

Tartalomjegyzék

Előszó	1
I. A kiterjesztett evolúciós szintézis	3
I.1. Az evolúciós gondolat darwini gondolat	4
Az evolúció helye a modern biológiában	4
Az evolúciós gondolkodás alapjai	6
Szaporodás, öröklődés, változatosság	7
Az exponenciális növekedés	7
A korlátozott növekedés	10
Darwini evolúció	12
Az evolúciós gondolkodás története	12
A fajok eredete	12
Mendel és az öröklődés	14
A modern szintézis	14
A molekuláris forradalom	17
Új módszerek, régi viták	19
Az evolúció nagy átmenetei – a kiterjesztett szintézis	22
Az evolúció tárgyalásának módozatai	23
Az evolúció vizsgálati módszerei	23
I.2. Darwini medicina	32
Miben halunk meg?	33
Védekezés	34
Fertőző betegségek	35
Patogén–gazda koevolúció	36
Új gazdán való megtelepedés	37
Antibiotikum-rezisztencia	37
Sebesülések	39
Mérgek	40
Gének és betegségek	41
Tervezési kompromisszum	42
Evolúciós történetünk örökségei	45
Csuklás	46
A félrenyelés kockázata	48
Az inverz szem problémája	48
Új környezet	49
Rák	56

Öregedés	58
I.3.Mi öröklődik? – Evolúció négy dimenzióban	62
Genetikai öröklődés	63
A mendeli öröklődés	63
A csíra–szóma elválás	64
A centrális dogma	66
Epigenetikus öröklődés	67
Strukturális öröklődés	69
Önfenntartó transzkripció visszacsatolás	70
A korai befolyások hatása a későbbi generációkra	71
Növényi szörnycék – kromatinjel alapú epigenetikai öröklődés	72
A félelem öröklődése	73
Jaynus	73
Viselkedési öröklődés	74
Ételpreferencia örökítése	75
Patkányok a fenyőerdőben	77
Konformizmus széncinegék körében	78
Békés tradíció páviánoknál	78
Hangutánzás énekesmadarakban	79
Szimbolikus öröklődés	80
Kultúra és intelligencia	81
Az öröklődési rendszerek összehasonlítása	83
Hogyan befolyásolják egymást az öröklődési rendszerek?	86
I.4.Mutáció és változatosság	90
A mutációk hatása	91
A változatosság megjelenésének rátája	93
Mutációs ráta	95
A nem hatása a mutációs rátára	98
Epimutációs ráta	99
A nem véletlen mutációs változás molekuláris alapjai	99
Pontmutáció	99
Beékelődések és kivágódások (indelek)	102
A nem véletlen helyen keletkező mutációk	103
Transzpozonok	104
Rekombinációs „hotspot”-ok	104
A nem véletlen időben keletkező mutációk	105
A természetes génmérnökség	106
Moduláris fehérjeevolúció	110
Alternatív kivágódás	110
Horizontális géntranszfer	111
Endogén vírusok	112
Magasabb rendű élőlények közötti horizontális géntranszfer	113

Változatosság generálása a kiterjesztett evolúciós szintézisben . . .	114
I.5. Az ideális populáció és evolúciós következményei	116
Haploid aszexuális populáció	117
Migráció	120
Génáramlás kontinensről sziget felé	121
Hardy–Weinberg tehetetlenségi törvény	121
Egy lokusz, 2 allél, autoszóma	122
Nem Hardy–Weinberg-egyensúlyban levő kiindulási populáció	124
Ivari kromoszómán öröklődő gén, 2 allél	125
Több lokusz, lokuszonként két allél	128
Eltérés a Hardy–Weinberg-egyensúlytól	129
Strukturált populációk – a Wahlund-effektus	132
I.6. Sodródás. Az evolúció neutrális elmélete	135
Egy főből álló populáció	135
A sodródás Wright–Fisher-modellje	136
Peter Buri <i>Drosophila</i> -kísérlete	139
Szimulált populációk	139
Effektív populációméret	141
Alapító és palacknyak-hatás	142
Az evolúció neutrális elmélete és a molekuláris óra	143
Különböző génszakaszok evolúciója	145
Majdnem semleges elmélet: kissé rossz mutációk elterjedése	146
Ádám és Éva	147
A leszármazási vonalak egyesülése és a történelemkutatás	150
A magyarság őstörténete a genetika fényében	151
I.7. Szelekció	154
Szelekció haploid populációban	155
Egy lokusz, két allél	155
Egy biológiai példa	157
Szelekció diploid, szexuális populációban	157
Irányító/direkcionális szelekció	162
Heterozigóta-hátrány	163
Heterozigóta-előny	164
Rátermettségfogalmak	165
Átlagos, felnőttkort megélt utódszám	168
Probléma: kis populációk	168
Probléma: unokátlan fenotípus	169
Probléma: klonális élőlények	170
Probléma: átfedő generációk	170
Növekedési ráta átfedő generációkban	171

Rossz rátermettségfogalmak: egyedszám, gyakoriság és várható gyakoriság	173
Konklúzió helyett	174
Szelekciós–mutációs egyensúly	175
Szelekciós–mutációs egyensúly haploid populációban	175
Szelekciós–mutációs egyensúly diploid populációban	176
Szelekció, sodródás és mutáció	178
Szelekció halálos behatással szemben	180
I.8.Fenotípusos evolúció	181
Mennyiségi jellegek evolúciója – az additív modell	182
Szelekció környezeti hatás nélkül	183
Szelekció környezeti zajjal	185
Mennyiségi genetika a genomika korában	186
Episztázis és dominancia	188
Fenotípusos variancia	188
Heritabilitásértékek emberi tulajdonságokra	191
A heritabilitásértékek értelmezése	192
Fenotipikus evolúció	193
Hosszú távú szelekció mennyiségi jellegeken	195
Gyakoriságfüggő szelekció	195
Ritka előny	195
Ritka hátrány – a Müller-féle mimikri	196
A Bates-féle mimikri	197
Fenotípusos plaszticitás	198
I.9.Adaptáció	201
Az adaptáció fogalma	202
Az adaptációs magyarázatok szerkezete	204
Adaptációs történetek	205
Tüskés pikó páncélpikkelyei	205
Rejtőszín	205
A fakopáncs kopácsolása	208
Nagyobb csoportban élő fajok hímjeinek nagyobb a heréje	209
Az evolúciós filozófiálatás hátulütői	210
A szarvasmarha és a nyúvágó	210
A zsiráf hosszú nyaka	212
Amikor az adaptációs történetek nem működnek	213
Szerkezeti kényszerek	214
Evolúciós örökség	214
Pleiotrópia	214
Közvetetten szelektált melléktermékek	215
Niche-konstrukció	216
A niche-konstrukció definíciója	217

Példák a niche-konstrukcióra	217
Zombiapokalipszis	219
A gazda kívánatossá tétele	221
A gazda más környezetbe kényszerítése	223
Vektormanipuláció	224
Testőr-manipuláció	225
I.10.Fajképződés	227
Fajfogalom	228
Biológiai fajfogalom	228
Faji elkülönülés térben és időben	229
Filogenetikai fajfogalom	231
Reproduktív izoláció	232
Prezigotikus reproduktív izoláció	232
Az ellenkező nemű egyedek nem találkoznak	233
Az ellenkező neműek nem ismerik fel egymást szexu- ális partnerként	234
Nemi szervek inkompatibilitása	235
Megtermékenyítés nem történik	236
Posztzigotikus reproduktív izoláció	237
A fajképződés földrajzi módozatai	238
Allopatrikus fajtaképződés	238
Peripatrikus fajképződés	241
Szimpatrikus fajképződés	242
Parapatrikus fajképződés	246
A reproduktív izoláció okai	246
Ökológiai fajképződés	247
Fajképződés egy lépésben	247
Mutáció sorrend fajképződés	249
Adaptív radiáció	250
Despeciáció / Reverz speciáció	251
I.11.Az evolúció bizonyítékai és az evolúcióval kapcsolatos tév- hitek	253
Az evolúció bizonyítékai	254
Ősmaradványok	254
Közös ős	255
Csoportos földrajzi elterjedés	257
Csökevényes szervek	257
Evolúciós kísérletek	260
SELEX-kísérlet	260
Lenski baktériumai	262
Evolúciós tévhitek	265
Az élet létrája	265

Csak azok az élőlények léteznek, amelyek most élnek	266
A csimpánzoktól származunk	267
Az utolsó közös ős nagyon egyszerű élőlény volt	267
Az utolsó közös ős egymaga éldegélt	268
„Vértől vöröslő karmok és fogak”	269
Az evolúció előrelátó	270
Az evolúció lassú	271
Az evolúció véletlen	271
Gyors evolúciós változások	273
Guppi-evolúció más predációs nyomásra	274
Tüskés pikó	274
Túlhalászás – darwini adósság	275
Amerikai ginzeng (<i>Panax quinquefolius</i>)	278
I.12. Makroevolúció – az evolúció nagy átmenetei	280
A nagy evolúciós átmenetek jellemzése	281
Az evolúciós nagy átmenetek lefolyása és stádiumai	283
Nagy evolúciós átmenetek osztályozása	285
A nagy evolúciós átmenetek felsorolása	287
A sejt kialakulása	288
A transzkripció evolúciója	289
Kromoszómába kapcsolt gének	290
A genetikai kód és a fehérjetranszláció eredete	290
Mitokondrium mint sejtszervecske	291
Aszexuális klónokból szexuális populáció	292
Plasztisz kialakulása	294
Egysejtűekből többsejtű szervezetek, differenciálódott sejtekkel	295
Kémiailag integráltból neuronálisan integrált élőlény	296
Adaptív immunrendszer megjelenése	297
Euszociális társadalmak eredete	297
Az állati kultúra megjelenése	299
Az emberi nyelv evolúciója	299
Evolúciós visszafordulás?	300
Egyszerű és nehéz átmenetek	301
I.13. Koevolúció	304
Fegyverkezési versenyek	306
Vörös királynő-hipotézis	307
Álomkór és az ellene való védekezés	308
Fegyverkezési verseny több faj között	310
Mutualizmus	312
Beporzási mutualizmus	313
A jukka és a jukkamoly	314
A füge és a fügedarázs	315

Mutualizmus hangyákkal	316
Növények és hangyák	317
Állattartás: a mézharmattermelő rovarok és a hangyák	318
Mezőgazdaság: a levélvágó hangya és gombája	319
Tápanyag-szimbiózisok	320
Rovarak és endoszimbiótáik	321
A fotoszintetizáló csiga	322
Nitrogénfixáló szimbionták	323
I.14. Ember és evolúció	324
Kihalások: az ember mint szuperragadozó	325
Despeciáció: Észak-Amerika farkasai	327
Niche-konstrukció: mezőgazdaság és állattenyésztés	329
Növénytermesztés	332
Háziasítás	333
A kutya házasítása	336
Van-e evolúció az emberi populációban?	338
Sodródás: véges populációméret	339
Génáramlás: jelentős migráció	340
Mutációk	340
Szexuális szelekció: preferenciális párválasztás	341
Szelekció: differenciál túlélés és fekunditás	342
Az ember recens evolúciós változásai	342
Bőrszínváltozás	343
Tejfogyasztás	344
Élet magas területeken	344
II. Az evolúció nagy átmenetei	346
II.1. Replikátorok	347
Replikátorok	347
Autokatalízis és az exponenciális növekedés	349
Nukleotid alapú biológiai replikátorok	350
Gének	351
Ribozimok	352
Xenozimok	353
Biológiai replikátorok	356
A kemoton	356
A fehérje enzimek	357
A genetikus membránok	357
Az anyagcsere autokatalitikus magja	359
A prionok	361
Kémiai replikátorok	363

A formóz reakció	363
Molekuláris replikátorok	364
Evolúció és a nem biológiai replikátorok	366
II.2. Rátermettségtájképek	368
A genotípustér	372
A szerkezet mint fenotípus	373
RNS-tájképek	374
Az RNS másodlagos szerkezetének megállapítása	374
RNS-tájképek általános tulajdonságai	375
Teljes genotípus – fenotípus tájkép	376
Minimális aptamerek	377
Ribozim rátermettségtájképek	378
<i>Neurospora</i> Varkud-szatelit ribozim	379
A VS ribozim szerkezete	380
A kettős mutánsok és az episztázis kérdése	382
A VS ribozim rátermettségtájképe	383
Evolúció rátermettségtájképeken	383
II.3. Az élet keletkezése I.	385
A prebiotikus szintézisek	387
A Miller–Urey-kísérlet	388
A lipidek szintézise	390
A nukleotidok szintézise	390
A legújabb szintetikus utak	391
Az infrabiológiai rendszerek	392
Az RNS-világ	394
A természetes ribozimok	394
A transláció és a funkcionális RNS-ek	394
Koenzimek	396
Az RNS-enzimek katalitikus repertoárja	396
A nem enzimatis replikáció	399
Az RNS mint enzim	399
Az RNS mint információhordozó	400
Önmásoló molekulák	401
Az RNS-függő RNS-polimeráz	401
A hibridizált állapot problémája	402
A hibaküszöb – a genetikai információ fenntartásának korlátai	402
II.4. Az élet keletkezése II.	409
A felületi anyagcsere	409
Független replikátorok felületeken	410
A membránba zárt információ	411
A kromoszóma létrejötte	413

Az összetett anyagcsere megjelenése	415
A genetikai kód evolúciója	418
A korai aminosavak és a katalízis	420
Az aminosav repertoár	422
A genetikai kód „benépesülése”	423
A genetikai kód szerkezete	425
A fehérjeszintézis evolúciója	427
A DNS-genomra való áttérés	428
II.5. Makrotaxonómia	430
Baktériumok	432
Deferribacteres–Chrysiogenetes–Thermodesulfobacteria	433
Thermotogae–Dictyoglomi–Synergistetes	433
Terrabacteria	435
Proteobacteria és rokonsági köre	436
FCB szupertörzs	436
PVC szupertörzs	437
Egyéb, az 1-es kládba tartozó baktériumtörzsek	437
Archaeák	438
Euryarchaeota leszármazási vonal	438
TACK szupertörzs	439
DPANN szupertörzs	439
Eukarióták	440
Eozoa	441
Corticates/Diaphoretickes/Diphoda	442
Podiates/Amorphea	454
Vírusok	461
I. Kettős szálú DNS-vírusok	464
II. Egyszálú DNS-vírusok	468
III. Kettős szálú RNS-vírusok	469
IV. Egyszálú (+) RNS-vírusok	470
V. Egyszálú (–) RNS-vírusok	473
VI. Egyszálú reverz transzkripció RNS-vírusok	474
VII. Kettős szálú reverz transzkripció DNS-vírusok	475
Viroidok	475
Virofágok	475
II.6. A nagy birodalmak evolúciója, az eukarióták	
kialakulása	477
Archezoa-hipotézis	481
Közösségi anyagcseréből fúzióval új sejt	483
Ragadozó baktériumok és fagocitáló eukarióták	484
A vírus eukariogenezis hipotézis	486
A belső membránrendszer eredete	488

A legjobb fúziós elmélet, ami attól még valószínűleg nem igaz . . .	489
A nagy birodalmak független keletkezése	492
Eukariótaszerű LUCA	493
Az organelummá válás evolúciója	495
Mitokondrium	497
Plasztiszok	498
II.7. A többsejtűség eredete és a morfológiai evolúció	502
A többsejtűség előfeltételei	503
Sejtdhézió	503
Sejtközötti állomány	504
Kommunikáció	504
Programozott sejthalál	504
Sejtdifferenciáció	505
Az oxigén hiánya	506
A többsejtűség eredete – a nagyobb méret előnye	507
A ragadozás elkerülése	507
A megfelelő sűrűség elérése	508
A termőtest kialakulása: messzebb kerülő propagulumok	510
A többsejtűség megjelenése a törzsfán	510
Többsejtű baktériumok	511
Többsejtű archaeák	513
Többsejtű eukarióták	514
Excavata	514
Rhizaria	514
Alveolata	514
Stramenopiles	515
Archaeplastida	516
Hacrobia	517
Opisthokonta	518
Amoebozoa	518
Evolúciós egyedfejlődési biológia (Evo-Devo)	519
Az egyedfejlődés alapjai – mintázatképződés	519
Mindenféle szörnyek	521
Morfológiai változások és mechanizmusok	523
A tetrapoda végtag evolúciója	526
A pegazus	528
II.8. A szex evolúciója	532
Szexuális és aszexuális szaporodás eukariótákban	533
A szex evolúciója és fennmaradása	534
A genomhígulás problémája	535
A szex kétszeres ára	536
A szex gyorsabb adaptációt tesz lehetővé	536

Muller kilincskereke	539
Klonális interferencia	542
A nemmeghatározás evolúciója	542
Nemmeghatározás zöldalgákban – Izogámia-anizogámia átmenet	542
Nemmeghatározás növényekben – a kétlakiság evolúciója	546
Nemmeghatározás gerinctelenekben	548
A környezeti nemmeghatározás evolúciója	555
A nemmeghatározási rendszerek egymásba alakulása	557
II.9. Játékelmélet és gyakoriságfüggő szelekció	560
Egy kis játékelmélet: a kalózzjáték	561
Kompetíciós játék	563
Kő–papír–olló játék	565
Héja–galamb játék	569
Aszimmetrikus játék. Burzsoástratégia	573
Halálos agresszió	575
Termelők és potyázók – táplálékkeresés	576
II.10. Szexuális szelekció	581
A nemarány evolúciója	583
Azonos neműek versengése.	586
. . . közvetlen harccal	586
. . . a partner kevésbé izgalmassá tételével	588
. . . az ivarnyílás eltömésével	588
. . . spermakompetícióval	589
Szexuális szelekció növényekben	589
Szexuális szelekció gombákban	590
Párválasztás	590
Közvetlen előny	591
Megfelelő territórium	591
Nászajándék	592
Szülői gondviselés	594
Közvetett előny	595
Túlszaladó evolúció / Szexi fiú	595
„Jó gének”-modell	596
Szexuális konfliktusok	596
Gyerekgyilkosság	600
II.11. Az együttműködés evolúciója I. – Rokonszelekció és euszocialitás	602
Az együttműködés dilemmája	603
A rabok dilemmája	604
Feloldási lehetőségek	605

Rokonszelekció és a Hamilton-szabály	606
Segítők a fészeknél	607
Euszocialitás	610
Az euszocialitás kialakulása	611
Az euszocialitás evolúciója	613
Az euszocialitás elterjedése a törzsfán	614
Mézelő méhek	615
Az <i>Allodapini</i> nemzetségbe tartozó fadongók	616
Szitásdarazsak (<i>Crabronidae</i>)	616
Karcsuméhek <i>Halictini</i> nemzetsége	617
Karcsuméhek <i>Augochlorini</i> nemzetsége	617
Valódi darazsak	617
Szivárványfűrkészek (<i>Encyrtidae</i>)	618
Termeszek	619
Levéltetvek	620
Gubót indukáló ausztrál tripszek (<i>Kladothrips</i>)	620
<i>Austroplatypus incompertus</i> ambróziabogár	620
Euszociális rákok	621
Szociális pókok	621
Csupasz turkálók	622

II.12. Az együttműködés evolúciója II. –

Társas viselkedés, állati társadalmak	623
Az együttműködés kialakulásának öt módja	624
Direkt reciprocitás	624
Hálózatreciprocitás	626
Csoportszelekció	628
Indirekt reciprocitás	630
Társadalmi dilemmák	631
A szarvasvadász játék	634
A hótorlasz játék	635
Együttműködés a természetben	636
Közös vadászat	637
Közös területvédelem és predátorfigyelés	638
Emberi együttműködés	639
A közjó játék	639
Az ultimátum játék	643

II.13. Az ember evolúciója

Ösmajmok és ősemberek	646
Korai emberösök	646
A <i>Homo</i> nem	648
Az anatómiailag modern ember	651
Az állati és emberi kultúra evolúciója	654

<i>Tartalomjegyzék</i>	xix
<i>A nyelvkészség evolúciója</i>	657
<i>Az ember evolúciós jövője</i>	661
<i>A nagy génkeveredés</i>	662
<i>Génterápia</i>	662
<i>Kiborgok</i>	663
<i>Euszoialitás</i>	665
<i>Újabb bolygók meghódítása</i>	666
Hivatkozott irodalom	668