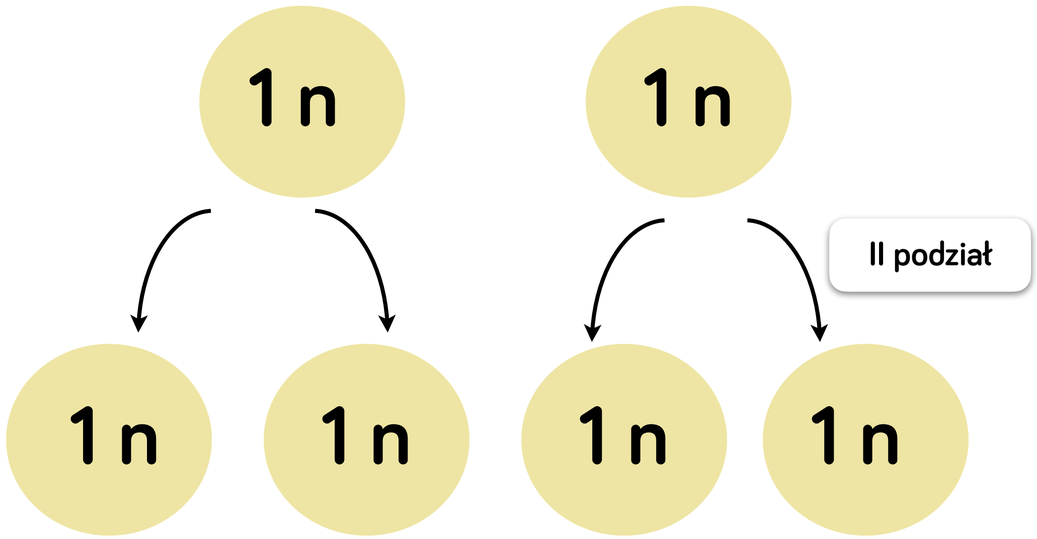


MEJOZA

II podział mejotyczny

Przed nim DNA nie ulega replikacji. II podział mejotyczny przypomina w swoim przebiegu mitozę.

W jego trakcie **zmniejsza się ilość DNA** z 2c do 1c, a **liczba chromosomów nie ulega zmianie**. W efekcie dochodzi do powstania **czterech komórek haploidalnych.**



ZMIANY LICZBY CHROMOSOMÓW I ILOŚCI DNA W MEJOZIE

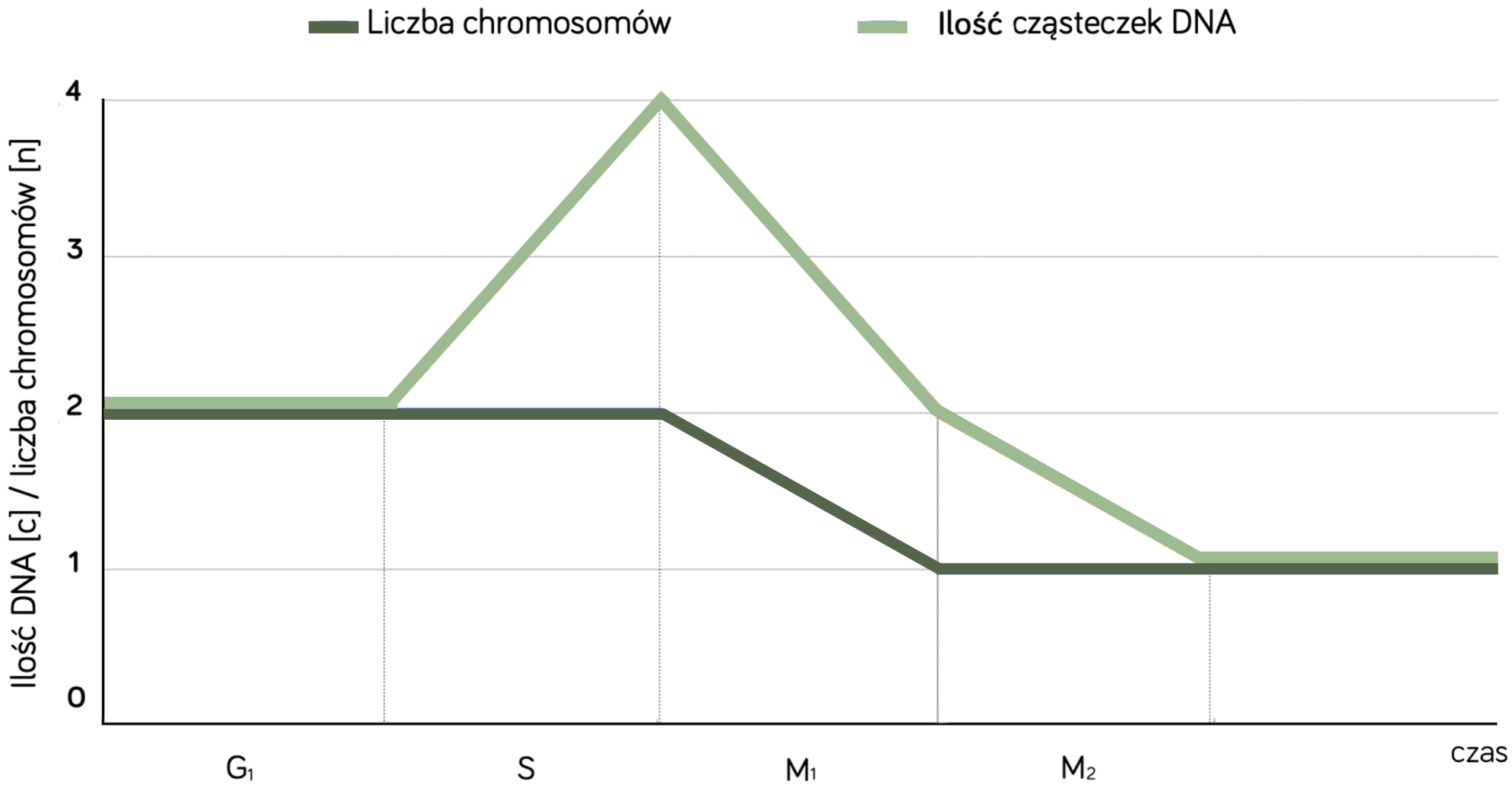


Podczas I podziału mejotycznego liczba chromosomów w komórkach potomnych spada o połowę, a w II podziale nie zmienia się.

Natomiast ilość DNA w fazie S wzrasta dwukrotnie (co jest związane z replikacją materiału genetycznego), następnie **podczas I podziału mejotycznego spada o połowę** (spowodowane jest to rozejściem się chromosomów tworzących biwalenty do komórek potomnych), a w II podziale mejotycznym **ponownie spada o połowę** (spowodowane to jest pęknięciem chromosomów i ich rozejściem do komórek potomnych). Ostatecznie, komórka powstała w mejozie w stosunku do komórki macierzystej ma o połowę mniejszą ilość DNA w komórce.

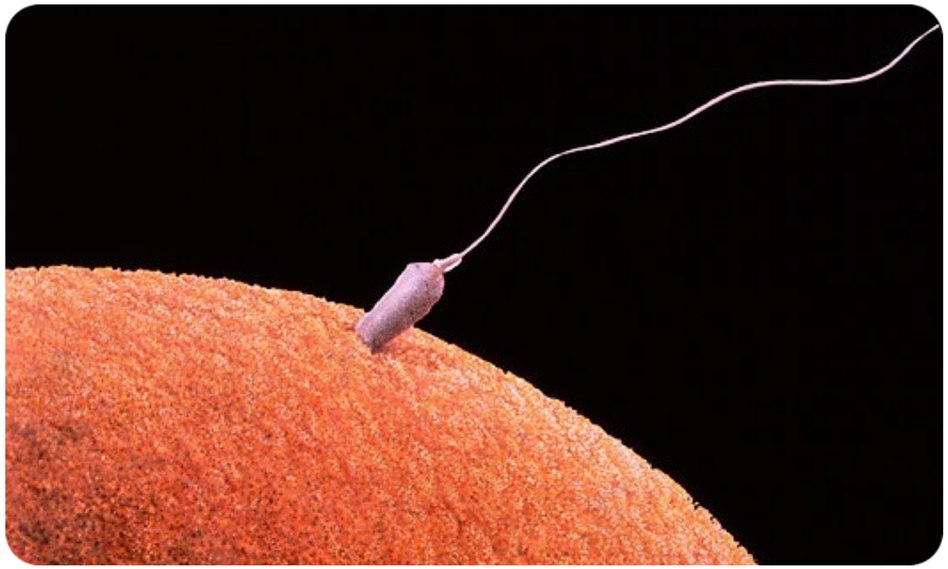
Zmiany te obrazuje wykres na następnym slajdzie.

ZMIANY LICZBY CHROMOSOMÓW I ILOŚCI DNA W MEJOZIE



ZNACZENIE MEJOZY

U **zwierząt** na drodze mejozy powstają komórki rozrodcze (gamety): plemniki oraz komórki jajowe, co umożliwia rozmnażanie płciowe i zachowanie stałej liczby chromosomów. U **roślin** na drodze mejozy powstają zarodniki, z których powstaje pokolenie haploidalne Dzięki mejozie możliwe jest **zróżnicowanie genetyczne** organizmów np. poprzez proces crossing-over.



komórka jajowa i plemnik



zarodniki

ZNACZENIE MEJOZY



Mejoza gwarantuje zmienność genetyczną organizmów.

Dzieje się to dzięki:

1. losowemu rozchodzeniu się chromosomów homologicznych do komórek potomnych w anafazie I podziału mejotycznego

2. procesowi crossing - over, który zachodzi w profazie I

PORÓWNANIE MITOZY I MEJOZY

PORÓWNANIE MITOZY I MEJOZY



MITOZA	MEJOZA
Proces zachodzi w komórkach somatycznych (komórkach ciała).	Proces zachodzi w komórkach macierzystych gamet (w jego wyniku powstają gamety).
Dochodzi do wzrostu i rozwoju organizmu.	Dochodzi do rekombinacji materiału genetycznego.
Jeden podział, powstają dwie komórki.	Dwa podziały, powstają cztery komórki.
Każda komórka potomna ma tę samą liczbę chromosomów, co komórka macierzysta.	Każda komórka potomna ma o połowę mniejszą liczbę chromosomów niż komórka macierzysta.
Te same fazy podziałowe (profaza, metafaza, anafaza i telofaza).	Te same fazy podziałowe (profaza, metafaza, anafaza i telofaza).
Profaza krótka.	Profaza długa i skomplikowana.

PORÓWNANIE MITOZY I MEJOZY



MITOZA	MEJOZA
W metafazie w płaszczyźnie równikowej komórki ustawiają się chromosomy, złożone z dwóch chromatyd.	W metafazie I podziału w płaszczyźnie równikowej komórki ustawiają się biwalenty – pary chromosomów homologicznych (każdy z nich składa się z dwóch chromatyd, w sumie biwalent = 4 chromatydy).
W anafazie do biegunów wrzeciona rozchodzą się chromatydy nazywane od tego momentu chromosomami potomnymi.	W anafazie I podziału do biegunów wrzeciona rozchodzą się chromosomy (rozdzielenie chromosomów homologicznych), a dopiero w anafazie II podziału – chromatydy (chromosomy potomne).
Po telofazie następuje cytokineza.	Cytokineza następuje po pierwszym i drugim podziale mejotycznym.

ZABURZENIA CYKLU KOMÓRKOWEGO

STRAŻNICY CYKLU KOMÓRKOWEGO

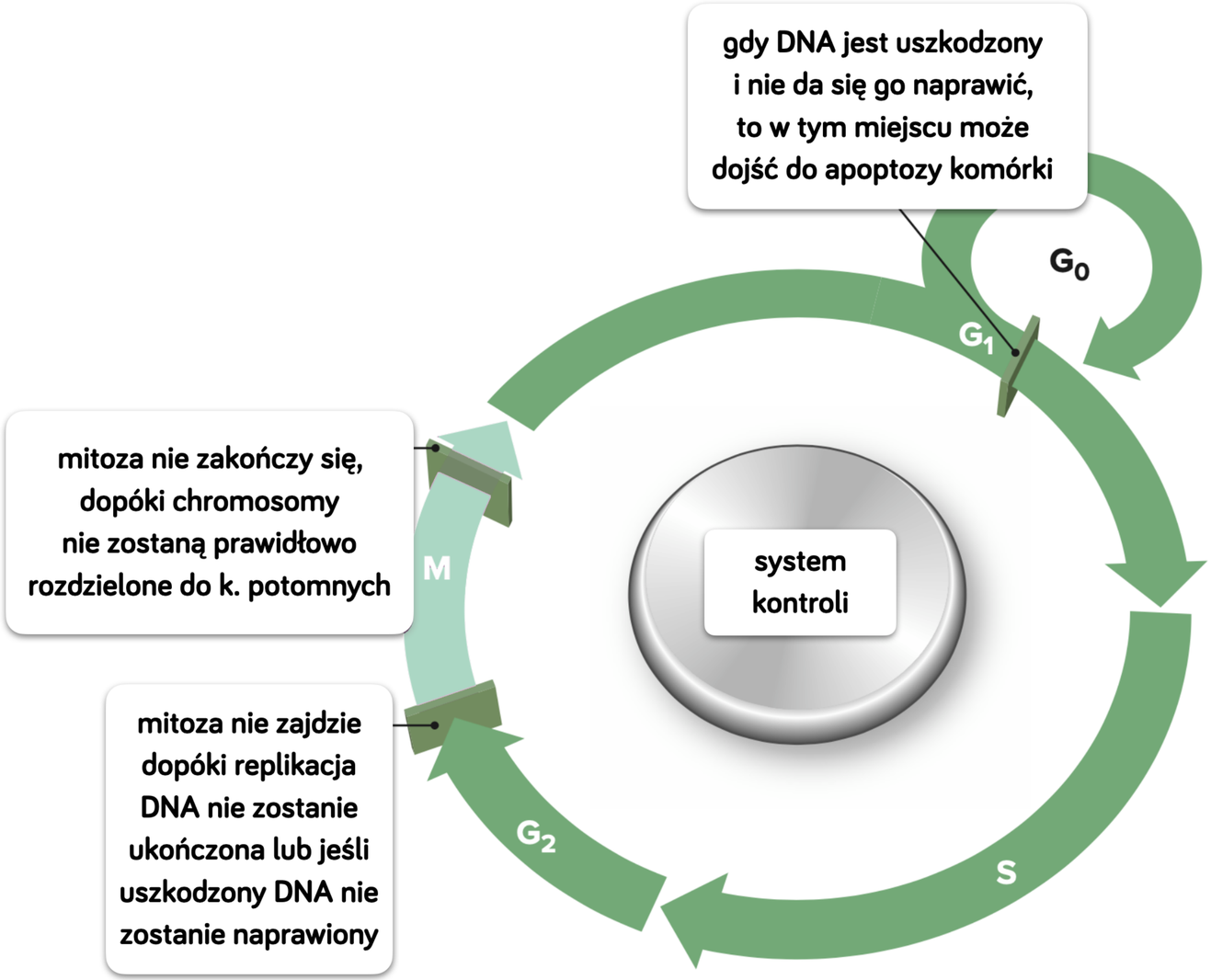


Nad prawidłowym przebiegiem cyklu komórkowego czuwa u**kład kontroli** złożony z **białek regulatorowych**.

Gdy dojdzie np. do uszkodzenia takiego białka, to może dojść do zaburzeń cyklu komórkowego, skutkujących **niekontrolowanymi podziałami komórek**. Wtedy to komórka prawidłowa przemienia się w komórkę nowotworową - proces ten to **transformacja nowotworowa.** Wiele komórek nowotworowych tworzy **guzy nowotworowe**.

STRAŻNICY CYKLU KOMÓRKOWEGO

W cyklu komórkowym występują tzw. **checkpointy** (bramki kontrolne), w których odpowiednie białka sprawdzają, czy procesy zachodzące podczas poszczególnych faz przebiegają prawidłowo. Jeśli tak, to komórka przechodzi z jednej fazy w kolejną. Jeśli nie, cykl ulega zatrzymaniu w celu naprawy uszkodzeń.



STRAŻNICY CYKLU KOMÓRKOWEGO



Jednym z takich białek jest **białko p53**. W komórce jest ono zazwyczaj nieaktywne, jednak gdy podczas podziału komórkowego DNA ulegnie uszkodzeniu, to dochodzi do aktywacji tego białka.

Białko p53 aktywuje inne białka, które zatrzymują cykl komórkowy. Wtedy to dochodzi do naprawy uszkodzeń w DNA, aby nie zostało ono w takiej formie przekazane do komórek potomnych dzielącej się komórki. Po naprawie DNA, cykl ulega wznowieniu. **Gdy naprawa DNA nie daje efektów, białko p53 wywołuje apoptozę komórki.**

Czasem jednak dzieje się tak, że gen kodujący białko p53 ulegnie mutacji, co prowadzi do powstania **nieprawidłowego białka p53, które nie spełnia swojej funkcji - nie przyczyni się do zatrzymania cyklu komórkowego lub nie wywoła apoptozy** i komórka z uszkodzonym DNA zaczyna się dzielić w **niekontrolowany sposób** i może utworzyć guz nowotworowy.

CHEMIOTERAPIA CHORÓB NOWOTWOROWYCH

Jednym ze sposób leczenie nowotworów jest **chemioterapia**, która opiera się na zastosowaniu leków (tzw. cytostatyków), których działanie w głównej mierze polega na **hamowaniu podziałów komórkowych**. Komórka nie mogąca się dzielić ginie.

Wśród cytostatyków szczególną pozycję mają tzw. toksyny wrzeciona podziałowego – **kolchicyna** (uzyskana z zimowitu jesiennego) oraz **taksoidy** (uzyskane z cisu). Leki te hamują powstawanie mikrotubul (kolchicyna) lub ich depolimeryzację (taksoidy), co skutkuje zahamowanie mitozy. Leki te nie działają wybiórczo tylko na komórki nowotworowe, lecz **ich efekty działania powoduję skutki uboczne uszkadzając głównie inne komórki szybko dzielące się** – tak więc występuje: utrata włosów, biegunki, niedokrwistość, obniżenie liczby innych komórek krwi skutkujące spadkiem odporności i skazą krwotoczną (skłonność do krwawień).


zimowit jesienny


cis pospolity

CHEMIOTERAPIA CHORÓB NOWOTWOROWYCH



Kolchicynę stosuje się również w laboratorium – działając nią na komórki dzielące się zatrzymuje się je w **metafazie**, gdzie chromosomy są uporządkowane i ułożone w płaszczyźnie równikowej. Zastosowanie odpowiednich barwników umożliwia uwidocznienie chromosomów, ich policzenie i ocena struktury, co nazywamy **oceną kariotypu**. Ma to znaczenie w **diagnostyce** niektórych chorób **genetycznych** (np. zespołu Downa).

APOPTOZA

APOPTOZA



Apoptoza (programowana śmierć komórki) to genetycznie zaprogramowany proces polegający na **aktywacji specjalnych genów samobójczych w jądrze komórkowym**. Wówczas komórka traci wodę i kurczy się, jej cytoszkielet się rozpada (ulega degradacji), otoczka jądrowa zanika, a DNA ulega fragmentacji. Taka obumierająca komórka jest natychmiast usuwana dzięki **komórkom żernym** układu odpornościowego.

Dzięki temu procesowi usuwane są **niepotrzebne** komórki, np. **uszkodzone** lub **zmutowane** i **utrzymywana jest prawidłowa liczba komórek w organizmie** (śmierć komórek równoważy procesy podziału, zapobiegając nadmiernemu rozrastaniu narządów).

APOPTOZA



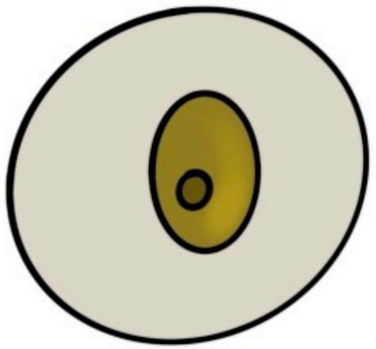
Apoptozę można przyrównać do zaplanowanego, kontrolowanego samobójstwa komórki, mającego na celu dobro całego organizmu.

Brak procesu apoptozy może doprowadzić do powstawania chorób nowotworowych i autoimmunologicznych.

Z kolei **zbyt intensywna** apoptoza doprowadza do chorób neuro-degeneracyjnych.

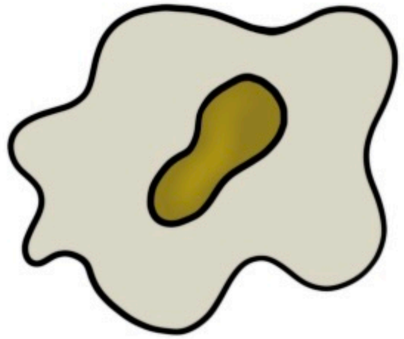
ETAPY APOPTOZY

1.



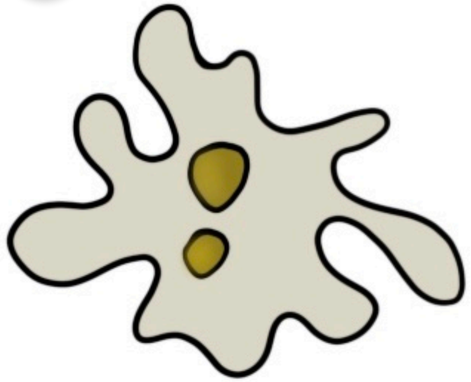
w komórce przeznaczonej do apoptozy aktywowane są geny samobójcze

2.



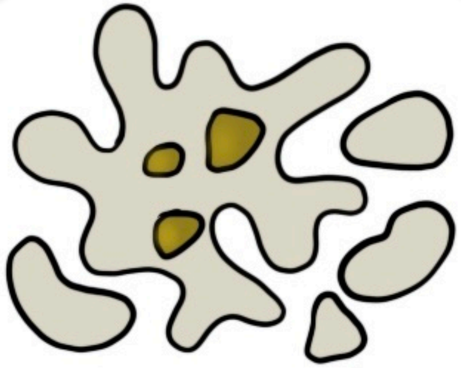
komórka obkurcza się, jądro komórkowe także; DNA ulega pocięciu - fragmentacji

3.



błona komórkowa zaczyna tworzyć liczne wypustki

4.



komórka rozpada się na małe, otoczone błoną pęcherzyki - ciałka apoptotyczne

5.



komórki żerne układu odpornościowego na drodze fagocytozy pochłaniają ciałka apoptotyczne i je trawią

APOPTOZA

Ten proces zachodzi **u wszystkich gatunków kręgowców, które mają palce lub struktury podobne do palców**.

Mniej apoptozy skutkuje większą błoną pławną między palcami.

Czasami, jeżeli zdarzą się drobne pomyłki podczas rozwoju palców rąk lub stóp, **apoptoza może być niepełna** (prowadząc np. do **syndaktylii**).



APOPTOZA

Innym przykładem apoptozy podczas normalnego rozwoju jest **utrata ogona u kijanek podczas przemiany w żabę** i **usuwanie niepotrzebnych neuronów**, gdy połączenia nerwowe w mózgu są już gotowe

