

Spis treści

I.	Zakres zastosowań diagnostyki molekularnej w medycynie	<i>Jerzy Bał, Tadeusz Mazurczak</i>	1
II.	Podstawy genetyki i genomiki	<i>Jerzy Bał, Ewa Bocian</i>	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	<i>Jerzy Bał, Tadeusz Mazurczak</i>	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	<i>Patrycja Dąca-Roszak, Ewa Ziętkiewicz</i>	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 Bał, 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 <i>Tomasz Gambin</i>	150
VI.3.2.	Sekwencjonowanie następnej generacji	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 Bał, Wojciech Wiszniewski, Joanna Wiszniewska</i>	179
VIII.1.1.	Badanie sposobu dziedziczenia się genu	180
VIII.1.2.	Analiza mutacji	183
VIII.1.3.	Poblem 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 Bał</i>	204
IX.	Choroby genetycznie uwarunkowane	207
IX.1.	Immunogenetyka <i>Barbara Lisowska-Groszperre, Alain Fischer</i>	208
IX.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 insulinozależna	256
IX.2.6.4.	Wady cewy nerwowej	258
IX.2.7.	Specyfika poradnictwa genetycznego w chorobach kompleksowych	259
IX.2.8.	Aktualny stan badań w chorobach kompleksowych	260
IX.2.9.	Przyszłe kierunki badań – oczekiwania i ograniczenia	260
IX.3.	Choroby nowotworowe <i>Janusz A. Siedlecki</i>	262
IX.3.1.	Molekularne aspekty chorób nowotworowych	262
IX.3.1.1.	Etapy karcynogenezy	264
IX.3.1.2.	Zaburzenia w transmisji sygnałów wzrostu – onkogeny	267
IX.3.1.3.	Utrata zdolności do rozpoznawania sygnałów antywzrostowych – geny supresorowe	271
IX.3.1.4.	Zaburzenia w systemach naprawy DNA – geny stabilizacyjne	271
IX.3.1.5.	Cykl komórkowy a transformacja nowotworowa	273
IX.3.1.5.1.	Regulacja cyklu komórkowego	273
IX.3.1.5.2.	Fosforylacja białek a cykl komórkowy	281
IX.3.1.5.3.	Konsekwencje deregulacji cyklu komórkowego	283
IX.3.1.6.	Zmiany epigenetyczne a transformacja nowotworowa	284
IX.3.1.7.	Nabywanie nieograniczonego potencjału podziałowego a transformacja nowotworowa	287
IX.3.1.8.	Transformacja nowotworowa a apoptoza	289
IX.3.1.9.	Nabywanie zdolności do unaczynienia guza	291
IX.3.1.10.	Nabywanie zdolności do tworzenia nacieków i przerzutów	293
IX.3.2.	Diagnostyka molekularna	298
IX.3.2.1.	Markery biochemiczne	298
IX.3.2.2.	Markery genetyczne	299
IX.3.3.	Znaczenie badań genetycznych w klinice	309
IX.3.4.	Aspekty cytogenetyczne <i>Janusz Limon, Magdalena Ratajska</i>	310
IX.3.4.1.	Białaczki i chłoniaki	310
IX.3.4.2.	Lite guzy. Mięsaki	314
IX.3.4.3.	Inne nowotwory	316
IX.3.5.	Badanie predyspozycji genetycznych	317
IX.3.6.	Poradnictwo genetyczne w zespołach dziedzicznej predyspozycji do nowotworów	318
IX.3.6.1.	Dziedziczne raki piersi i jajnika	319
IX.3.6.2.	Dziedziczny niepolipowaty rak jelita grubego	322
IX.3.7.	Wskazania do badań molekularnych	323
IX.4.	Choroby mitochondrialne <i>Ewa Bartnik, Katarzyna Tońska</i>	325
IX.4.1.	Genom mitochondrialny	325
IX.4.2.	Mutacje mtDNA	328
IX.4.3.	Korelacje genotyp/fenotyp	328
IX.4.4.	Współzależność mtDNA – genom jądrowy	331
IX.4.5.	Diagnostyka chorób mitochondrialnych	331
IX.4.6.	Poradnictwo genetyczne w chorobach mitochondrialnych	334
IX.4.7.	Leczenie chorób mitochondrialnych i strategii reprodukcyjne	335

IX.4.8.	Polimorfizm mtDNA	335
IX.4.9.	Mitochondria w chorobach nowotworowych	336
IX.4.10.	Mitochondria a starzenie	336
X.	Epigenetyka <i>Monika Gos</i>	339
X.1.	Regulacja epigenetyczna	341
X.2.	Mechanizmy regulacji epigenetycznej	342
X.2.1.	Metylacja DNA	342
X.2.2.	Modyfikacje kowalencyjne białek histonowych	344
X.2.3.	Struktura chromatyny	344
X.2.4.	Białka związane z regulacją ekspresji genów i przebudowaniem struktury chromatyny	347
X.2.5.	Niekodujący RNA	347
X.3.	Rodzicielskie piętrowanie genomowe	348
X.4.	Zaburzenia procesów regulacji epigenetycznej jako przyczyna chorób dziedzicznych	350
X.4.1.	Choroby związane z nałożeniem nieprawidłowego wzoru epigenetycznego	350
X.4.2.	Choroby związane z defektem w genach kodujących modyfikatory epigenetyczne	362
X.5.	Somatyczne zmiany epigenetyczne jako efekt konstytutywnego defektu genetycznego	369
X.6.	Epigenetyczne zmiany somatyczne jako przyczyna chorób kompleksowych	369
X.6.1.	Nowotwory	371
X.6.2.	Demencja/otępienie	373
X.6.3.	Choroby układu krążenia	374
X.7.	Dziedziczenie międzypokoleniowe	374
XI.	Genetycznie uwarunkowana zmienność osobnicza a współczesne problemy zdrowotne	377
XI.1.	Farmakogenetyka <i>Władysław A. Daniel</i>	377
XI.1.1.	Farmakogenetyka jako nowa dziedzina nauki	377
XI.1.2.	Polimorfizm reakcji utleniania z udziałem cytochromu P450	379
XI.1.3.	Polimorfizm reakcji sprzęgania	384
XI.1.3.1.	N-acetylotransferaza	384
XI.1.3.2.	S-transferaza glutationowa	385
XI.1.3.3.	UDP-glukuronylotransferaza	385
XI.1.3.4.	S-metylotransferaza tiopuryny	386
X.1.4.	Fenotypowanie	386
X.1.4.1.	Fenotypowanie w kierunku aktywności cytochromu P450	387
X.1.4.2.	Fenotypowanie w kierunku aktywności N-acetylotransferazy 2	388
XI.1.5.	Kliniczne znaczenie farmakogenetyki	388
XI.1.6.	Czy farmakogenetyka dotyczy jedynie enzymów metabolizujących leki?	391
XI.1.6.1.	Polimorfizm transporterów leków	391
XI.1.6.2.	Polimorfizm receptorów i transporterów neuroprzekazników	391
XI.1.7.	Farmakogenetyka i farmakogenomika a indywidualizacja farmakoterapii	393
XI.2.	Nutrigenetyka <i>Małgorzata Schlegel-Zawadzka</i>	394
XI.2.1.	Produkty żywnościowe, składniki pokarmowe, zwyczaje i nawyki żywieniowe	395
XI.2.2.	Metodyka badań	395
XI.2.3.	Interakcja składników diety i genów	398
XI.2.4.	Fenotyp żywieniowy	398
XI.2.5.	Indywidualizacja diety, zapobieganie chorobom dietozależnym	401
XI.2.6.	Etyczne problemy a żywieniowe badania genetyczne	402
XII.	Leczenie – praktyka i nadzieje	405
XII.1.	Znaczenie terapii <i>Jerzy Bal, Tadeusz Mazurczak</i>	405
XII.2.	Genetyczne choroby metaboliczne – możliwości leczenia <i>Anna Tylki-Szymańska, Barbara Czartoryska</i>	407
XII.2.1.	Definicja choroby metabolicznej	407
XII.2.2.	Przyczyny zaburzeń przemian metabolicznych	408
XII.2.3.	Diagnostyka	409
XII.2.4.	Możliwości lecznicze	409
XII.2.4.1.	Działanie na poziomie metabolitu	410
XII.2.4.2.	Działanie na poziomie zmutowanego enzymu	411
XII.2.4.3.	Inne formy terapii	416
XII.2.5.	Skuteczność leczenia – „choroby rzadkie”	416
XII.3.	Terapia genowa chorób dziedzicznych <i>Jerzy Bal</i>	417
XII.3.1.	Modele zwierzęce chorób dziedzicznych	418
XII.3.2.	Przywrócenie utraconej funkcji – transfer genu	418
XII.3.3.	Zablokowanie ekspresji	420

XII.3.4.	Redagowanie DNA	421
XII.4.	Terapia genowa chorób nowotworowych Janusz A. Siedlecki	421
XII.4.1.	Supresja fenotypu nowotworowego	422
XII.4.2.	Odpowiedź gospodarz-nowotwór	423
XII.4.3.	Niszczanie komórek nowotworowych	423
XII.4.4.	Ochrona komórek macierzystych	423
XII.4.5.	Antyangiogenna forma terapii nowotworów	424
XII.5.	Terapia – wzmocnienie genetyczne – predyspozycje Jerzy Bal	425
XIII.	Poradnictwo genetyczne i profilaktyka chorób Tadeusz Mazurczak	427
XIII.1.	Poradnictwo genetyczne	427
XII.1.1.	Definicja i cele poradnictwa genetycznego	428
XII.1.2.	Metodyka poradnictwa genetycznego	429
XII.1.3.	Aspekty psychologiczne poradnictwa genetycznego	432
XIII.2.	Profilaktyka chorób genetycznych	436
XIV.	Epidemiologia chorób genetycznie uwarunkowanych Anna Latos-Bieleńska	441
XIV.1.	Częstość występowania chorób genetycznych w różnych okresach życia człowieka	441
XIV.2.	Choroby genetyczne a choroby rzadkie. Rejestry chorób genetycznych	442
XIV.3.	Epidemiologia poszczególnych rodzajów chorób genetycznych	443
XIV.3.1.	Aberracje chromosomowe i choroby genomowe	443
XIV.3.2.	Choroby uwarunkowane jednogеноwo	444
XIV.3.3.	Choroby uwarunkowane wielogenowo/wieloczynnikowo (choroby kompleksowe)	448
XIV.4.	Epidemiologia wrodzonych wad rozwojowych	449
XV.	Spektrum zastosowań biologii molekularnej	455
XV.1.	Analiza DNA w genetyce sądowej Piotr Koziół, Urszula Rogalla, Tomasz Grzybowski	455
XV.1.1.	Badania genetyczne w ustalaniu ojcostwa	455
XV.1.1.1.	Aspekty prawne	456
XV.1.1.2.	Markery genetyczne w analizie ojcostwa	457
XV.1.1.3.	Analiza polimorfizmu mikrosatelitarnego	459
XV.1.1.4.	Analiza wyników w ekspertyzie dla sądu	461
XV.1.2.	Badanie śladów biologicznych w sprawach kryminalnych	466
XV.1.2.1.	Polimorfizm chromosomu Y	470
XV.1.2.2.	Polimorfizm DNA mitochondrialnego	473
XV.1.2.3.	Sekwencjonowanie następnej generacji w genetyce sądowej	476
XV.1.2.4.	Badania predykcyjne	477
XV.1.2.5.	Analiza pochodzenia biogeograficznego w genetyce sądowej	480
XV.1.3.	Banki profili genetycznych	483
XV.2.	Diagnostyka chorób infekcyjnych i inwazyjnych	484
XV.2.1.	Podstawy diagnostyki molekularnej Norman J. Pieniążek	484
XV.2.1.1.	Przykłady zastosowania	485
XV.2.1.2.	Kontrola jakości	486
XV.2.1.3.	Nowe czynniki infekcyjne	487
XV.2.1.4.	Epidemiologia molekularna	490
XV.2.1.5.	Prawny status molekularnych testów diagnostycznych	492
XV.2.2.	Analiza genetyczna w bakteriologii i epidemiologii zakażeń bakteryjnych Janusz Fiett, Radosław, Izdebski, Marek Gniadkowski	492
XV.2.2.1.	Strategie i obszary zastosowań analizy genetycznej	492
XV.2.2.2.	Wykrywanie obecności bakterii w materiale klinicznym i środowisku	493
XV.2.2.3.	Identyfikacja taksonomiczna	495
XV.2.2.4.	Metody genetyczne w epidemiologii zakażeń bakteryjnych	497
XV.2.2.5.	Wykrywanie i charakterystyka elementów genetycznych związanych z rozprzestrzenianiem, zjadliwością i lekoopornością bakterii	503
XV.2.2.6.	Genomika bakterii i jej zastosowania	506
XV.2.2.7.	Dostępność, przetwarzanie i wymiana danych	507
XV.2.3.	Diagnostyka wirusów przenoszonych przez krew Ewa Brojer, Piotr Grabarczyk	509
XV.2.3.1.	Wirusy wykrywane we krwi ludzkiej i ich znaczenie w transfuzjologii	509
XV.2.3.2.	Molekularne badania przeglądowe u dawców krwi	509
XV.2.3.3.	Metody i diagnostyka wirusologiczna	510
XV.3.	Biotechnologia Józef Kapusta, Tomasz Pniewski	517
XV.3.1.	Szczepionki	518

XV.3.1.1.	Wykorzystanie bakteryjnego systemu ekspresji w produkcji szczepionek	520
XV.3.1.2.	Otrzymywanie szczepionek w roślinach	522
XV.3.2.	Indukcja tolerancji immunologicznej	529
XV.3.3.	Wytwarzanie przeciwciał monoklonalnych	530
XV.3.3.1.	Rośliny transgeniczne jako bioreaktor do wytwarzania przeciwciał monoklonalnych	530
XV.3.3.2.	Przeciwciała monoklonalne a ochrona roślin	531
XV.3.4.	Biotechnologia w pozyskiwaniu naturalnych farmaceutyków roślinnych	531
XV.3.5.	Produkcja w roślinach związków biologicznie aktywnych, terapeutyków i nutraceutyków	534
XV.3.6.	Zwierzęta transgeniczne w produkcji biofarmaceutyków	535
XV.3.7.	Komórki macierzyste, medycyna regeneracyjna, klonowanie i terapia transplantacyjna	535
XV.3.8.	Biotechnologia medyczna z perspektywy lat – nowe wyzwania	543

XVI. Słabość i siła genocentrycznej wizji biologii	<i>Andrzej Jerzmanowski</i>	547
---	---------------------------------------	-----

XVII. Uzupełnienia i załączniki	<i>Jerzy Bał, Ewa Bocian</i>	555
--	--	-----

XVII.1.	Kod genetyczny	555
XVII.2.	Przygotowanie materiału do badania	555
XVII.2.1.	Pobranie krwi na izolację DNA	555
XVII.2.2.	Pobranie krwi do badania cytogenetycznego	556
XVII.3.	Nazewnictwo genów i mutacji	556
XVII.4.	Ważniejsze osiągnięcia w genetyce i biologii molekularnej w latach 1953–2016	558
XVII.5.	Słownik terminów	560
XVII.6.	Przykłady wyników diagnostyki molekularnej	564
XVII.7.	Deklaracja świadomej zgody	571
XVII.8.	Konwencja o Ochronie Praw Człowieka i Godności Istoty Ludzkiej wobec Zastosowań Biologii i Medycyny	572
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	579
XVII.10.	Projekt komentarza do projektu Protokołu Dodatkowego w sprawie zakazu klonowania istot ludzkich	580
XVII.11.	Protokół Dodatkowy do Konwencji o Prawach Człowieka i Biomedycynie o testach genetycznych dla celów zdrowotnych	581