

Eugenia Janicka
Jolanta Turczynowicz

BIOLOGIA

Fizjologia organizmów, genetyka,
ewolucjonizm, ekologia

mały format



Piątek Trzynastego
Wydawnictwo

Łódź

Redakcja

Teresa Chwalińska

Rysunki

Marek Andrzejewski

Projekt okładki

Jacek Wilk

Skład

Marek Andrzejewski

ISBN 83-7415-031-9

PIĄTEK TRZYNASTEGO Wydawnictwo

Michał Koliński i Michał Wiercioch

90-009 Łódź, ul. Henryka Sienkiewicza 61

tel./fax (0-42) 632 78 61

tel. 630 71 17, 0-602 34 98 02(06)

<http://www.piatek13.com.pl>; e-mail: kot@piatek13.com.pl

Łódź		rok: 2007	2006	2005	2004		ostatnia					
Wydanie I		rzut: 9	8	7	6	5	4	3	2	1		liczba

Druk i oprawa

PIĄTEK TRZYNASTEGO Drukarnia

93-345 Łódź, ul. Paradna 3

tel. 0-602 34 98 02(06)

Printed in Poland

Spis treści

Metabolizm	9
1. Wybrane czynności życiowe komórki.....	9
2. Przemiany metaboliczne: anabolizm i katabolizm.....	28
3. Uniwersalny przenośnik ATP.....	33
4. Enzymy – katalizatory biologiczne.....	37
Wybrane zagadnienia z fizjologii roślin	47
1. Wrażliwość roślin – reagowanie na bodźce.....	47
2. Odżywianie, transport i magazynowanie pokarmu u roślin.....	52
Fizjologia zwierząt	90
Odżywianie heterotroficzne.....	90
Składniki pokarmowe heterotrofów.....	91
Przystosowanie do heterotroficznego odżywiania.....	93
1. Budowa układu pokarmowego człowieka.....	95
A. Trawienie.....	100
B. Wchłanianie produktów trawienia.....	105
C. Rola wątroby.....	106
D. Procesy zachodzące w jelicie grubym.....	107
E. Regulacja i koordynacja czynności przewodu pokarmowego.....	108
F. Schorzenia układu pokarmowego i profilaktyka	109
2. Oddychanie.....	110
A. Wymiana gazowa.....	110
B. Transport gazów.....	116
C. Fizjologia układu oddechowego człowieka.....	118
D. Pojemność płuc człowieka.....	120
E. Kontrola wentylacji płuc.....	121

F. Udział krwi w transporcie gazów.....	121
G. Mechanizm wymiany gazowej.....	122
H. Przyczyny chorób układu oddechowego i profilaktyka.....	123
I. Oddychanie komórkowe.....	126
J. Substraty oddechowe.....	127
K. Oddychanie tlenowe.....	127
L. Oddychanie beztlenowe.....	131
Ł. Białka i tłuszcze jako substraty energetyczne.....	132
M. Wykorzystanie energii zgromadzonej w ATP.....	132
3. Gospodarka wodno-mineralna zwierząt.....	134
4. Układ krążenia.....	140
A. Układ krążenia bezkręgowców.....	141
B. Układ krążenia kręgowców.....	142
C. Budowa układu krążenia człowieka.....	143
D. Fizjologia układu krwionośnego człowieka.....	147
E. Regulacja czynności serca.....	151
F. Funkcje układu krążenia.....	152
G. Choroby i higiena układu krążenia.....	152
5. Odporność organizmu.....	154
6. Wydalanie.....	159
7. Pobudliwość i koordynacja nerwowa.....	170
A. Budowa neuronu.....	172
B. Przewodzenie informacji w układzie nerwowym.....	174
C. Potencjał spoczynkowy.....	174
D. Potencjał czynnościowy.....	176
E. Przewodzenie synaptyczne.....	177
F. Rozwój układu nerwowego zwierząt.....	179
G. Układ nerwowy człowieka.....	184
H. Działanie układu nerwowego.....	190
I. Układ autonomiczny (wegetatywny).....	193

8. Narządy zmysłów człowieka.....	195
A. Narząd wzroku.....	195
B. Narząd słuchu i równowagi.....	200
C. Zmysł węchu.....	203
D. Zmysł smaku.....	204
9. Regulacja hormonalna.....	205
Hormony człowieka.....	208
Rozmnażanie.....	221
1. Rozmnażanie bezpłciowe.....	221
2. Rozmnażanie płciowe.....	222
Rozmnażanie i rozwój człowieka.....	236
Spermatogeneza.....	238
Oogeneza.....	238
Rozwój zarodkowy i płodowy człowieka.....	243
A. Bruzdkowanie i gastrulacja.....	243
B. Faza rozwoju zarodkowego.....	245
C. Faza rozwoju płodowego.....	246
Pokrycie ciała zwierząt.....	249
Sposoby lokomocji zwierząt – aparat ruchu.....	253
A. Układ mięśniowy.....	255
B. Układ szkieletowy człowieka.....	257
Genetyka.....	264
1. DNA nośnikiem informacji genetycznej.....	264
2. Replikacja.....	270
3. Kod genetyczny.....	275
4. Kwasy rybonukleinowe – rodzaje i funkcje.....	278
5. Ekspresja informacji genetycznej.....	283
A. Transkrypcja.....	283
B. Translacja.....	286

6. Organizacja genomów.....	292
7. Regulacja genetyczna.....	296
8. Podstawy dziedziczności.....	301
9. Współdziałanie genów w wykształceniu cech.....	318
10. Dziedziczenie głównych grup krwi.....	319
11. Dziedziczenie pozajądrowe.....	323
12. Zmienność organizmów.....	324
13. Znaczenie genetyki.....	333
Ewolucja.....	339
1. Co to jest ewolucja.....	339
2. Teoria doboru naturalnego Darwina i Wallace'a.....	346
3. Mechanizm ewolucji.....	352
4. Czynniki ewolucji.....	359
A. Zmienność dziedziczna (genetyczna).....	360
B. Dobór naturalny (selekcja naturalna).....	363
C. Izolacja.....	375
D. Zjawiska losowe (dryf genetyczny i akces ekologiczny).....	380
E. Aromorfozy i idioadaptacje jako czynnik ewolucyjny.....	386
5. Prawidłowości ewolucji.....	388
6. Rodzaje danych świadczących o zachodzeniu ewolucji.....	396
A. Dowody bezpośrednie ewolucji z paleontologii.....	397
B. Pośrednie dowody ewolucji.....	405
Elementy genetyki populacyjnej.....	430
Przyczyny zmian populacyjnych.....	430
Biogeneza – powstawanie życia na ziemi.....	439
Powstawanie związków organicznych, komórki prokariotycznej i eukariotycznej.....	439
Antropogeneza – ewolucja człowieka.....	448
1. Ogólna charakterystyka naczelnych.....	448
2. Antropogeneza – filogeneza człowieka.....	462

Ekologia	482
1. Podstawowe pojęcia ekologiczne.....	482
2. Środowiska życia organizmów na Ziemi.....	483
3. Tolerancja organizmów na czynniki środowiska.....	484
4. Charakterystyka populacji.....	486
5. Charakterystyka biocenozy.....	490
6. Ekosystem.....	492
7. Sukcesja.....	498
8. Cykle biochemiczne.....	501
9. Biomy – lądowe ekosystemy świata.....	504
Ochrona przyrody	507
1. Formy ochrony przyrody w Polsce.....	508
2. Ochrona środowiska przyrodniczego.....	518

Metabolizm

1. Wybrane czynności życiowe komórki

Podziały komórkowe. Cykl życiowy komórki

- Cykl komórkowy to okres wzrostu komórki oraz proces jej podziału, trwa od jednego podziału do kolejnego. Pomiędzy jednym a drugim podziałem komórka znajduje się w fazie międzypodziałowej, czyli **tzw. interfazie**, inaczej **interkinezie**.
- Większość komórek dzieli się wielokrotnie, a kolejne podziały i oddzielające je fazy powtarzają się z określoną regularnością. **Pojedynczy cykl, składający się z interfazy i następującego po niej podziału mitotycznego lub mejotycznego, nazywamy cyklem życiowym komórki.**
- Niektóre komórki, np. nerwowe, erytrocyty, rurki sitowe u roślin, po zakończeniu wzrostu tracą zdolność do podziału, jednak zdecydowana większość dzieli się regularnie z różną częstotliwością. Szczególnie szybko dzielą się bakterie, komórki embrionalne (zarodkowe i w tkankach meryste-

matycznych roślin), komórki wyściełające jelito człowieka, komórki naskórka (zabliźnianie ran).

– **Interfazę, podobnie jak podział komórki, dzielimy na etapy: fazę G_1 , fazę S oraz fazę G_2 .**

- **Faza G_1** – zaczyna się po ostatnim podziale komórkowym; cząsteczki DNA występują w jednej kopii; przeważają procesy anaboliczne nad katabolicznymi; zachodzi intensywne rozbudowa błon biologicznych oraz synteza enzymów, białek i cząsteczek RNA, szczególnie tych, które biorą udział w replikacji DNA.
- **Faza S** – w cytoplazmie komórki syntetyzowane są białka histonowe, niezbędne do stabilizacji i upakowania DNA w postaci chromosomów, natomiast w jądrze komórkowym następuje najważniejszy moment fazy S, **czyli replikacja DNA. Ilość cząsteczek DNA zwiększa się z 2c do 4c.** Przez cały okres interfazowy DNA występuje w stanie luźnym, tzw. **chromatyny**.
- **Faza G_2** – poprzedza bezpośrednio kolejny podział komórkowy; w tej fazie dzielą się mitochondria i plastydy, których podziały nie zależą

od podziału jądra, intensyfikuje się synteza białek kurczliwych – tubuliny (buduje nici wrzeciona kariokinetycznego), w komórkach zwierząt i grzybów dzielą się centriole i po dwie potomne wędrują na bieguny komórki.

Przebieg mitozy

- Podział mitotyczny obejmuje podział jądra komórkowego, czyli rozdział materiału genetycznego – **kariokinezę**, oraz podział cytoplazmy – **cytokinezę**; obydwie procesy zachodzą równolegle od połowy mitozy. W podziale tym wyróżniono charakterystyczne fazy: **profazę**, **metafazę**, **anafazę** i **telo-fazę**.
- **Profaza** – najdłużej trwająca faza podziału; zachodzi w niej stopniowa kondensacja zreplikowanego wcześniej DNA, a spiralizacja chromatyny prowadzi do powstania chromosomów. Każdy z nich składa się z dwóch jednakowych części, tzw. chromatyd. We wczesnej profazie chromosomy są wydłużone i cienkie, ostatecznie pod koniec profazy ulegają maksymalnemu

skróceniu i pogrubieniu. Wraz ze zmianami materiału genetycznego zanikają jąderko i błona jądrowa, a na obu biegunach komórki z białka tubuliny rozbudowuje się wrzeciono kariokineetyczne.

- **Metafaza** – po rozpadzie otoczki jądrowej chromosomy nadal kondensują, przyjmując postać krótkich, grubych pałeczek. Nici wrzeciona podziałowego przyłączające się do centromerów (przewężeń pierwotnych) chromosomów metafazowych przesuwają je w strefę równikową komórki (przeciwnie końce mikrotubul wrzeciona podziałowego zbiegają się w rejonach centrioli, czyli na przeciwległych biegunach komórki). Pod koniec metafazy skracające się włókienka białkowe wrzeciona powodują pęknięcie centromerów i rozpad chromosomów na dwie chromatydy. W stadium metafazy chromosomy są najbardziej widoczne, skondensowane i uporządkowane, służy to do określania **kariotypów gatunków**, czyli do badania kompletnego zestawu chromosomów danego gatunku.

- **Anafaza** – zaczyna się w momencie pęknięcia ostatniego centromeru, polega na wędrówce chromatyd, czyli połówek chromosomów, do przeciwnych biegunów komórki. Teraz chromatydy nazywane są **chromosomami potomnymi**. Przesuwanie się chromosomów potomnych spowodowane jest kurczeniem wrzeciona, ciągnięte za centromery chromosomy mają charakterystyczny kształt litery V. Gdy grupy chromosomów osiągną bieguny komórki, kończy się anafaza.
- **Telofaza** – wokół dwóch grup chromosomów potomnych na biegunach komórki odtwarzane są otoczki jądrowe, a chromosomy ulegają despiralizacji do chromatyny; w pobliżu ich przewężeń wtórnych (organizatorów jąderka) odtwarzane są jąderka. Faza ta jest odwrotnością profazy.
- Telofazie towarzyszy **cytokineza**, czyli podział cytoplazmy (zaczyna się już w anafazie). **W komórkach zwierzęcych** w okolicy środkowej części komórki pojawia się **przewężenie**, które biegnie od zewnątrz ku środkowi i ostatecznie oddziela dwie komórki potomne, powstaje **tzw. bruzda**

podziałowa. W procesie uczestniczą białka kurczliwe: miozyna i aktyna. **U roślin** w części równikowej dzielącej się komórki gromadzą się włóknienka białkowe tworzące **fragmoplast** oraz pęcherzyki wypełnione polisacharydami, pochodzące z aparatów Golgiego. W ten sposób tworzy się trójwarstwowa **przegroda pierwotna** oddzielająca komórki, da ona początek pierwotnym ścianom komórkowym.

- **Mitoza zachodzi w komórkach somatycznych organizmu** (soma = ciało); z jednej komórki powstają dwie potomne o takiej samej liczbie chromosomów jak komórka macierzysta oraz zawierające taką samą informację genetyczną; tak więc **mitoza nie zmienia liczby chromosomów** w komórkach potomnych oraz ich składu genetycznego.
- Mitoza umożliwia wzrost organizmu, zastąpienie zużytych, uszkodzonych komórek nowymi ich kopiami, zabliznianie ran, odbudowę utraconych części organizmu. U organizmów rozmnażających się bezpłciowo zapewnia powstanie **klonów** – identycznych kopii danego organizmu.

Cytokineza

Komórki potomne są genetycznie takie same, jak komórka macierzysta.

Telofaza

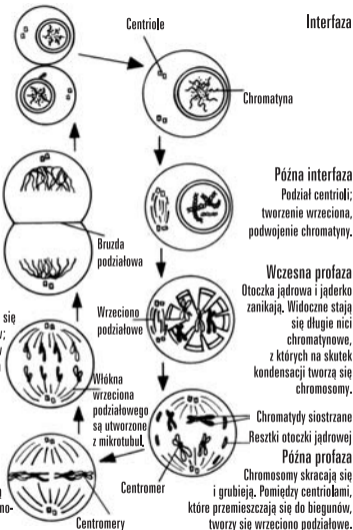
Odwrocenie profazy: odtworzenie jądra i dekondensacja chromosomów. Cytokineza

Anafaza

Chromatydy rozdzielają się w rejonie centromerów; do każdego z biegunów przemieszcza się jeden kompletny zestaw chromosomów.

Wczesna metafaza

Włókna wrzeciona przyczepiają się do centromerów. Chromosomy ustawiają się w płaszczyźnie równoległej komórki.



Rys. Mitoza

Mejoza

- **Podział** mejotyczny zwany jest także **redukcyjnym**, składa się z dwóch cykli podziałowych: **I podziału mejotycznego i II podziału mejotycznego**, następujących bezpośrednio po sobie, i prowadzi do powstania **czterech komórek potomnych**.
- **Zachodzi** w organach rozrodczych męskich i żeńskich: w **macierzystych komórkach rozrodczych** – gametangiach u roślin lub w gonadach u zwierząt. U roślin zarodnikowych zachodzi w **macierzystych komórkach zarodników** (tkanka archesporialna).
- W jej wyniku powstają **gamety i zarodniki**.
- Mejoza **zmienia** liczbę chromosomów w jądrach potomnych: **redukuje, zmniejsza ich liczbę o połowę**; z komórki macierzystej o diploidalnej liczbie chromosomów powstają 4 komórki potomne mające haploidalną liczbę (z $2n$ do n). **Mejoza nigdy nie zachodzi w komórkach haploidalnych**.
- Dzięki mejozie w kolejnych pokoleniach rozmnażających się płciowo zostaje utrzymana **stała, charakterystyczna dla gatunku liczba chromosomów**. Gamety mające haploidalną (n) liczbę chromoso-

mów łączą się w procesie zapłodnienia i w efekcie powstaje organizm potomny o niezmienionej liczbie chromosomów, takiej jak organizm, w którym powstały gamety.

- Redukcja do połowy liczby chromosomów spowodowana jest tym, że pierwotnie obecna w komórce informacja genetyczna jest powielona **jedynie raz**, przed zajściem pierwszego podziału mejozytycznego. Drugi podział nie jest poprzedzony replikacją DNA, występuje więc jedna runda replikacyjna i dwa następujące po sobie podziały.
- **Mejoza jest źródłem zmienności genetycznej organizmów**, zmienność zaś stanowi ważny czynnik ewolucji. Proces rekombinacji genów jest wynikiem **niezależnej segregacji** chromosomów oraz **wymiany odcinków chromatyd** w procesie crossing-over.
- W zależności od momentu cyklu życiowego, w jakim zachodzi, wyróżnia się trzy typy mejozy: **przedzapłodnieniowa** – u diplontów (zwierzęta, rośliny wyższe), **pozapłodnieniowa** – u haplontów (protisty, grzyby, niektóre pierwotniaki) oraz **pośrednia** – zachodzi w sporoficie ($2n$) roślin zarodnikowych w cza-

się powstawania spor, wyrasta z nich gametofit (n). Gamety u tych roślin powstają w gametangiach gametofitu w wyniku kolejnych mitoz: **macierzyste komórki gamet (n) >> mitoza >> gamety (n).**

Przebieg mejozy

- Interfaza składa się z dwóch faz : **G_1 i S. Nie ma fazy G_2 .** Fazy te przebiegają podobnie jak odpowiednie okresy międzypodziałowe mitozy. Najważniejszym procesem jest replikacja materiału genetycznego.

I podział mejotyczny

- Jest podziałem **heterotypowym**, co oznacza, że następuje w nim redukcja liczby chromosomów z $2n$ do n oraz liczby cząsteczek DNA z $4c$ do $2c$.

Profaza I – rozpoczyna się kondensacją chromatyny i formowaniem chromosomów podziałowych. Pojawiają się cienkie, długie nici chromatyny (**stadium leptotenu**), które spiralizują się coraz mocniej, przy czym **chromosomy homologiczne** (chromosomy podobne pod względem wielkości i kształtu, jeden

z danej pary pochodzi od ojca, drugi od matki) dobierają się w pary, tzw. **biwalenty**. Struktury te nazywamy także **tetradami**, ponieważ składają się z czterech chromatyd (**stadium zygotenu**). Proces tworzenia biwalentów to **koniugacja**. Między homologicznymi chromosomami dochodzi do wymiany odcinków chromatyd, tzw. **crossing-over (stadium pachytenu)**; po crossing-over w biwalencie są najczęściej dwie chromatyd zrekombinowane i dwie niezrekombinowane. Po crossing-over chromosomy homologiczne są połączone jedynie w miejscach, w których zaszła wymiana odcinków; są to **chiazmy**. Chromosomy homologiczne w biwalentach oddalają się od siebie i pozostają połączone jedynie w chiazmach (**stadium diplotenu**); chromosomy w biwalentach ostatecznie skracają się i grubieją, zaczyna formować się wrzeciono podziałowe, zanika jąderko i błona jądrowa (**stadium diakinezy**).

Metafaza I – włókna wrzeciona kariokinetycznego przyłączają się do centromerów i układają całe biwalenty w płaszczyźnie równikowej komórki. Kurczenie się włókien prowadzi do stopniowego

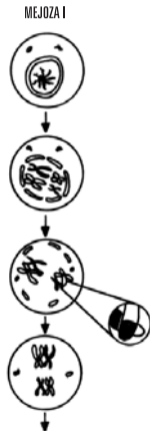
rozrywania chiasm, pęknięcie ostatniej sygnalizuje koniec metafazy.

Anafaza I – to wędrówka rozchodzących się chromosomów homologicznych do przeciwległych biegunów komórki za pośrednictwem tubuliny skracających się włókien. W wyniku tego procesu pod koniec anafazy przy każdym biegunie wrzeczona znajduje się haploidalny zestaw chromosomów. Jeżeli macierzysta komórka miała 24 chromosomy, to na każdym biegunie znajdzie się zestaw 12 chromosomów. Podczas pierwszego podziału mejotycznego chromosomy te są **losowo rozdzielane** do dwóch biegunów komórki, nie są one identyczne z chromosomami matczynymi i ojcowskimi, ponieważ w wyniku crossing-over wymieniły się odcinkami chromatyd (w chromosomie pochodzącym od matki znalazły się fragmenty chromosomu ojcowskiego i odwrotnie).

Telofaza I – wokół grup chromosomów zebranych na biegunach odtwarzane są otoczki jądrowe oraz jąderka; chromosomy ulegają częściowej despiralizacji, a komórka macierzysta w wyniku cytokinezy dzieli się na dwie potomne. U niektórych organizmów

telofaza nie występuje i bezpośrednio po anafazie I zachodzi profaza II podziału mejotycznego.

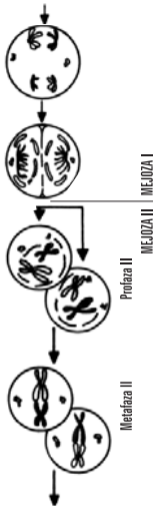
	A	
Metafaza I Tetrady pozostają nadal związane przez chiazmy.	Późna profaza I Chiazmy, powstałe w miejscach crossing-over, utrzymują tetrady razem.	Wczesna profaza I Profaza I Chromosomy homologiczne koniugują, tworząc tetrady. W stanie pełnej koniugacji dochodzi do crossing-over.



Anafaza I
Chromosomy
homologiczne
wędrują do
przeciwległych
biegunów.

Telofaza I
W niektórych
komórkach
po telofazie
następuje
interkineza.

Brak replikacji DNA



Metafaza II

Profaza II

MEJOZA II

MEJOZA I

B MEJOZA II



Telofaza II i cytokineza
kończą podział, w wyniku
którego powstają cztery
haploidalne komórki.

Chromatydy siostrzane
oddzielają się; chromosomy
wędrują do przeciwległych
biegunów.

Telofaza II

Anafaza II

Rys. Stadia mejozy

II podział mejotyczny

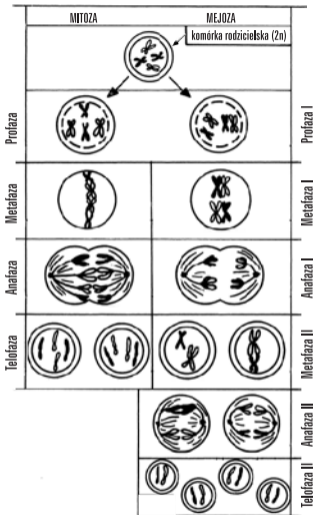
– Jest **podziałem homotypowym**, ponieważ nie zmienia liczby chromosomów, jedynie zmniejsza ilość cząsteczek DNA (jeżeli 2 komórki, które powstały w wyniku I podziału mejotycznego, mają po 12 chromosomów, to w komórkach potomnych też będzie po 12 chromosomów).

Nie jest nigdy poprzedzona replikacją DNA, nawet jeśli nastąpi krótka interfaza.

Profaza II – w obu jądrach następuje kondensacja chromosomów oraz formowanie włókien wrzeciona podziałowego; zanika otoczka jądrowa i jąderko.

Metafaza II – pojedyncze chromosomy (każdy z nich składa się z dwóch chromatyd) ustawiane są w płaszczyźnie równikowej; włókienka wrzeciona rozrywają centromery chromosomów.

Anafaza II – do przeciwległych biegunów wędrują połówki wszystkich chromosomów, czyli chromatydy (chromosomy potomne); faza ta kończy się, gdy wszystkie chromosomy potomne osiągną bieguny komórki.



Rys. Porównanie mitozy i mejozy

Telofaza II – wokół każdej z czterech grup chromosomów tworzą się otoczki jądrowe, pojawiają się jąderka, chromosomy ulegają dekondensacji; jednocześnie trwa cytokineza rozpoczęta już w anafazie. Powstają **cztery komórki o haploidalnej liczbie chromosomów**.

Amitoza

- To **bezpośredni podział jądra komórkowego**, który polega na wydłużeniu i przewężeniu w części równikowej, a następnie rozdzieleniu na dwa jądra potomne. Przewężenie powstaje w wyniku zaciskania się pierścienia mikrofilamentów oraz mikrotubul wytworzonych przez centriole.
- **Przed podziałem amitotycznym nie następuje replikacja DNA** i dlatego komórki potomne są uboższe w DNA w porównaniu z jądrem komórki macierzystej.
- Rozdzielenie materiału genetycznego jest **przypadkowe i nierównomierne**, ponieważ w czasie procesu **nie wyodrębniają się chromosomy, nie rozpada się osłonka jądrowa oraz nie ma wrze-**

ciona podziałowego, powstają komórki zawierające **różną liczbę chromosomów**.

- Po podziale nie dochodzi do cytokinezy, w związku z czym powstaje komórka dwujądrowa, która w wyniku kolejnych podziałów może stać się wielojądrowa.
- Amitoza jest obserwowana w komórkach, które utraciły zdolność do podziałów mitotycznych; często jest **objawem starzenia się oraz degeneracji organizmu lub jego części, wynikających z mutacji**.
- W niektórych komórkach amitoza jest **jedynym typowym** sposobem rozdziału chromatyny, np. w jądrach posiadających **zwielokrotniony genom**, czyli **poliploidalnych** (w makronukleusach orzęsków).
- Przykładem komórek dzielących się amitotycznie są: komórki wątroby, niektóre typy komórek nerwowych, komórki mięśnia sercowego, komórki tworzące szyszynkę, bielmo wtórne roślin kwiatowych. Amitotycznie mogą dzielić się jądra protistów zwierzęcych, np. orzęsków, wiciowców.

2. Przemiany metaboliczne: anabolizm i katabolizm

Metabolizm (gr. *metabole* – przemiana) to ogół przemian biochemicznych i reakcji enzymatycznych zachodzących w komórce lub organizmie, umożliwiających przemianę materii i energii. U organizmów jednokomórkowych metabolizm warunkuje spełnianie funkcji życiowych, natomiast u wielokomórkowców duża część aktywności metabolicznej komórki służy innym komórkom, czyli jest skierowana na zewnątrz. Wyróżnia się dwa kierunki przemian metabolicznych: anabolizm i katabolizm.

– **Anabolizm**, inaczej synteza, to reakcje chemiczne, w których następuje tworzenie **związków bardziej złożonych ze związków prostych**; reakcje te wymagają z reguły dostarczenia energii (**reakcje endoergiczne**). Przykładem reakcji anabolicznych lub procesów anabolicznych jest fotosynteza, chemosynteza, biosynteza białek, aminokwasów, lipidów, kwasów nukleinowych. Reakcje te kumulują energię, a produkty zawierają więcej energii niż substraty.

- **Katabolizm**, inaczej rozpad, degradacja związków złożonych zasobnych w energię na związki proste. Procesom tym towarzyszy zazwyczaj uwalnianie energii (**reakcje egzoergiczne**), np. reakcje hydrolizy złożonych związków organicznych na związki proste, oddychanie tlenowe, fermentacja. Produkty zawierają mniej energii niż substraty.
- Stały przepływ energii i materii w obrębie komórki, pomiędzy komórkami oraz pomiędzy organizmami jest jedną z najważniejszych właściwości organizmów żywych. Procesy anaboliczne i kataboliczne stale przebiegają w organizmach, są wzajemnie powiązane bardzo skomplikowanymi zależnościami i nie da się ich oddzielić.
- W pojedynczej komórce poszczególne przeciwstawne przemiany metaboliczne są od siebie oddzielone przedziałami wewnątrznych błon komórkowych, np. błoną jądrową, błoną lizosomów, błoną mitochondriów czy błonami E.R., i przebieg tych procesów nie jest niczym zakłócony. Jeszcze bardziej precyzyjne oddzielenie procesów meta-