

Spis treści szczegółowy

części pierwszej

Rozdział 1	Komórki – wprowadzenie	1
Jedność i różnorodność komórek	1	
Komórki różnią się niezmiennie wyglądem i funkcją	2	
Funkcje wszystkich żywych komórek opierają się na podobnych podstawowych procesach chemicznych	3	
Wszystkie żyjące dziś komórki najwidoczniej powstały przez ewolucję tej samej prakomórki	5	
W genach zakodowana jest informacja o kształcie, funkcjach i zachowaniu komórek	5	
Komórki pod mikroskopem	6	
Wynalezienie mikroskopu świetlnego doprowadziło do odkrycia komórek	6	
Pod mikroskopem można oglądać komórki, organelle, a nawet cząsteczki	7	
Komórka prokariotyczna	11	
Największe zróżnicowanie komórek spotyka się wśród prokariotów	14	
Świat organizmów prokariotycznych dzieli się na dwa królestwa: bakterie i archeony	15	
Komórka eukariotyczna	16	
Jądro jest magazynem informacji w komórce	16	
		Mitochondria uwalniają z pokarmu energię potrzebną do zasilania komórki 17
		Chloroplasty wychwytyują energię światła słonecznego 17
		Błony tworzą przedziały wewnątrzkomórkowe pełniące odmienne funkcje 19
		Cytosol jest zagęszczonym żelem wodnym wielkich i małych cząsteczek 21
		Cytoskielet odpowiada za ukierunkowane ruchy komórki 22
		Cytoplazma nie jest tworem statycznym 23
		Komórki eukariotyczne mogły być początkowo drapieżnikami 23
		Organizmy modelowe 27
		Biologowie molekularni skupili uwagę na <i>E. coli</i> 28
		Drożdże piekarskie są przykładem prostej komórki eukariotycznej 28
		<i>Arabidopsis</i> wybrano jako roślinę modelową spośród 300 000 gatunków 28
		Świat zwierząt reprezentują muszka, nicień, mysz i <i>Homo sapiens</i> 29
		Porównanie sekwencji genomów ujawnia wspólne dziedzictwo życia 33
Rozdział 2	Chemiczne składniki komórek	39
Wiązania chemiczne	39	
W skład komórek wchodzi niewiele rodzajów atomów	39	
O reakcjach między atomami decydują elektrony ich zewnętrznej powłoki	41	
Wiązania jonowe powstają przez przyjęcie i oddanie elektronów	43	
Wiązania kowalencyjne powstają przez wspólne użytkowanie elektronów	45	
Wiązania kowalencyjne różnią się siłą	46	
Istnieją różne rodzaje wiązań kowalencyjnych	47	
Cząsteczki wody łączą się ze sobą wiązaniami wodorowymi	48	
Niektóre polarne cząsteczki w roztworze wodnym tworzą kwasy lub zasady	49	
Cząsteczki w komórkach	50	
Komórkę tworzą związki węgla	50	
		Komórki zawierają cztery główne rodziny małych cząsteczkowych związków organicznych 51
		Cukry są dla komórek źródłem energii i stanowią podjednostki polisacharydów 52
		Kwasy tłuszczowe są składnikami błon 53
		Aminokwasy są jednostkami monomerycznymi białek 55
		Nukleotydy są jednostkami monomerycznymi DNA i RNA 56
		Makrocząsteczki w komórkach 58
		Makrocząsteczki mają określoną sekwencję jednostek monomerycznych 59
		Wiązania niekowalencyjne nadają dokładnie określony kształt makrocząsteczkom 62
		Wiązania niekowalencyjne umożliwiają makrocząsteczkom wybiórcze wiązanie innych cząsteczek 63

Procesy katalityczne i wykorzystywanie energii przez komórki

Porządek biologiczny jest możliwy dzięki uwalnianiu energii cieplnej z komórek	85
Organizmy fotosyntezujące wykorzystują światło słoneczne do syntezy cząsteczek organicznych	88
Komórki uzyskują energię w wyniku utleniania cząsteczek organicznych	89
Utlenianie i redukcja są związane z przenoszeniem elektronów	90
Enzymy obniżają bariery, które blokują reakcje chemiczne	91
Zmiana energii swobodnej decyduje o możliwości zajścia reakcji	93
Wartość ΔG i kierunek reakcji zależą od stężenia substratów	94
Stała równowagi reakcji wskazuje na siłę oddziaływań molekularnych	95
Wartości ΔG° są addytywne dla ciągu reakcji	98

Jak enzymy odnajdują swoje substraty: znaczenie szybkiej dyfuzji	100
Miarą działania enzymu są wartości $V_{\max}$ i K_M	101
Cząsteczki zaktywowanych nośników a reakcje biosyntezy	106
Powstawanie zaktywowanych nośników jest sprzężone z reakcją energetycznie korzystną	106
ATP jest zaktywowanym nośnikiem najczęściej wykorzystywanym w komórce	107
Energia magazynowana w ATP jest często wykorzystywana do łączenia dwóch cząsteczek	108
NADH i NADPH są ważnymi nośnikami elektronów	109
Istnieje wiele innych cząsteczek aktywowanych nośników w komórce	111
Synteza biopolimerów wymaga dostarczenia energii	112

Rozdział 4 Struktura i funkcje białek**Struktura przestrzenna i budowa białek**

Strukturę przestrzenną białka określa jego sekwencja aminokwasowa	121
Białka fałdują się do konformacji o najniższej energii	124
Białka osiągają wielką różnorodność skomplikowanych struktur przestrzennych	125
Helisa α i harmonijka β to powszechne sposoby fałdowania się białka	126
Helisa jest powszechnym motywem konstrukcyjnym struktur biologicznych	134
Harmonijki β tworzą sztywne struktury rdzenia wielu białek	135
Białka mają kilka poziomów organizacji	136
Tylko nieliczne z wielu możliwych łańcuchów polipeptydowych są użyteczne	137
Białka można grupować w rodziny	138
Cząsteczki większych białek zawierają często więcej niż jeden łańcuch polipeptydowy	139
Białka mogą układać się w struktury włókniste, dywanowe lub sferyczne	140
Niektóre typy białek mają kształt wydłużonych włókien	141
Białka zewnątrzkomórkowe zazwyczaj stabilizują poprzeczne wiązania kowalencyjne	142

Jak działają białka

Wszystkie białka wiążą się z innymi cząsteczkami	143
Miejsca wiążące przeciwiact są szczególnie różnorodne	144
Enzymy są silnymi i bardzo specyficznymi katalizatorami	145
Lizozym ilustruje pracę enzymu	146
Ścisłe związane małe cząsteczki nadają białkom dodatkowe funkcje	149

Jak białka są kontrolowane

Katalityczne funkcje enzymów są często regulowane przez inne cząsteczki	151
Enzymy allosteryczne mają dwa miejsca wiążące, które oddziałują ze sobą	151
Foforylacja może kontrolować aktywność białek wywołując zmianę konformacyjną	153
Białka wiążące GTP są także regulowane w wyniku cyklicznego uzyskiwania i utraty grupy fosforanowej	154
Hydroliza nukleotydów pozwala białkom motorycznym wytwarzać w komórce ruchy o dużym zasięgu	155
Białka tworzą często duże kompleksy działające jak maszyny białkowe	156
Prowadzenie na dużą skalę badań struktury i funkcji białek przyspiesza odkrycia	157

Struktura i funkcja DNA

170

Cząsteczka DNA zawiera dwa komplementarne łańcuchy polinukleotydowe	171
Struktura DNA umożliwia funkcjonowanie mechanizmu dziedziczenia	176
Struktura chromosomów eukariotycznych	177
Eukariotyczny DNA jest upakowany w chromosomy	178
Chromosomy zawierają długie ciągi genów	179
Stan chromosomów zmienia się podczas cyklu życiowego komórki	181

Chromosomy interfazowe występują w jądrze w sposób zorganizowany	183
DNA w chromosomach jest silnie skondensowany	183
Podstawowymi jednostkami struktury chromatyny są nukleosomy	184
Chromosomy mają kilka poziomów upakowania DNA	186
Chromosomy interfazowe zawierają zarówno skondensowane, jak i rozproszone formy chromatyny	187
Zmiany w strukturze nukleosomu umożliwiają dostęp do DNA	189

Replikacja DNA

196

Parowanie zasad umożliwia replikację DNA	196
Synteza DNA rozpoczyna się w miejscach początku replikacji	197
Synteza nowych łańcuchów DNA przebiega w obrębie w widełek replikacyjnych	201
Widełki replikacyjne są asymetryczne	202
Polimeraza DNA koryguje swoje błędy	203
Krótkie odcinki RNA służą jako startery do syntezy DNA	204
Współpracujące ze sobą białka tworzą w widełkach replikacyjnych aparat replikacyjny	206
Telomeraza umożliwia replikację końców chromosomów eukariotycznych	207
Replikacja DNA jest procesem względnie dobrze poznany	208
Naprawa DNA	208
Mutacje mogą mieć poważne skutki dla organizmu	209
System naprawy źle dopasowanych par zasad usuwa błędy replikacji, które uniknęły korekty przez aparat replikacyjny	210

DNA w komórce jest stale narażony na uszkodzenia	211
Stabilność genów zależy od naprawy DNA	212
Dzięki wielkiej dokładności kopiowania DNA blisko spokrewnione gatunki mają białka o bardzo podobnych sekwencjach	214
Rekombinacja DNA	214
W wyniku rekombinacji homologicznej następuje precyzyjna wymiana informacji genetycznej	215
Rekombinacja może zachodzić także między niehomologicznymi sekwencjami DNA	216
Ruchome elementy genetyczne kodują składniki potrzebne do przemieszczania się	217
Dużą część genomu człowieka stanowią dwie rodziny transpozonów	218
Wirusy są ruchomymi elementami genetycznymi, zdolnymi do opuszczenia komórki	219
Retrowirusy odwracają normalny przepływ informacji genetycznej	221

Od DNA do RNA	230	Cząsteczki tRNA dopasowują aminokwasy do kodonów mRNA	244
Część sekwencji DNA ulega transkrypcji do RNA	230	Swoiste enzymy łączą tRNA z odpowiednimi aminokwasami	248
Podczas transkrypcji powstaje RNA komplementarny do jednej nici DNA	231	Odczytywanie informacji zawartej w mRNA odbywa się na rybosomach	248
Komórki wytwarzają kilka rodzajów RNA	233	Rybosom jest rybozymem	251
Sygnały w DNA wskazują polimerazie RNA miejsca początku i końca transkrypcji	234	Kodony mRNA sygnalizują, gdzie zacząć i gdzie skończyć syntezę białka	253
Transkrypcja i dojrzewanie eukariotycznego RNA zachodzą równocześnie w jądrze komórkowym	236	Białka powstają na polirybosomach	254
Geny eukariotyczne są przerywane sekwencjami niekodującymi	237	Inhibitory syntezy białka u prokariotów są używane jako antybiotyki	255
Introny są usuwane z RNA w procesie splicingu	238	Precyzyjnie kontrolowany rozkład białek pozwala komórkom regulować poziom każdego białka	256
Dojrzałe eukariotyczne mRNA są selektywnie eksportowane z jądra	241	Droga od DNA do białek obejmuje wiele etapów	257
Komórki degradują cząsteczki własnego mRNA	242	RNA a początki życia	257
Geny prakomórek prawdopodobnie zawierały introny	242	Autokataliza jest niezbędnym warunkiem życia	258
Od RNA do białka	243	RNA może zarówno przechowywać informację, jak i katalizować reakcje chemiczne	259
Informacja w mRNA jest zakodowana w postaci zestawów trójek nukleotydów	244	RNA może być ewolucyjnie starszy niż DNA	260

Przegląd ekspresji genów	268	Eukariotyczne białka regulatorowe genów mogą kontrolować ekspresję oddalonych genów	277
Różne typy komórek organizmu wielokomórkowego zawierają ten sam DNA	268	Na inicjację transkrypcji może wpływać upakowanie promotorowej sekwencji DNA w nukleosomach	279
Różne typy komórek wytwarzają różne zestawy białek	268	Mechanizmy molekularne tworzenia wyspecjalizowanych typów komórek	280
Komórka może zmieniać ekspresję swoich genów w odpowiedzi na bodźce zewnętrzne	270	Geny eukariotyczne są regulowane przez kombinację białek	280
Ekspresja genów może być regulowana na wielu etapach szlaku wiodącego od DNA przez RNA do białka	270	Jedno białko może koordynować ekspresję różnych genów	281
Jak działają przetłaczni transkrypcyjne	271	Kontrola kombinatoryczna może prowadzić do powstawania różnych typów komórek	285
Transkrypcję kontrolują białka wiążące się z sekwencjami regulatorowymi DNA	271	Stabilne wzorce ekspresji genów mogą być przekazywane do komórek potomnych	286
Geny są włączane przez represory, a włączane przez aktywatory	273	Tworzenie się całego organu może być wywołane przez pojedyncze białko regulatorowe genu	287
Aktywator i represor kontrolują operon <i>lac</i>	275		
Inicjacja transkrypcji genów eukariotycznych jest procesem złożonym	275		
Eukariotyczna polimeraza RNA potrzebuje ogólnych czynników transkrypcyjnych	276		

Źródła zmienności genetycznej 293

Ewolucja odbywa się dzięki pięciu głównym typom zmian genetycznych	295
Zmiany w genomie są powodowane przez uszkodzenia mechanizmów odpowiedzialnych za prawidłowe kopiowanie i utrzymywanie struktury DNA	296
Rodziny pokrewnych genów powstają w komórce w wyniku duplikacji DNA	297
Ewolucja rodziny genów globin pokazuje, w jaki sposób duplikacje DNA przyczyniają się do ewolucji organizmów	298
Duplikacje genów i dywergencje są zasadniczymi źródłami innowacji genetycznych dla organizmów podlegających ewolucji	299
Nowe geny mogą być tworzone przez duplikację tego samego egzonu	300
Nowe geny mogą być także tworzone poprzez tasowanie egzonów	300
Ewolucja genomów została przyspieszona dzięki przemieszczaniu się transpozonów	301
Geny mogą być wymieniane między organizmami w wyniku horyzontalnego transferu genów	302
Odtworzenie rodowego drzewa życia 304	
Zmiany genetyczne, które dają organizmowi przewagę selekcyjną, będą najprawdopodobniej zachowane	304

Sekwencje genomowe dwóch gatunków różnią się proporcjonalnie do czasu, jaki upłynął od rozdzielenia się ich dróg ewolucyjnych	305
Genomy ludzi i szympanów są podobne zarówno pod względem organizacji, jak i szczegółowych sekwencji	306
Funkcjonalnie ważne sekwencje okazały się wyspami konserwatywnych sekwencji DNA	306
Analizy porównawcze genomów sugerują, że niekodujący („śmieciowy”) DNA jest zbędny	308
Konserwatywność sekwencji pozwala na śledzenie nawet bardzo odległego ewolucyjnego pokrewieństwa	309
Badanie genomu człowieka 311	
Analiza sekwencji nukleotydowych ludzkiego genomu pokazuje, w jaki sposób ułożone są nasze geny	311
Zmienność genetyczna ludzkich genomów decyduje o naszych cechach indywidualnych	313
Porównanie naszego DNA z DNA organizmów pokrewnych pomaga w interpretacji ludzkiego genomu	316
Ludzki genom zawiera pokaźną ilość informacji, która nie została jeszcze rozszyfrowana	317

Rozdział 10 Manipulowanie genami i komórkami

Izolacja komórek i hodowla kultur komórkowych 324	
Z tkanek można izolować jednorodne populacje komórek	325
Komórki można hodować na płytkach z pożywkami	325
Utrzymanie komórek eukariotycznych w kulturach jest szczególnym wyzwaniem	326
Jak bada się cząsteczki DNA 327	
Nukleazy restrykcyjne rozcinają cząsteczki DNA w specyficznych miejscach	328
Elektroforeza żelowa umożliwia rozdział fragmentów DNA różniących się wielkością	329
Określanie sekwencji nukleotydowej fragmentów DNA	331
Sekwencje genomowe mogą być przeszukiwane w celu identyfikacji genów	333

Hybrydyzacja kwasów nukleinowych 336	
Hybrydyzacja DNA ułatwia diagnozowanie chorób genetycznych	336
Hybrydyzacja mikromacierzy DNA pozwala na równoczesne sprawdzenie ekspresji tysięcy genów	338
Hybrydyzacja <i>in situ</i> pozwala zlokalizować sekwencję kwasu nukleinowego w komórce lub w odpowiednim rejonie chromosomu	340
Klonowanie DNA 341	
Ligaza DNA łącząc fragmenty DNA tworzy cząsteczkę zrekombinowanego DNA	341
Zrekombinowany DNA można kopiować wewnątrz komórek bakteryjnych	341
Do klonowania DNA można wykorzystać wyspecjalizowane plazmidy bakteryjne	342
Geny człowieka izoluje się przez klonowanie	343

Biblioteki cDNA odpowiadają mRNA wytwarzanym w określonych tkankach	345
Łańcuchowa reakcja polimerazy powieli wybrane sekwencje DNA	347
Inżynieria DNA	350
Można skonstruować zupełnie nowe cząsteczki DNA	352
Stosując klonowany DNA można wytwarzać duże ilości białek nielicznie występujących w komórkach	352

Zaprojektowane geny mogą ujawniać, gdzie i kiedy dany gen ulega ekspresji	353
Organizmy zmutowane najlepiej uwidaczniają funkcje genów	355
Zwierzęta transgeniczne to zwierzęta zmienione genetycznie	356
Rośliny transgeniczne znajdują zastosowanie zarówno w biologii komórki, jak i w rolnictwie	359