

Spis treści

I.	Zakres zastosowań diagnostyki molekularnej w medycynie	Jerzy Bał, Tadeusz Mazurczak	1
II.	Podstawy genetyki i genomiki	Jerzy Bał, Ewa Bocian	5
II.1.	Podstawy genetyki molekularnej		5
II.1.1.	Kwas deoksyrybonukleinowy i jego replikacja		5
II.1.2.	Odczytywanie informacji genetycznej		6
II.1.3.	Regulacja ekspresji		11
II.1.3.1.	Wyciszanie ekspresji genu		12
II.1.3.2.	Piętnowanie genomowe		13
II.1.4.	Gen		13
II.1.5.	Świat RNA		14
II.2.	Genom człowieka		15
II.2.1.	Genomika		15
II.2.2.	Struktura genomu		16
II.2.3.	Kariotyp		18
II.2.3.1.	Struktura chromosomu		19
II.2.3.2.	Mitoza		21
II.2.3.3.	Mejoza		22
II.3.	Zmienność i dziedziczność		24
II.3.1.	Mutacje		24
II.3.1.1.	Mutacje dynamiczne		25
II.3.2.	Aberracje chromosomowe		27
II.3.3.	Polimorfizm		33
II.3.4.	Relacje genotyp–fenotyp		35
II.3.4.1.	Recesywność i dominacja		38
II.3.4.2.	Antycypacja		38
II.3.5.	Priony		39
III.	Uwarunkowania genetyczne chorób dziedzicznych	Jerzy Bał, Tadeusz Mazurczak	44
III.1.	Dziedziczenie autosomalne recesywne		44
III.2.	Dziedziczenie autosomalne dominujące		45
III.3.	Dziedziczenie sprzężone z chromosomem X		46
III.4.	Dziedziczenie wieloczynnikowe		46
III.5.	Dziedziczenie mitochondrialne		49
IV.	Genetyczna różnorodność współczesnych populacji ludzkich	Patrycja Dąca-Roszak, Ewa Ziętkiewicz	52
IV.1.	Mechanizmy powstawania różnorodności genetycznej		52

IV.1.1.	Mutacje i rodzaje markerów	52
IV.1.2.	Dryf genetyczny	54
IV.1.3.	Wpływ demografii na różnorodność populacji	54
IV.2.	Badanie historii populacji	55
IV.2.1.	Ocena poziomu różnorodności populacji i efektywna wielkość populacji	55
IV.2.2.	Ocena relacji między populacjami	56
IV.2.3.	Metody koalescencyjne w badaniach ewolucji sekwencji i ocenie wieku mutacji	56
IV.2.4.	Analiza nierównowagi sprzężeń	57
IV.3.	Ewolucja <i>Homo s. sapiens</i> w świetle danych genetycznych	58
IV.3.1.	Modele teoretyczne	58
IV.3.2.	Różnorodność nukleotydowa i efektywna wielkość macierzystej populacji	59
IV.3.3.	Struktura genetyczna gatunku	59
IV.3.4.	Rozmieszczenie różnorodności w populacjach kontynentalnych	59
IV.3.5.	Wiek macierzystej populacji i datowanie ekspansji demograficznej <i>H. s. sapiens</i>	60
IV.3.6.	Model asymilacji	61
IV.3.7.	Procesy migracji i kolonizacja świata	62
IV.3.8.	Efekty założyciela w populacjach ludzkich	63
IV.3.9.	Problematyka interpretacji różnorodności genetycznej ewolucji człowieka	64
IV.4.	Analiza archaicznego DNA	64
IV.4.1.	Problemy metodyczne	65
IV.4.2.	Analiza archaicznych form <i>Homo sapiens</i>	65
IV.4.3.	Analiza procesów kolonizacji	66
IV.4.4.	Prehistoryczne migracje w Europie	66
IV.5.	Różnorodność genetyczna populacji w zastosowaniach praktycznych	67
IV.5.1.	Populacyjne różnice częstości alleli w praktyce medycznej	67
IV.5.2.	Genetyczny profil populacji a mapowanie asocjacyjne w chorobach złożonych	68
IV.5.3.	Określanie przynależności populacyjnej i pochodzenia osób – zastosowanie w medycynie sądowej	68
IV.6.	Kierunki dalszych badań	70
V.	Prawo a dylematy współczesnej genetyki Marek Safian, Leszek Bosek	73
V.1.	Standardy europejskie	74
V.1.1.	Kilka uwag prawnoporównawczych	74
V.1.2.	Unia Europejska	79
V.1.3.	Stanowisko Rady Europy	82
V.1.4.	Regulacje zawarte w Konwencji o Ochronie Praw Człowieka i Godności Istoty Ludzkiej wobec Zastosowań Biologii i Medycyny	83
V.1.4.1.	Zakaz dyskryminacji	83
V.1.4.2.	Prawo do wolności w sferze badań naukowych wobec genomu ludzkiego. Dopuszczalność dokonywania interwencji na ludzkim genomie (zmian w genomie)	83
V.1.4.3.	Ochrona prywatności i autonomii jednostki. Dopuszczalność przeprowadzania genetycznych testów prognozujących	85
V.1.4.4.	Zakaz dokonywania selekcji płci. Autonomia	86
V.1.5.	Postanowienia protokołu dodatkowego o zakazie klonowania	86
V.1.6.	Postanowienia protokołu dodatkowego o testach genetycznych	87
V.2.	Standardy powszechne	90
V.3.	Założenia do dalszej ewolucji regulacji prawnych	91
V.4.	Stan obecny według prawa polskiego	92
VI.	Metody analizy genomu	101
VI.1.	Metody badania kwasów nukleinowych Jerzy Bal, Joanna Wiszniewska, Wojciech Wiszniewski	101
VI.1.1.	Techniki analizy DNA	101
VI.1.1.1.	Enzymy restrykcyjne	101
VI.1.1.2.	Klonowanie DNA	102
VI.1.1.3.	Hybrydyzacja	103
VI.1.1.4.	Powielanie fragmentu DNA	106
VI.1.1.5.	Sekwencjonowanie DNA	108
VI.1.1.6.	Redagowanie DNA	111
VI.1.2.	Identyfikacja mutacji	113
VI.1.3.	Mapowanie i identyfikacja genów	117
VI.2.	Metody analizy cytogenetycznej i cytogenetyki molekularnej Ewa Bocian	119

VI.2.1.	Oznaczanie kariotypu	119
VI.2.1.1.	Techniki hodowli komórkowych	120
VI.2.2.	Metody analizy chromosomów	120
VI.2.2.1.	Analiza prążkowa	122
VI.2.2.2.	Fluorescencyjna hybrydyzacja <i>in situ</i> FISH	127
VI.2.2.3.	Porównawcza hybrydyzacja genomowa	131
VI.2.3.	Identyfikacja chromatyny płciowej	136
VI.3.	Bioinformatyka	137
VI.3.1.	Bazy danych i narzędzia bioinformatyczne <i>Paweł Siedlecki</i>	137
VI.3.1.1.	Bazy danych	137
VI.3.1.2.	Struktura i wizualizacja makromolekuł	144
VI.3.1.3.	Interaktory białkowe	147
VI.3.1.4.	Bazy literatury naukowej	148
VI.3.1.5.	Przegląd wybranych narzędzi bioinformatycznych	150
VI.3.2.	Sekwencjonowanie następnej generacji <i>Tomasz Gambin</i>	155
VI.3.2.1.	Formaty danych	157
VI.3.2.2.	Potok przetwarzania danych z NGS	159
VI.3.2.3.	Kontrola jakości	163
VI.3.2.4.	Interpretacja i raportowanie wyników	165
VII.	Aspekty kliniczne aberracji chromosomowych <i>Ewa Bocian, Tadeusz Mazurczak</i>	171
VII.1.	Wskazania do analizy kariotypu	173
VII.2.	Zespoły niestabilności chromosomów.	175
VII.3.	Interpretacja kariotypu.	176
VII.4.	Kontrola jakości badań diagnostycznych w cytogenetyce klinicznej	178
VIII.	Diagnostyka molekularna	179
VIII.1.	Strategia działania <i>Jerzy Bal, Wojciech Wiszniewski, Joanna Wiszniewska</i>	179
VIII.1.1.	Badanie sposobu dziedziczenia się genu	180
VIII.1.2.	Analiza mutacji	183
VIII.1.3.	Poblematyki diagnostyczne	191
VIII.2.	Nieinwazyjna prenatalna diagnostyka molekularna <i>Katarzyna Guz, Beata Nowakowska, Agnieszka Orzińska, Sylwia Rzońca</i>	193
VIII.2.1.	Wolne cyrkulujące płodowe kwasy nukleinowe	194
VIII.2.2.	Markery dla wolnego płodowego DNA	195
VIII.2.3.	Metody separacji i identyfikacji	196
VIII.2.4.	Przykłady zastosowań NIPT	197
VIII.2.4.1.	Identyfikacja płci płodu	197
VIII.2.4.2.	Diagnostyka chorób autosomalnych	198
VIII.2.4.3.	Identyfikacja aneuploidii oraz zmian strukturalnych chromosomów	199
VIII.2.4.4.	Zastosowanie NIPT w badaniach konfliktów maczyno-płodowych	201
VIII.2.4.5.	Zastosowanie łożyskowospecyficznych miRNA w diagnostyce wewnątrzmacicznego zahamowania wzrostu płodu oraz stanu przedrzucawkowego	203
VIII.3.	Testy genetyczne <i>Jerzy Bal</i>	204
IX.	Choroby genetycznie uwarunkowane	207
IX.1.	Immunogenetyka <i>Barbara Lisowska-Groszperre, Alain Fischer</i>	208
X.1.1.	Dziedziczne choroby układu odpornościowego	209
IX.1.1.1.	Ciężki złożony niedobór odporności	209
IX.1.1.2.	Funkcjonalne niedobory odporności limfocytów T	211
IX.1.1.3.	Wadliwe różnicowanie lub funkcja limfocytów B	215
IX.1.1.4.	Dziedziczne choroby autoimmunologiczne	215
IX.1.1.5.	Choroby złożone	217
IX.1.2.	Antygeny zgodności tkankowej <i>Ewa Brojer, Katarzyna Guz, Jacek Nowak</i>	218
IX.1.2.1.	Funkcje i mechanizmy działania HLA	218
IX.1.2.2.	Podłoże genetyczne antygenów HLA	220
IX.1.2.3.	Polimorfizm HLA	222
IX.1.2.4.	Zjawisko niezrównoważenia sprzężeń	223
IX.1.2.5.	Metody oznaczania antygenów HLA	223
IX.1.2.6.	Nazewnictwo antygenów HLA	225
IX.1.2.7.	Zastosowanie i znaczenie badań antygenów HLA	225
IX.1.2.7.1.	Transplantologia	227
IX.1.2.7.2.	Transfuzjologia	230

	IX.1.2.7.3. Rejestry	230
	IX.1.2.8. HLA a występowanie chorób	231
	IX.1.2.9. Antygeny krwinek czerwonych, płytek i granulocytów	233
IX.2.	Choroby kompleksowe <i>Jacek J. Pietrzyk</i>	245
IX.2.1.	Klasyfikacja	245
IX.2.2.	Znaczenie populacyjne	245
IX.2.3.	Genetyka populacyjna – metodyka	246
	IX.2.3.1. Diagnoza fenotypowa	246
	IX.2.3.2. Selekcja	246
	IX.2.3.3. Analiza segregacyjna	247
	IX.2.3.4. Analiza sprzężeniowa	248
	IX.2.3.5. Analiza asocjacji	248
IX.2.4.	Oszacowanie udziału czynników genetycznych i środowiskowych w etiologii chorób kompleksowych	250
	IX.2.4.1. Modele dziedziczenia	251
	IX.2.4.2. Odziedziczalność	251
IX.2.5.	Identyfikacja genów głównych	252
IX.2.6.	Wybrane przykłady chorób kompleksowych	255
	IX.2.6.1. Astma alergiczna jako model choroby kompleksowej	255
	IX.2.6.2. Choroba Hirschsprunga	256
	IX.2.6.3. Cukrzyca typu I	256
	IX.2.6.4. Wady cewy nerwowej	258
	IX.2.6.5. Wady wrodzone serca	259
IX.2.7.	Specyfika poradnictwa genetycznego w chorobach kompleksowych	261
IX.2.8.	Aktualny stan badań w chorobach kompleksowych	262
IX.2.9.	Przyszłe kierunki badań – oczekiwania i ograniczenia	262
IX.3.	Choroby nowotworowe – aspekty molekularne <i>Janusz A. Siedlecki</i>	265
IX.3.1.	Molekularne aspekty chorób nowotworowych	265
	IX.3.1.1. Etapy karcynogenezy	267
	IX.3.1.2. Zaburzenia w transmisji sygnałów wzrostu – onkogeny	270
	IX.3.1.3. Utrata zdolności do rozpoznawania sygnałów antywzrostowych – geny supresorowe	274
	IX.3.1.4. Zaburzenia w systemach naprawy DNA – geny stabilizacyjne	274
	IX.3.1.5. Cykl komórkowy a transformacja nowotworowa	276
	IX.3.1.5.1. Regulacja cyklu komórkowego	276
	IX.3.1.5.2. Fosforylacja białek a cykl komórkowy	284
	IX.3.1.5.3. Konsekwencje deregulacji cyklu komórkowego	286
	IX.3.1.6. Zmiany epigenetyczne a transformacja nowotworowa	287
	IX.3.1.7. Nabywanie nieograniczonego potencjału podziałowego a transformacja nowotworowa	290
	IX.3.1.8. Transformacja nowotworowa a apoptoza	292
	IX.3.1.9. Nabywanie zdolności do unaczynienia guza	294
	IX.3.1.10. Nabywanie zdolności do tworzenia nacieków i przerzutów	296
IX.3.2.	Diagnostyka molekularna	301
	IX.3.2.1. Markery biochemiczne	301
	IX.3.2.2. Markery genetyczne	302
IX.3.3.	Znaczenie badań genetycznych w klinice	312
IX.4.	Choroby nowotworowe – aspekty cytogenetyczne <i>Janusz Limon, Magdalena Ratajska</i>	313
IX.4.1.	Białaczki i chłoniaki	313
IX.4.2.	Łgłe guzy. Mięsaki	317
IX.4.3.	Inne nowotwory	319
IX.4.4.	Badanie predyspozycji genetycznych	320
IX.4.5.	Poradnictwo genetyczne w zespołach dziedzicznej predyspozycji do nowotworów	321
	IX.4.5.1. Dziedziczne raki piersi i jajnika	322
	IX.4.5.2. Dziedziczny niepolipowaty rak jelita grubego	325
IX.4.6.	Wskazania do badań molekularnych	326
IX.5.	Choroby mitochondrialne <i>Ewa Bartnik, Katarzyna Tońska</i>	328
IX.5.1.	Genom mitochondrialny	328
IX.5.2.	Mutacje mitochondrialnego DNA	331
IX.5.3.	Mutacje genomu jądrowego prowadzące do chorób mitochondrialnych	331
IX.5.4.	Korelacje genotyp-fenotyp w chorobach mitochondrialnych	334
IX.5.5.	Diagnostyka chorób mitochondrialnych	334
IX.5.6.	Poradnictwo genetyczne w chorobach mitochondrialnych	337

IX.5.7.	Leczenie chorób mitochondrialnych i strategie reprodukcyjne	337
IX.5.8.	Polimorfizm mtDNA	338
IX.5.9.	Mitochondria w chorobach nowotworowych	339
IX.5.10.	Mitochondria a starzenie	339
X.	Epigenetyka <i>Monika Gos</i>	342
X.1.	Regulacja epigenetyczna	343
X.2.	Mechanizmy regulacji epigenetycznej	344
X.2.1.	Metylacja DNA	344
X.2.2.	Modyfikacje kowalencyjne białek histonowych	346
X.2.3.	Struktura chromatyny	346
X.2.4.	Białka związane z regulacją ekspresji genów i przebudowaniem struktury chromatyny	349
X.2.5.	Niekodujący RNA	349
X.3.	Rodzicielskie piętnowanie genomowe	350
X.4.	Zaburzenia procesów regulacji epigenetycznej jako przyczyna chorób dziedzicznych	352
X.4.1.	Choroby związane z nałożeniem nieprawidłowego wzoru epigenetycznego	352
X.4.2.	Choroby związane z defektem w genach kodujących modyfikatory epigenetyczne	364
X.5.	Somatyczne zmiany epigenetyczne jako efekt konstytutywnego defektu genetycznego	371
X.6.	Epigenetyczne zmiany somatyczne jako przyczyna chorób kompleksowych	371
X.6.1.	Nowotwory	373
X.6.2.	Demencja/otępienie	375
X.6.3.	Choroby układu krążenia	376
X.7.	Dziedziczenie międzypokoleniowe	376
XI.	Genetycznie uwarunkowana zmienność osobnicza a współczesne problemy zdrowotne	379
XI.1.	Farmakogenetyka <i>Władysław A. Daniel</i>	379
XI.1.1.	Farmakogenetyka jako nowa dziedzina nauki	379
XI.1.2.	Polimorfizm reakcji utleniania z udziałem cytochromu P450	381
XI.1.3.	Polimorfizm reakcji sprzęgania	386
XI.1.3.1.	N-acetylotransferaza	386
XI.1.3.2.	S-transferaza glutationowa	387
XI.1.3.3.	UDP-glukuronylotransferaza	387
XI.1.3.4.	S-metylotransferaza tiopuryny	388
XI.1.4.	Fenotypowanie	388
XI.1.4.1.	Fenotypowanie w kierunku aktywności cytochromu P450	389
XI.1.4.2.	Fenotypowanie w kierunku aktywności N-acetylotransferazy 2	390
XI.1.5.	Kliniczne znaczenie farmakogenetyki	390
XI.1.6.	Czy farmakogenetyka dotyczy jedynie enzymów metabolizujących leki?	393
XI.1.6.1.	Polimorfizm transporterów leków	393
XI.1.6.2.	Polimorfizm receptorów i transporterów neuroprzebiegów	393
XI.1.7.	Farmakogenetyka i farmakogenomika a indywidualizacja farmakoterapii	395
XI.2.	Nutrigenetyka <i>Małgorzata Schlegel-Zawadzka</i>	396
XI.2.1.	Produkty żywnościowe, składniki pokarmowe, zwyczaje i nawyki żywieniowe	397
XI.2.2.	Metodyka badań	397
XI.2.3.	Interakcja składników diety i genów	400
XI.2.4.	Fenotyp żywieniowy	400
XI.2.5.	Indywidualizacja diety, zapobieganie chorobom dietozależnym	403
XI.2.6.	Etyczne problemy a żywieniowe badania genetyczne	404
XII.	Leczenie – praktyka i nadzieje	407
XII.1.	Znaczenie terapii <i>Jerzy Bał, Tadeusz Mazurczak</i>	407
XII.2.	Genetyczne choroby metaboliczne – możliwości leczenia <i>Anna Tyłki-Szymańska, Barbara Czartoryska</i>	409
XII.2.1.	Definicja choroby metabolicznej	409
XII.2.2.	Przyczyny zaburzeń przemian metabolicznych	410
XII.2.3.	Diagnostyka	411
XII.2.4.	Możliwości lecznicze	411
XII.2.4.1.	Działanie na poziomie metabolitu	412
XII.2.4.2.	Działanie na poziomie zmutowanego enzymu	413
XII.2.4.3.	Inne formy terapii	418
XII.2.5.	Skuteczność leczenia – „choroby rzadkie”	418
XII.3.	Terapia genowa chorób dziedzicznych <i>Jerzy Bał</i>	419
XII.3.1.	Modele zwierzęce chorób dziedzicznych	420

XII.3.2. Przywrócenie utraconej funkcji – transfer genu	420
XII.3.3. Zablockowanie ekspresji	422
XII.3.4. Redagowanie DNA	423
XII.4. Terapia genowa chorób nowotworowych <i>Janusz A. Siedlecki</i>	423
XII.4.1. Supresja fenotypu nowotworowego	424
XII.4.2. Odpowiedź gospodarz–nowotwór	425
XII.4.3. Niszczenie komórek nowotworowych	425
XII.4.4. Ochrona komórek macierzystych	425
XII.4.5. Antyangiogenna forma terapii nowotworów	426
XII.5. Terapia – wzmocnienie genetyczne – predyspozycje <i>Jerzy Bal</i>	427
XIII. Poradnictwo genetyczne i profilaktyka chorób <i>Tadeusz Mazurczak</i>	429
XIII.1. Poradnictwo genetyczne	429
XII.1.1. Definicja i cele poradnictwa genetycznego	430
XII.1.2. Metodyka poradnictwa genetycznego	431
XII.1.3. Aspekty psychologiczne poradnictwa genetycznego	434
XIII.2. Profilaktyka chorób genetycznych	438
XIV. Epidemiologia chorób genetycznie uwarunkowanych <i>Anna Latos-Bieleńska</i>	443
XIV.1. Częstość występowania chorób genetycznych w różnych okresach życia człowieka	443
XIV.2. Choroby genetyczne a choroby rzadkie. Rejestry chorób genetycznych	444
XIV.3. Epidemiologia poszczególnych rodzajów chorób genetycznych.	445
XIV.3.1. Aberracje chromosomowe i choroby genomowe	445
XIV.3.2. Choroby uwarunkowane jednogenu	446
XIV.3.3. Choroby uwarunkowane wielogenu/wieloczynnikowo (choroby kompleksowe)	450
XIV.4. Epidemiologia wrodzonych wad rozwojowych	451
XV. Spektrum zastosowań biologii molekularnej	457
XV.1. Analiza DNA w genetyce sądowej <i>Piotr Koziół, Urszula Rogalla, Tomasz Grzybowski</i>	457
XV.1.1. Badania genetyczne w ustalaniu ojcostwa	457
XV.1.1.1. Aspekty prawne	458
XV.1.1.2. Markery genetyczne w analizie ojcostwa	459
XV.1.1.3. Analiza polimorfizmu mikrosatelitarnego	461
XV.1.1.4. Analiza wyników w ekspertyzie dla sądu	463
XV.1.2. Badanie śladów biologicznych w sprawach kryminalnych	468
XV.1.2.1. Polimorfizm chromosomu Y	472
XV.1.2.2. Polimorfizm DNA mitochondrialnego	475
XV.1.2.3. Sekwencjonowanie następnej generacji w genetyce sądowej	478
XV.1.2.4. Badania predykcyjne	479
XV.1.2.5. Analiza pochodzenia biogeograficznego w genetyce sądowej	482
XV.1.3. Banki profili genetycznych	485
XV.2. Diagnostyka chorób infekcyjnych i inwazyjnych	486
XV.2.1. Podstawy diagnostyki molekularnej <i>Norman J. Pieniążek</i>	486
XV.2.1.1. Przykłady zastosowania	487
XV.2.1.2. Kontrola jakości	488
XV.2.1.3. Nowe czynniki infekcyjne	489
XV.2.1.4. Epidemiologia molekularna	492
XV.2.1.5. Prawny status molekularnych testów diagnostycznych	494
XV.2.2. Analiza genetyczna w bakteriologii i epidemiologii zakażeń bakteryjnych <i>Janusz Fielt, Radosław, Izdebski, Marek Gniadkowski</i>	494
XV.2.2.1. Strategie i obszary zastosowań analizy genetycznej	494
XV.2.2.2. Wykrywanie obecności bakterii w materiale klinicznym i środowisku	495
XV.2.2.3. Identyfikacja taksonomiczna	497
XV.2.2.4. Metody genetyczne w epidemiologii zakażeń bakteryjnych	499
XV.2.2.5. Wykrywanie i charakterystyka elementów genetycznych związanych z rozprzestrzenianiem, zjadliwością i lekoopornością bakterii	505
XV.2.2.6. Genomika bakterii i jej zastosowania	508
XV.2.2.7. Dostępność, przetwarzanie i wymiana danych	509
XV.2.3. Diagnostyka wirusów przenoszonych przez krew <i>Ewa Brojer, Piotr Grabarczyk</i>	511
XV.2.3.1. Wirusy wykrywane we krwi ludzkiej i ich znaczenie w transfuzjologii	511
XV.2.3.2. Molekularne badania przeglądowe u dawców krwi	511
XV.2.3.3. Metody i diagnostyka wirusologiczna	512
XV.3. Biotechnologia <i>Józef Kapusta, Tomasz Pniewski</i>	519

XV.3.1.	Szczepionki	520
XV.3.1.1.	Wykorzystanie bakteryjnego systemu ekspresji w produkcji szczepionek	522
XV.3.1.2.	Otrzymywanie szczepionek w roślinach	524
XV.3.2.	Indukcja tolerancji immunologicznej	531
XV.3.3.	Wytwarzanie przeciwciał monoklonalnych	532
XV.3.3.1.	Rośliny transgeniczne jako bioreaktor do wytwarzania przeciwciał monoklonalnych	532
XV.3.3.2.	Przeciwciała monoklonalne a ochrona roślin	533
XV.3.4.	Biotechnologia w pozyskiwaniu naturalnych farmaceutyków roślinnych	533
XV.3.5.	Produkcja w roślinach związków biologicznie aktywnych, terapeutyków i nutraceutyków	536
XV.3.6.	Zwierzęta transgeniczne w produkcji biofarmaceutyków	537
XV.3.7.	Komórki macierzyste, medycyna regeneracyjna, klonowanie i terapia transplantacyjna	537
XV.3.8.	Biotechnologia medyczna z perspektywy lat – nowe wyzwania	545
XVI.	Słabość i siła genocentrycznej wizji biologii <i>Andrzej Jerzmanowski</i>	549
XVII.	Uzupełnienia i załączniki <i>Jerzy Bał, Ewa Bocian</i>	557
XVII.1.	Kod genetyczny	557
XVII.2.	Przygotowanie materiału do badania	557
XVII.2.1.	Pobranie krwi na izolację DNA	557
XVII.2.2.	Pobranie krwi do badania cytogenetycznego	558
XVII.3.	Nazewnictwo genów i mutacji	558
XVII.4.	Ważniejsze osiągnięcia w genetyce i biologii molekularnej w latach 1953–2016	560
XVII.5.	Słownik terminów	562
XVII.6.	Przykłady wyników diagnostyki molekularnej.	566
XVII.7.	Deklaracja świadomej zgody	573
XVII.8.	Konwencja o Ochronie Praw Człowieka i Godności Istoty Ludzkiej wobec Zastosowań Biologii i Medycyny	574
XVII.9.	Projekt Protokołu Dodatkowego do Konwencji o Ochronie Praw Człowieka i Godności Istoty Ludzkiej wobec Zastosowań Biologii i Medycyny w sprawie zakazu klonowania istot ludzkich	581
XVII.10.	Projekt komentarza do projektu Protokołu Dodatkowego w sprawie zakazu klonowania istot ludzkich	582
XVII.11.	Protokół Dodatkowy do Konwencji o Prawach Człowieka i Biomedycynie o testach genetycznych dla celów zdrowotnych.	583