

Podstawy biologii komórki. Cz. 1 / Bruce Alberts, Karen Hopkin, Alexander D. Johnson, David Morgan, Martin Raff, Keith Roberts, Peter Walter. – Wydanie trzecie. – Warszawa, 2019

Spis treści

Rozdział 1 Komórki: podstawowe jednostki życia	1
<i>Jedność i różnorodność komórek</i>	2
Komórki różnią się niezmiernie wyglądem i funkcją	2
Wszystkie żywe komórki funkcjonują, opierając się na podobnych podstawowych procesach chemicznych	3
Żywe komórki są samopowielającymi się zbiorami katalizatorów	4
Wszystkie żyjące komórki prawdopodobnie wyewoluowały z tej samej pracomórki	5
Geny dostarczają instrukcji o formie, funkcji oraz zachowaniu komórek i organizmów	6
<i>Komórki pod mikroskopem</i>	6
Wynalezienie mikroskopu świetlnego doprowadziło do odkrycia komórek	7
Mikroskopy świetlne ujawniają niektóre składniki komórki	8
Szczegóły struktury komórki można ujawnić w mikroskopie elektronowym	10
<i>Komórka prokariotyczna</i>	11
Prokarionty to najliczniejsze i najbardziej zróżnicowane komórki na Ziemi	15
Świat prokariontów jest podzielony na dwie domeny: Bacteria i Archaea	16
<i>Komórka eukariotyczna</i>	16
Jądro komórkowe jest magazynem informacji	17
Mitochondria wytwarzają użyteczną energię z cząsteczek pożywienia	18
Chloroplasty przechwytyują energię światła słonecznego	18
Błony wewnętrzne tworzą przedziały wewnątrzkomórkowe o odmiennych funkcjach	20
Cytozol jest stężonym uwodnionym żelem dużych i małych cząsteczek	22
Cytoszkieleł jest odpowiedzialny za ukierunkowane ruchy komórek	22
Cytozol nie jest układem statycznym	24
Początkowo komórki eukariotyczne mogły być komórkami drapieżnymi	24
<i>Organizmy modelowe</i>	28
Biolodzy molekularni skupili swe wysiłki na <i>E. coli</i>	28
Drożdże piekarnicze są prostymi eukariontami	29
<i>Arabidopsis</i> wybrano jako roślinę modelową	29
Wśród zwierząt modelowych są muszki, nicienie, ryba i mysz	30

Biolodzy zajmują się również badaniami ludzi i ich komórek	33
Porównywanie sekwencji genomów ujawnia wspólne dziedzictwo życia	35
Genomy zawierają dużo więcej niż geny	36

Rozdział 2 Chemiczne składniki komórek **41**

Wiązania chemiczne 42

W skład komórek wchodzi niewiele rodzajów atomów 42

O reakcjach między atomami decydują elektrony ich zewnętrznej powłoki 43

Wiązania kowalencyjne powstają przez wspólne użytkowanie elektronów 46

Niektóre wiązania kowalencyjne powstają w wyniku wspólnego użytkowania więcej niż jednej pary elektronów 47

Elektrony w wiązaniach kowalencyjnych są często użytkowane nierównomiernie 47

Wiązania kowalencyjne są wystarczająco silne, aby przetrwać warunki wewnątrz komórki 48

Wiązania jonowe powstają przez przyjęcie i oddanie elektronów 48

Wiązania wodorowe są ważnymi wiązaniami niekowalencyjnymi w wielu cząsteczkach biologicznych 49

Cztery rodzaje słabych wiązań umożliwiają oddziaływanie cząsteczek w komórce 50

Niektóre polarne cząsteczki w wodzie tworzą kwasy i zasady 51

Cząsteczki w komórkach 53

Komórki zbudowane są ze związków węgla 53

Komórki zawierają cztery główne rodziny małych cząsteczkowych związków organicznych 54

Cukry są dla komórek źródłem energii i stanowią podjednostki polisacharydów 54

Kwasy tłuszczowe są składnikami błon komórkowych 57

Aminokwasy są jednostkami monomerycznymi białek 58

Nukleotydy są jednostkami monomerycznymi DNA i RNA 59

Makrocząsteczki w komórkach 61

Makrocząsteczki mają określoną sekwencję jednostek monomerycznych 62

Wiązania niekowalencyjne nadają dokładnie określony kształt makrocząsteczkom 65

Wiązania niekowalencyjne umożliwiają makrocząsteczkom wybiórcze wiązanie innych cząsteczek 65

Rozdział 3 Energia, kataliza i biosynteza **85**

Wykorzystywanie energii przez komórki 86

Porządek biologiczny jest możliwy dzięki uwalnianiu energii cieplnej z komórek 87

Komórki mogą przekształcać energię z jednej formy w drugą 89

Organizmy fotosyntetyzujące wykorzystują światło słoneczne do syntezy cząsteczek organicznych	90
Komórki uzyskują energię w wyniku utleniania cząsteczek organicznych	91
Utlenianie i redukcja wiążą się z przenoszeniem elektronów	92
<i>Energia swobodna i kataliza</i>	93
Reakcje chemiczne przebiegają w kierunku, który prowadzi do utraty energii swobodnej	93
Enzymy obniżają energię potrzebną do zapoczątkowania reakcji spontanicznych	94
Zmiana energii swobodnej decyduje o możliwości zajścia reakcji	95
ΔG zmienia się, gdy reakcja zmierza w kierunku równowagi	96
Zmiana standardowej energii swobodnej, ΔG° , umożliwia porównanie energetyki różnych reakcji	100
Stała równowagi jest wprost proporcjonalna do ΔG°	100
W złożonych reakcjach stała równowagi obejmuje stężenia wszystkich substratów i produktów	101
Stała równowagi także wskazuje na siłę niekowalencyjnych oddziaływań wiążących	102
Dla sekwencji reakcji wartości zmian energii swobodnej dodają się	102
Reakcje katalizowane przez enzymy zależą od szybkich zderzeń cząsteczek	103
Oddziaływania niekowalencyjne umożliwiają enzymom wiązanie specyficznych cząsteczek	104
<i>Aktywowane nośniki a biosynteza</i>	105
Powstawanie aktywowanych nośników jest sprzężone z reakcją energetycznie korzystną	108
ATP jest aktywowanym nośnikiem najczęściej wykorzystywanym w komórce	109
Energia magazynowana w ATP jest często wykorzystywana do łączenia dwóch cząsteczek	110
NADH i NADPH są aktywowanymi nośnikami elektronów	110
NADPH i NADH odgrywają różne role w komórkach	112
Komórki wykorzystują wiele innych aktywowanych nośników	113
Synteza biopolimerów wymaga dostarczenia energii	114
Rozdział 4 Struktura i funkcja białek	121
<i>Struktura przestrzenna i budowa białek</i>	123
Strukturę przestrzenną białek określa ich sekwencja aminokwasowa	123
Białka zwijają się do konformacji o najniższej energii	126
Białka wykazują wielką różnorodność skomplikowanych struktur przestrzennych	128
Helisa α i harmonijka β to powszechnie występujące sposoby zwijania się białka	130

Helisy to uprzywilejowany motyw konstrukcyjny struktur biologicznych	130
Harmonijki β to motyw konstrukcyjny sztywnego rdzenia wielu białek	132
Białka nieprawidłowo zwijające się mogą tworzyć struktury amyloidowe o działaniu chorobotwórczym	133
Białka mają kilka poziomów organizacji	134
Białka zawierają także odcinki o stosunkowo niewielkiej strukturalizacji	134
Tylko nieliczne z wielu możliwych łańcuchów polipeptydowych to funkcjonalne białka	135
Białka można grupować w rodziny	136
Cząsteczki większych białek zawierają często więcej niż jeden łańcuch polipeptydowy	136
Białka mogą układać się w filamenty, arkusze lub kule	138
Niektóre rodzaje białek mają kształt wydłużonych włókien	138
Białka zewnątrzkomórkowe są często stabilizowane przez poprzeczne wiązania kowalencyjne	140
Jak działają białka	141
Wszystkie białka wiążą się z innymi cząsteczkami	141
Ludzkie komórki produkują miliardy różnych przeciwciał, każde z innym miejscem wiążącym antygen	142
Enzymy są silnymi i bardzo swoistymi katalizatorami	143
Enzymy zasadniczo zwiększają szybkość reakcji chemicznych	146
Lizozym ilustruje pracę enzymu	147
Wiele leków hamuje enzymy	151
Ścisłe związanie małych cząsteczek daje białkom dodatkowe funkcje	152
<i>Jak kontrolowane są białka</i>	153
Aktywność katalityczna enzymów jest często regulowana przez inne cząsteczki	153
Enzymy allosteryczne mają dwa lub więcej miejsc wiążących, które oddziałują ze sobą	155
Fosforylacja może kontrolować aktywność białka, wywołując zmianę konformacyjną	156
Modyfikacje kowalencyjne białek także kontrolują lokalizację białek i oddziaływanie między nimi	157
Białka regulatorowe wiążące GTP są regulowane w wyniku cyklicznego uzyskiwania i utraty grupy fosforanowej	158
Hydroliza ATP pozwala białkom motorycznym wytwarzać w komórce ukierunkowany ruch	159
Białka często tworzą duże kompleksy, które działają jak maszyny białkowe	160
Kompleksy białkowe tworzą się dzięki rusztowaniom	160
Słabe oddziaływania pomiędzy makrocząsteczkami mogą wytwarzać duże, biochemicznie zróżnicowane przedziały subkomórkowe	161
<i>Jak badane są białka</i>	162
Białka można oczyszczать z komórek lub tkanek	163

Określenie struktury białka rozpoczyna się od poznania jego sekwencji aminokwasowej	164
Techniki inżynierii genetycznej umożliwiają masową produkcję, projektowanie i analizę niemal każdego białka	165
Pokrewieństwo między białkami pozwala na przewidywanie ich struktury i funkcji	166

Rozdział 5 DNA i chromosomy **177**

<i>Struktura DNA</i>	178
Cząsteczka DNA składa się z dwóch komplementarnych łańcuchów polinukleotydowych	179
Struktura DNA umożliwia funkcjonowanie mechanizmu dziedziczenia	180
<i>Struktura chromosomów eukariotycznych</i>	182
Eukariotyczny DNA jest upakowany w wiele chromosomów	183
Chromosomy organizują i przenoszą informację genetyczną	184
Do replikacji i segregacji chromosomów wymagane są wyspecjalizowane sekwencje DNA	185
Chromosomy interfazowe występują w jądrze w sposób zorganizowany	186
DNA w chromosomach zawsze jest mocno skondensowany	187
Podstawowymi jednostkami struktury chromosomu eukariotycznego są nukleosomy	188
Chromosomy mają kilka poziomów upakowania DNA	190
<i>Regulacja struktury chromosomów</i>	192
Zmiany w strukturze nukleosomu umożliwiają dostęp do DNA	192
Chromosomy interfazowe zawierają zarówno skondensowane, jak i rozluźnione formy chromatyny	193

Rozdział 6 Replikacja i naprawa DNA **203**

<i>Replikacja DNA</i>	204
Parowanie zasad umożliwia replikację DNA	204
Synteza DNA zaczyna się w miejscu początku replikacji	205
W miejscu początku replikacji tworzy się dwoje widełek replikacyjnych	205
Polimeraza DNA wykorzystuje wyjściowe nici DNA jako matryce w syntezie DNA	209
Widełki replikacyjne są asymetryczne	210
Polimeraza DNA koryguje swoje błędy	211
Krótkie fragmenty RNA służą jako startery do syntezy DNA	212
Białka w widełkach replikacyjnych współpracują, tworząc aparat replikacyjny	214
Telomeraza umożliwia replikację końców chromosomów eukariotycznych	217
Długość telomerów jest różna dla różnych typów komórek i zależy	

od ich wieku	218
<i>Naprawa DNA</i>	219
W komórkach ciągle dochodzi do uszkodzeń DNA	219
Komórki dysponują licznymi mechanizmami naprawy DNA	221
System naprawy źle dopasowanych par zasad usuwa błędy replikacji DNA, które uniknęły korekty	222
Naprawa dwuniciowych pęknięć DNA wymaga odrębnej strategii	224
Rekombinacja homologiczna potrafi bezbłędnie naprawiać dwuniciowe pęknięcia DNA	225
Problemy z naprawą uszkodzeń DNA mogą mieć poważne konsekwencje dla komórki lub organizmu	226
Zapis dokładności replikacji i naprawy DNA jest zachowany w sekwencjach genomowych	227
Rozdział 7 Od DNA do białek: Jak komórki odczytują swój genom?	233
<i>Od DNA do RNA</i>	234
Odcinki sekwencji DNA są przepisywane na RNA	235
Podczas transkrypcji powstaje RNA komplementarny wobec jednej z nici DNA	236
W komórkach powstają różne rodzaje RNA	238
Sygnały w DNA pokazują polimerazie RNA miejsca początku i końca transkrypcji	239
Inicjacja transkrypcji genów eukariotycznych jest złożonym procesem	241
Ogólne czynniki transkrypcyjne są niezbędnie potrzebne eukariotycznej polimerazie RNA	242
Cząsteczki eukariotycznego mRNA dojrzewają w jądrze komórkowym	243
U eukariontów geny kodujące białka są przerywane sekwencjami niekodującymi nazywanymi intronami	245
Introny są usuwane z cząsteczek pre-mRNA w procesie splicingu	245
Synteza i dojrzewanie RNA zachodzą w „fabrykach” w jądrze komórkowym	248
Dojrzałe cząsteczki eukariotycznego mRNA są eksportowane z jądra komórkowego	248
Cząsteczki mRNA ostatecznie ulegają degradacji w cytoplazmie	249
<i>Od RNA do białka</i>	250
Informacja w sekwencji mRNA jest zakodowana w postaci zestawów trójek nukleotydów	250
Cząsteczki tRNA dopasowują aminokwasy do kodonów mRNA	254
Swoiste enzymy łączą cząsteczki tRNA z właściwymi aminokwasami	255
Informacja zawarta w mRNA jest odczytywana w rybosomach	256
Rybosom jest rybozymbem	259
Specjalne kodony mRNA informują rybosom o tym, gdzie zacząć	

i gdzie skończyć syntezę białka	260
Białka powstają na poliribosomach	261
Inhibitory syntezy białka u prokariotów są stosowane jako antybiotyki	262
Kontrolowany rozkład białek pomaga w regulacji ilości każdego białka w komórce	263
Droga od DNA do białka obejmuje wiele etapów	264
<i>RNA i początki życia</i>	266
Życie wymaga autokatalizy	266
RNA może przechowywać informację oraz katalizować reakcje chemiczne	267
RNA jest uważany za starszy ewolucyjnie niż DNA	268
Rozdział 8 Kontrola ekspresji genów	273
<i>Przegląd ekspresji genów</i>	274
Różne typy komórek organizmu wielokomórkowego zawierają ten sam DNA	274
Różne typy komórek produkują odmienne zestawy białek	275
Komórka może zmieniać ekspresję swoich genów w odpowiedzi na sygnały zewnętrzne	276
Ekspresja genów może być regulowana na różnych etapach ścieżki prowadzącej od DNA przez RNA do białka	276
<i>Jak regulowana jest transkrypcja</i>	277
Regulatory transkrypcji wiążą się z regulatorowymi sekwencjami DNA	277
Przełączniki transkrypcji pozwalają komórkom reagować na zmiany środowiskowe	279
Represory wyłączają geny a aktywatory je włączają	280
Operon Lac jest kontrolowany przez aktywator i represor	281
Eukariotyczne regulatory transkrypcji kontrolują ekspresję genów na odległość	282
Eukariotyczne regulatory transkrypcji wspomagają inicjację transkrypcji, rekrutując białka modyfikujące chromatynę	283
Organizacja chromosomów w wypętłone domeny pozwala kontrolować sekwencje wzmacniające	284
Powstawanie wyspecjalizowanych typów komórek	284
Geny eukariotyczne są kontrolowane przez kombinację regulatorów transkrypcji	285
Jedno białko może koordynować ekspresję różnych genów	288
Kontrola kombinatoryczna może prowadzić do powstawania różnych typów komórek	289
Pojedynczy regulator transkrypcji może doprowadzić do powstania całego organu	290
Regulatory transkrypcji mogą być wykorzystywane do ukierunkowanego doświadczalnie wytwarzania specyficznych typów komórek w hodowli	291

Komórki zróżnicowane zachowują swoją tożsamość	292
<i>Kontrola potranskrypcyjna</i>	294
Cząsteczki mRNA zawierają sekwencje, które kontrolują ich translację	294
Regulatorowe RNA kontrolują ekspresję tysięcy genów	295
Cząsteczki mikroRNA kierują docelowy mRNA do degradacji	295
Cząsteczki małego interferującego RNA chronią komórki przed infekcjami	296
Tysiące różnych cząsteczek długiego niekodującego RNA także mogą regulować aktywność genów ssaków	298
Rozdział 9 Ewolucja genów i genomów	303
<i>Źródła zmienności genetycznej</i>	304
W organizmach rozmnażających się płciowo tylko zmiany w komórkach linii rozrodczej są przekazywane potomstwu	305
Mutacje punktowe są spowodowane niedoskonałością prawidłowych mechanizmów kopiowania i naprawy DNA	306
Mutacje mogą również zmienić regulację ekspresji genu	308
Rodziny pokrewnych genów powstają w wyniku duplikacji DNA	308
Duplikacje i dywergencja wytworzyły rodzinę genów globin	310
Duplikacje całych genomów ukształtowały historię ewolucyjną wielu gatunków	312
Nowe geny mogą być utworzone przez tasowanie egzonów	312
Mobilne elementy genetyczne miały wielki wpływ na ewolucję genomów	313
Geny mogą być wymieniane między organizmami w wyniku horyzontalnego transferu genów	314
<i>Rekonstrukcja rodowego drzewa życia</i>	315
Zmiany genetyczne, które zapewniają przewagę selekcyjną, prawdopodobnie zostaną zachowane	315
Genomy blisko spokrewnionych gatunków są podobne zarówno pod względem organizacji, jak i sekwencji	316
Funkcjonalnie ważne rejony genomu to wyspy konserwowanych sekwencji DNA	316
Analizy porównawcze genomów wskazują, że genomy kręgowców szybko zyskują i tracą DNA	319
Konserwowanie sekwencji pozwala śledzić nawet najbardziej odległe pokrewieństwo ewolucyjne	320
<i>Ruchome elementy genetyczne i wirusy</i>	321
Ruchome elementy genetyczne kodują składniki, których potrzebują do przemieszczania się	321
Genom człowieka zawiera dwie główne rodziny elementów transpozycyjnych	322
Wirusy mogą przemieszczać się pomiędzy komórkami i organizmami	323
Retrowirusy odwracają normalny przepływ informacji genetycznej	325

<i>Badanie genomu człowieka</i>	327
Sekwencje nukleotydowe ludzkich genomów pokazują, jak rozmieszczone są nasze geny	327
Różnice w regulacji genów mogą pomóc w wyjaśnieniu, dlaczego zwierzęta o podobnych genomach bywają tak różne	332
Genom wymarłych neandertalczyków częściowo ujawnia, co czyni nas ludźmi	332
Zmienność genomów nadaje nam cechy jednostkowe, ale jak?	333
Rozdział 10 Analizowanie struktury i funkcji genów	339
<i>Izolowanie i klonowanie cząsteczek DNA</i>	340
Enzymy restrykcyjne rozcinają cząsteczki DNA w swoistych miejscach	341
Elektroforeza żelowa umożliwia rozdział fragmentów DNA różniących się długością	341
Klonowanie DNA rozpoczyna się od uzyskania rekombinowanego DNA	343
Rekombinowany DNA może być kopiowany w komórkach bakteryjnych	343
Cały genom może być zawarty w bibliotece DNA	345
Hybrydyzacja jest czułą metodą wykrywania swoistych sekwencji nukleotydowych	346
<i>Klonowanie DNA metodą PCR</i>	347
PCR wykorzystuje polimerazę DNA i swoiste startery do amplifikacji sekwencji DNA w próbce	348
PCR może być wykorzystywany w diagnostyce i medycynie sądowej	349
<i>Sekwencjonowanie DNA</i>	352
Sekwencjonowanie metodą dideoksy polega na analizie łańcuchów DNA, których synteza zatrzymywana jest w każdej pozycji	352
Techniki sekwencjonowania nowej generacji umożliwiają szybsze i tańsze sekwencjonowanie genomów	353
Analizy porównawcze genomów umożliwiają identyfikację genów i określenie ich funkcji	358
<i>Odkrywanie funkcji genów</i>	358
Analiza mRNA pozwala uchwycić ekspresję genów	359
Hybrydyzacja <i>in situ</i> może ujawnić, kiedy i gdzie zachodzi ekspresja określonego genu	359
Geny reporterowe umożliwiają śledzenie swoistych białek w żywych komórkach	359
Badanie mutantów może pomóc w odkrywaniu funkcji genu	361
Interferencja RNA (RNAi) hamuje aktywność określonych genów	361
Znany gen można usunąć lub zastąpić go zmienioną wersją	362
Geny można edytować z wielką precyzją przy użyciu bakteryjnego systemu CRISPR	364

Mutanty mogą być użytecznymi modelami chorób człowieka	366
Rośliny transgeniczne znajdują zastosowanie zarówno w biologii komórki, jak i w rolnictwie	367
Klonowanie DNA umożliwia wytwarzanie dużych ilości białek, które w komórkach występują w znikomych ilościach	368
Odpowiedzi	O-1
Słowniczek	S-1
Indeks	I-1

oprac. BPK