

Kiegészítések az evolúcióhoz

A mai evolúciókutatók többsége szerint az evolúciós változások a populációkban és az egyedek genotípusában játszódnak le. A populáció allélgyakoriságának megváltozása evolúció. Ezek a változások egyúttal a fajok és nagy rendszertani csoportok keletkezésének alapjai is. Ha egy faj populációi annyira különbözővé válnak, hogy nem képesek egymással termékeny utódot létrehozni, akkor két különböző faj alakult ki. Ha ezen két faj utódformái jelentősen különbözővé válnak, akkor pl. egy törzs két különböző osztálya jöhet létre. A különböző nemzetségek, osztályok, törzsek létrejötte (makroevolúció) nem különleges folyamat eredménye, hanem populációk evolúcióján (mikroevolúció) alapszik. Tehát **az evolúció folyamatos**, finom változások sorozata, ahogyan azt már **Darwin** is gondolta, aki szerint: „a természetben nincs ugrás”.

A korábbi fajtól több jellegében lényegesen különböző új faj létrejötte nem képzelhető el egyetlen lépésben, mert egy bonyolult szerv egyetlen mutációval (a mutáció véletlen történés!) biztosan nem képes fejlett formában megjelenni. Kisebb **mutációk** sorozatával alakult ki a szem, minden mutáció valamit javított a működésén, a **természetes szelekció** pedig biztosította a valamivel jobb szemmel rendelkező egyedek szaporodási sikerét, génjeik elterjedését. A négy lábon járó állat mellső végtagjából nem lett hirtelen nagy teljesítményű szárny, először siklórepülésre alkalmas kezdetleges szerv jött létre, amely további mutációkkal vált szárnycsapásokra is alkalmassá. (Ezekről Richard Dawkins "A vak órásmester" című könyvében olvashatsz részletesen.)

(A meghatározó fokozatos fajkeletkezés mellett **azonnali fajkeletkezés** is előfordul. Ilyenkor kromoszóma-mutáció, kromoszómaszám megtöbbszöröződés vagy hibridizáció [fajok közötti kereszteződés] miatt a létrejött egyedek nem tudnak szaporodni az eredeti faj egyedeivel, azoktól elkülönülnek: azonnal új faj keletkezett. Ennek az új fajnak azonban nincsenek lényegesen eltérő új szervei. Termesztett búzafajaink ilyen hibridizációval létrejött poliploid fajok, hasonlítanak az ősi fajokhoz, de nagyobb termést szolgáltatnak. A továbbiakban az így létrejött faj is mutációk és természetes szelekció segítségével változik és alkalmazkodik környezetéhez.

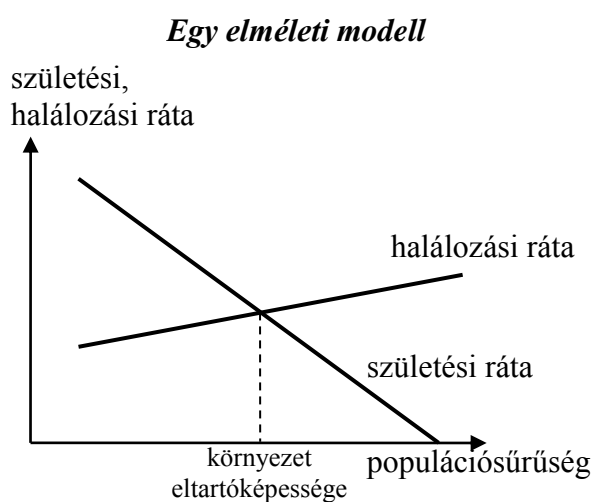
Születési ráta: Időegység alatt (pl. egy év) egy egyedre jutó utódok száma $\frac{\text{összes újszülött}}{\text{összes egyed}}$

Halálzási ráta: Időegység alatt egy egyedre jutó halálzások száma $\frac{\text{elpusztult egyedek}}{\text{összes egyed}}$

Egy új területet meghódító populációnál kicsi a **populációsűrűség**, ha itt kicsi a más fajú populációkkal való versengés, akkor bőségesen állnak rendelkezésre erőforrások, nagy lesz a születési és kicsi a halálzási ráta, gyorsan növekszik a populáció (a környezet eltartóképességéig).

Ha a populáció sűrűsége nagyon megnövekszik, akkor csökken a születési ráta és megnövekszik a halálzási ráta, mert táplálékhiány lép fel, erősödik a populáción belüli versengés, csökken az egyedek szaporodási készsége, növekszik a betegségekre való érzékenysége, a kórokozók, élősködők gyorsabban terjednek.

Hogyha a populáció egyedszáma a kihalási küszöb alá csökken, ami együtt jár az igen alacsony sűrűséggel is, akkor az egyedek nehezen találnak párt, csökken a születési ráta.



Kihalási küszöb: az a kritikus populációnagyság, ami alatt a populáció már nem szaporodóképes. (Ez fajonként eltérő nagyságú. Nagy ragadozóknál néhány tucat, kisebb emlősöknél több egyedet jelent.)

Az ilyen kis egyedszámú populációk génállománya a genetikai sodródás és a beltenyésztés miatt egyre romlik, csökken az egyedek életképessége és szaporodási képessége, ami egy bizonyos ponton túl a populáció kihalásához vezet.

Kis egyedszámnál véletlenek következtében (*genetikai sodródás* miatt) elveszhetnek hasznos, fontos allélok, ezért csökken a populáció élet- és szaporodóképessége.

Ha kis egyedszámú a populáció, gyakran fordul elő közeli rokon egyedek között párosodás (*beltenyésztés*). Ezzel nő a homozigóták aránya, csökken a genetikai változatosság. Gyakran az előnytelen tulajdonságot meghatározó recesszív gének is homozigótává válnak, az addig lappangó kedvezőtlen tulajdonság megjelenik a fenotípusban. Ez a populáció genetikai leromlását az élet- és szaporodóképesség csökkenését jelenti.

A kihalási küszöb feletti populációnagyság megőrzése a *természetvédelem* fontos feladata, hogy biztosítani lehessen a **fajmegőrzést**. Meg kell akadályozni a túlzott vadászatot, az élőhelyek csökkenését (építkezések, mezőgazdasági művelés túlzott terjeszkedése miatt). Figyelni kell a populáció élőhelyének feldarabolódására, mert hiába maradnak életben az egyedek, ha pl. autópálya kis egyedszámú populációkra szabdalja szét a csoportot. Ha a létre jövő kis populáció(k) egyedszáma a kihalási küszöb alatt van, a genetikai sodródás és a beltenyésztés visszafordíthatatlan genetikai leromlást, majd pusztulást eredményez.

Prebiológiai evolúció: A biológiai evolúciót fizikai és kémiai evolúció előzte meg.

A **fizikai evolúció** a Föld keletkezését jelenti.

A világegyetem 10-15 milliárd éve az úgynevezett *ősrobbanással* jött létre. Azóta az anyag folytonosan tágul. Közben különböző erők hatására helyi sűrűsödések keletkeznek benne. Helyi sűrűsödések a galaxisok (például a mi Tejútrendszerünk), a csillagok (például a Nap), a bolygók és a holdak. A Föld 4,5-5 milliárd éve jött létre por és meteoritrészecskék sűrűsödésével. A tömörülő részek gravitációs energiája hővé alakult. Ezért és az akkoriban lényegesen erősebb radioaktivitás miatt a Föld anyaga megolvadt.

Fokozatos lehűlés során az olvadék felületén 4 milliárd éve megjelent a *szilárd kéreg*. A kőzetlemezek mozgása, vulkánosság, hegységképződések, tengerelöntések, a hegyek – főként víz segítségével történő – lekopása, üledékek felhalmozódása azóta is változtatják a Föld arculatát. Ez a geológiai változékonyság az evolúció folyamatában is jelentős tényező. (Jelenleg évente néhány centiméteres sebességgel mozognak a kőzetlemezek.)

A Föld *ösléggöre* a lehülő kőzetek gázleadásából keletkezett. Összetétele alapvetően eltért a mai légkörtől: CH₄, NH₃, H₂O, N₂, kevés CO₂. A hidrogén és hélium jelentős része – kis tömegük miatt – a világűrbe távozott. O₂ molekula nem volt a légkörben. Az ösléggör redukáló hatású volt (szemben a mai oxidáló hatású légkörrel). A hőmérséklet további csökkenésével a víz kicsapódott, és óriási esővel létrejött az ősóceán.

A **kémiai evolúció** a biológiailag jelentős szerves anyagok létrejöttének folyamatát jelenti.

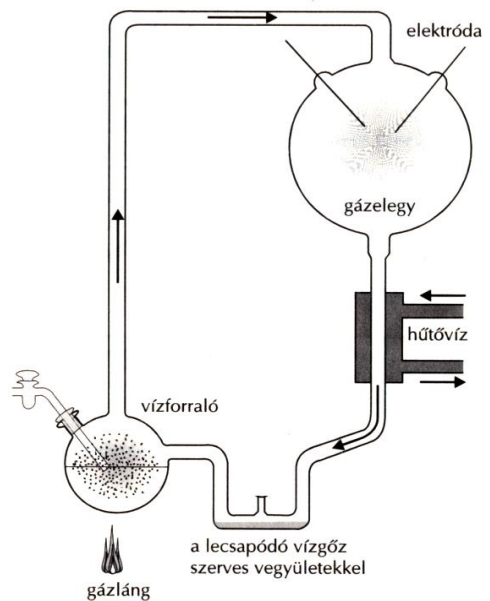
Az első szerves molekulák az ösléggör és az ősóceán anyagaiból alakultak ki. A reakciók lejátszódásához szükséges energiát a Nap ibolyántúli (UV) sugárzása, a gyakori zivatarok villámlása és a vulkáni tevékenység hőenergiája szolgáltatották. A keletkező molekulákat a mindennapos zivatarok bemoshatták az ősóceánba. (Ekkor nagyon erős volt az UV sugárzás, mivel nem volt O₂, és így ózon réteg sem a légkörben.) A keletkezett szerves molekulák közül az erős UV sugarak miatt csak azok maradtak épen, melyek a 10 méternél mélyebb rétegekbe kerültek. Itt viszont egyre nőtt a mennyiségük, hiszen termelődésük folyamatos volt.

(Ezt a sok szerves anyagot tartalmazó közeget a kutatók „ősleves”-nek nevezék el.)

A fenti elképzeléseket támasztotta alá **Miller kísérlete**:

Stanley Miller amerikai biokémikus 1953-ban az ősi zivatarokat modellezte. Készülékében vizet melegített, és a víz fölötti légtérbe a vízgőzön kívül ammóniából, metánból és hidrogénből álló gázelegyet vezetett be. A villámlásokat utánozva elektromos kisüléseket hozott létre. A készülékbe beépített hűtő a vízgőzt folyamatosan cseppfolyós vízzé alakította vissza. Két hét múlva a vízben karbonsavakat és aminosavakat talált. A kísérletet mások is elvégezték, változtatva némileg a gázelegy összetételét és energiaforrásként UV sugarakat is használtak. Ezek során szénhidrátok és nukleinsavak építőelemeinek az előállítása is sikerült.

A Miller kísérlet jelentősége, hogy bizonyította, biológiailag fontos **szerves molekulák** redukáló légkörben megfelelő körülmények között **élőlények és enzimek nélkül is létrejöhetnek**.



Más kísérletek alapján azt valószínűsítik, hogy szilikátos kőzetek katalizáló hatására alakulhattak ki a makromolekulák. (Például agyagásvány felszínén 50 aminosavból álló polipeptidlánc keletkezett.) Azonban a **szerves anyagok kialakulása nem jelenti automatikusan az élő rendszerek kialakulását**.

Az élő sejt kialakulásához vezető lehetséges lépések

Oparin orosz biokémikus az 1930-as években szerves vegyületekből és enzimből készített mikroszkopikus méretű cseppecskéket, úgynevezett **koacervátumokat**. A koacervátum képes volt anyagot felvenni, egy bizonyos méret elérése után több utódkoacervátumra esett szét. Anyagcseréhez, növekedéshez és szaporodáshoz hasonló jelenségeket mutatott. (A koacervátumokat azonban mai élőlények szerves anyagaiból állították elő.)

Sidney Fox amerikai tudós az 1960-as években szerves úton állított elő fehérje molekulákat, és ezek oldatában enyhe melegítésre **mikrogömbök** jelentek meg. Ezek további fehérje felvételével növekedtek, majd bizonyos méret után kisebb gömbökre estek szét. Kiderült, hogy ennek a rendszernek enzimszerű aktivitása van, vagyis enzimek véletlenszerűen is keletkezhetnek. 3,7 milliárd éves kőzetekben hasonló mikrogömböket találtak.

A mikrogömbök azonban nem élőlények, mert az öröklődés képességével nem rendelkeznek. Az élet alatti rendszerek – koacervátumok, mikrogömbök – és az első legprimitívebb prokarióta sejtek között irdatlan nagy távolság van. A prokarióta sejt kialakulásáról csak elméletek vannak. Több mint félmilliárd év telhetett el az első mikrogömb és az első prokarióta kialakulása között.

- Létrejöttek olyan nukleinsav molekulák, amelyek mintaként szolgáltak újabb nukleinsavak keletkezéséhez. Idővel feldúsultak ezek az önreprodukáló nukleinsavak. A nukleinsavak stabilitását erősen növeli a fehérjékhez való kapcsolódásuk. Feltehetőleg az első szelekciós mechanizmusok azokat a nukleinsavakat és fehérjéket válogatták ki tartós fennmaradásra, amelyek egymáshoz kapcsolódhattak. Majd a nukleinsavak közül az erőteljesebb fehérjeszintézist folytatók terjedtek el. Talán a fehérjeszintetizáló nukleinsavak alkották az első élő rendszereket. Az élőlény tehát rendelkezett **örökítőanyaggal**.
- A környezet változásaitól való függetlenedéséhez elengedhetetlen volt egy határoló hártya, egy **membrán**.
- A membrán növekedéséhez és az örökítő anyag kettőződéséhez már az első élő szervezeteknek is rendelkezniük kellett egy **saját magát szabályozni képes agyagcsere rendszerrel**.

A prokarióta sejtek fejlődése és az eukarióta sejt kialakulása

Az élet a Földön kb. **3,5 milliárd éves**, ekkor **jelentek meg a prokarióták**. A legrégebbi kőzetekben több is őrzi a baktériumok és kékbaktériumok nyomait. Kezdetben valószínűleg csak 10 méternél mélyebben élhettek a víz felszíne alatt, mert a Napból érkező UV sugarak, amelyek a szerves molekulák kialakulásához energiát szolgáltatott sugárvédelem híján elpusztították volna saját produktumaikat.

Az első baktériumok életük fenntartásához állandó anyag és energiapótlást igényeltek, amit az ósóceánban levő abiogén úton képződött szerves molekulák lebontása biztosított. Heterotróf élőlények voltak. A gyorsan szaporodó élőlények miatt azonban kezdtek fogyni az „ősleves”-ből a szerves molekulák. Így azok a prokarióták kerültek előnyös helyzetbe, amelyek képesek voltak egy mások számára hasznosíthatatlan, kisebb szerves molekulából előállítani saját anyagaikat. Ezek elterjedésével a kisebb molekula is fogyni kezdett. Így haladt a folyamat mindaddig, amíg egyes prokarióták már szerves anyagból, szén-dioxidból is képesek voltak előállítani saját szerves anyagaikat, vagyis megjelentek az autotróf élőlények.

Az autotróf prokarióták melléktermékként oxigént kezdtek kibocsátani, kialakult a mainál még jóval kisebb oxigéntartalmú, de oxidáló légkör. Az oxidáló légkörben a beérkező UV sugárzás nagy részét elnyelik a kialakuló ózonnmolekulák. Így nem csak az oxidáló légkör, hanem a kevesebb UV sugárzás miatt sincs lehetőség ma a Földön az élet abiogén keletkezésére.

Az oxidáló légkör az eddigi, redukáló légkörhöz szokott élőlények számára nagy válságot jelentett. Azok a típusok azonban, amelyek az új, oxidáló légkörhöz alkalmazkodtak, az eddigi gazdaságtalan erjesztéses folyamataik helyett képesek lettek egy sokkal gazdaságosabb energiefelhasználásra, a lélegzésre. A fotoszintézis és a lélegzés együttes és egymást kiegészítő folyamata és a napenergia hasznosítása megoldotta az élővilág anyag- és energiagondjait. Amikor az őslégkör oxigénszintje elérte a mai érték egytizedét, a légkör oxigén- és ózonernyője olyan vastag lett, hogy a szárazföldet is óvta az UV sugaraktól. Az élet meghódította a szárazföldet.

Az **eukarióta sejtek** kb. **1 milliárd éve** a prokarióták együtteseiből jöhettek létre. Nagyméretű, anaerob, állábakkal mozgó sejtekből alakultak ki az eukarióták. A rugalmas sejtmembrán betüremkedett és körbefogta az örökítőanyagot, kialakítva a sejtmaghártyát. Ez a nagy sejt fejlett anyagátalakításra képes aerob baktériumot kebelezett be, a létrejövő endoszimbiosis a mitokondriumok kialakulásához vezetett. Mai kékbaktériumokhoz hasonló prokarióták bekebelezése és velük endoszimbiosis létesítése nyomán fejlődtek ki a zöldszíntestek. (Sokan azt feltételezik, hogy a csillók/ostorok és velük együtt a sejtközpont is bekebelezés, endoszimbiosis nyomán jelent meg az eukarióta sejtben.)

Az eukarióta sejtek 1 milliárd évvel ezelőtti megjelenését követően a fejlődés robbanásszerűen felgyorsult, megindult a növények és az állatok szétválása, és nem sokkal ezután már a többsejtű szervezetek is megjelentek.

Az evolúció szintjei

Az evolúció különböző szinteken nyilvánul meg.

Gének szintjén: a biológiai evolúció a gének mutációjával és szelekciójával veszi kezdetét. A természetes szelekció azon géneknek kedvez, melyek a túlélés és a szaporodás esélyét növelik.

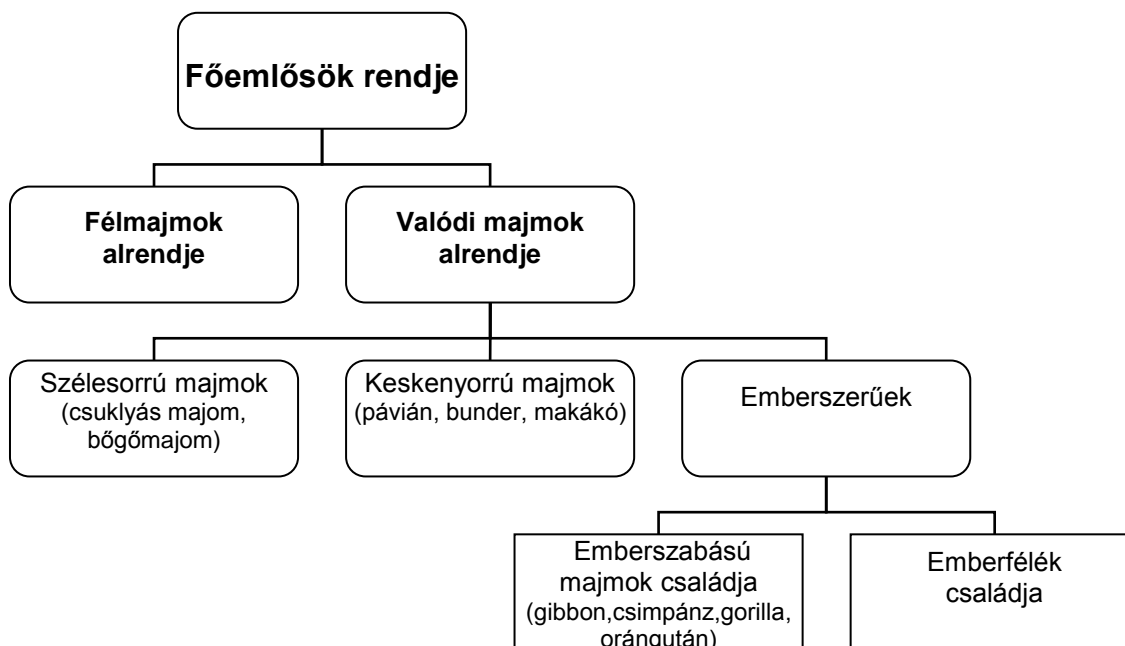
Egyed szintjén: A genotípus és a környezet közösen határozzák meg a fenotípust, ami a populáció egyedeinek különbözőségében, ezáltal a környezethez való különböző alkalmazkodóképességben nyilvánul meg.

Csoport szintjén: A populációk közötti versengés az evolúció csoport szintű megnyilvánulása. E szinten akár egy altruista magatartást kódoló gén is előtérbe kerülhet, mert zárt csoportban az egyed — ha számára nem is hasznos a lemondás, de társai számára igen, akik többnyire a rokonai — valószínűbb, hogy visszakapja a segítséget társaitól.

Kulturális evolúció szintje: A legfelsőbb szint a kulturális evolúció szintje, magas fejlettségű idegrendszerrel rendelkező állatoknál és az embernél azonosítható. Ez tulajdonképpen a biológiai evolúciót követő folyamat (mint ahogy a biológiai a prebiológiai követi). Feltétele a kulturális átadás, ami — szemben a genetikai „átadással”, öröklődéssel — biztosítja a fajtársak tapasztalatainak, tudásának átörökítését. (Az emberi kultúrában elterjedt a „gén” mintájára alkotott „mém” kifejezés, ami rohamosan terjedő információegyüttest – gondolatot, képet, videót jelent.)

Az ember evolúciója

A ma élő főemlősök rendszerezése



Az emberszabású majmok és az ember vonásainak összehasonlítása *ábrák alapján*

- Az emberi újszülött tömege kétszer akkora, posztembrionális fejlődése lassabb, hosszabb a gyerekkor (hosszabb tanulási idő).
- Az arckoponya aránya csökken, az agykoponya domborúbb, az agytérfogat nagyobb az embernél (agytérfogatok: csimpánz 400 cm³, gorilla 500 cm³, ember 1400 cm³).
- Az ember agya barázdáltabb, több neuron van a kéregben.
- Az emberszabásúaknál megfigyelhető a szem fölötti előreugró csontos redő az úgynevezett homlokeresz, az embernek nincs homlokeresze.
- Az emberszabásúak koponyáján az erőteljesebb izmok (pl. rágóizmok) megtapadására szolgáló csonttarajok láthatók.

- Az ember orra kiemelkedőbb, kisebb az állkapocs, kialakul az állcsúcs (a nyelvmozgató izmok tapadási helye) összefüggésben a tagolt beszéd képességével.
- Az emberszabásúaknál a szemfogak hosszúak, csak úgy lehet összecukni a két fogsort, ha alul a felső szemfog számára, felül pedig az alsó szemfog számára *foghézag* alakul ki. Az embernél a szemfogak nem emelkednek ki a fogsorból, a metsző- és a szemfogak között nincs hézag.
- Az emberszabásúaknál párhuzamos a fogív, az embernél széttartó.
- Bár az emberszabású majmok igen gyakran felegyenesedve két lábon mozognak, ez azonban sokkal kevésbé hatékony, mint az ember járása, gerincoszlopuk ívelt. Az ember már teljesen felegyenesedett, kialakult a gerincoszlopunk kettős S alakú görbülete.
- Az emberszabásúaknál a gerincvelő kilépési helye az – öreglyuk – hátul van, az embernél a felegyenesedés következtében az öreglyuk a koponya alapjára tolódott.
- A felegyenesedés miatt az ember medencéje szélesebb.
- Fejlett kommunikációra, beszédre csak az ember képes, az agy bal oldalán található a kiterjedt a beszédközpont.

Egy töredékes koponyából levonható következtetések az emberelőd tulajdonságaira

- Öreglyuk a koponyaalapon: felegyenesedett testtartás
- A koponya görbületéből az űrtartalomra lehet következtetni.
- A koponya belső mintázatából az agy barázdáltságára lehet következtetni.
- A koponya belső mintázatából megállapítható a beszédközpont fejlettsége.
- Akár egyetlen fog: táplálkozás, kor, nem, testméret.
- Állcsúcs megléte: beszédkészség. *Ábrák segítségével kell magyarázni*

Az ember evolúciója során kialakult nagyrasszok értékükben nem különböznek, a biológiai és kulturális örökség az emberiség közös kincse.

Emberi rasszok:

negrid (fekete), ausztrolid (ausztráliai), europid (világos bőrű), mongolid (sárga bőrű)

A korai emberfélék és a Homo nemzetség evolúciójának főbb lépéseire vonatkozó elképzelések

A trópusi Afrikában, a csimpánzokkal közös élőhelyen, a fán élő életmód emlékeként maradt meg a fogásra nagyon alkalmas kéz, a jó térbeli tájékozódás szükségessége hozta az előre tekintő szemet, a jó térlátást. A gyümölcssevással függhet össze a jó színlátás (meg kell különböztetni az éretlen és az ehető gyümölcsöt).

Volt azonban egy olyan idő, amikor őseink és a csimpánzok fejlődése elvált egymástól. Erre kétféle teória született:

A **szavannateória** szerint az éghajlat szárazabbá válása kényszeríthette őseinket a trópusi erdőből a szavannára, a fáról a földre, és talán az ellenség elleni védekezést segítette a kissé *felegyenesedett testtartás*. A felegyenesedés következménye lett aztán az, hogy *kéz szabaddá vált*, alkalmassá lett a hordozásra, gyűjtögetésre. Ez a teória azonban nem magyarázza az állatvilágban meglehetősen szokatlan szőrtelenséget.

A **vízimajom-elmélet** szerint 4-8 millió évvel ezelőtt Afrika egy részét néhány millió évre tenger árasztotta el, és a hegyekből szigeteket keletkezte. Ekkor őseink vízi életmódra tértek. Ennek következménye a szőrtelen test, a bőr alatti vastag zsírszövet (amint ez a vízi emlősök körében általános), sós izzadság és könnyek (sóeltávolítás), a légzésszabályozás, a lefelé néző orrlyukak, a hanggal való kommunikáció. A test a hosszú távú úszáshoz alkalmazkodott, és amikor a tenger visszavonult, az összefüggő szárazföldre visszatérő faj már nem volt alkalmas a fán élő életmódra, és igyekezett továbbra is a vízpartok közelségében maradni. (A csecsemőknek merülési reflexük van, vagyis ha orruk víz alá kerül, nem vesznek levegőt).

Dryopithecus (tölgymajom) **nemzetség** az ember és az emberszabású majmok közös őse. 300 cm³-es agykoponya, négy lábon járás. Afrikában jelentek meg 25 millió éve, majd 10-15 millió éve Európában és Ázsiában is elterjedtek. (Rudabányán 10 millió éves leletet találtak.)

Az emberszabásúak és az emberfélék 6-7 millió éve váltak külön.

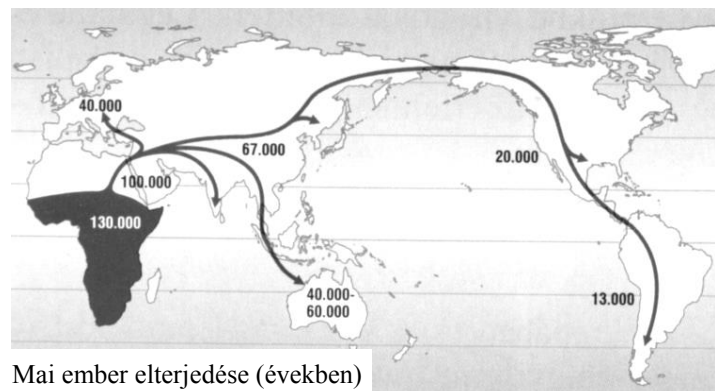
Australopithecusok (déli majmok) 5 millió évvel ezelőtől 1 millió évvel ezelőttig éltek Afrikában. 500 cm³-es agykoponyájuk volt, imbolyogva jártak kétlábon egyes fajai. Fogívküszöttartó (emberéhez hasonlóan). Valószínűleg az ember felé vezető fejlődés egyik oldalága.

Homo habilis faj (ügyes ember) Afrikában élt 2 – 1,6 millió éve. Egyedei két lábon jártak. 700 cm³-es agykoponyájuk volt. Kezdetleges kőszerszámokat („kaviccszerszámokat”) használtak. Közös gyűjtögettek az elhullott állatokat és növényeket. Csoportjaikon belül valószínűleg nagyfokú szociális szervezethez volt jellemző. Az ember felé vezető fejlődés fő vonalába tartozott.

Homo erectus (felegyenesedett ember) [előember] 1,6 millió évtől – 300 000 évig élt. Kelet-Afrikából Ázsiába és Európába is eljutott. A jávai ember 0,8 a pekingi ember 0,6 a vértesszőlősi ember 0,3 millió éve élt. 1000 cm³-es agykoponya, beszédközponttal. A faj nevét a felegyenesedett testtartásról kapta. Vadászott, gyűjtögetett, kőszerszámokat használt. Fogaik mérete tovább csökkent, amihez hozzájárulhatott a kb. 600 000 évvel ezelőtt megjelent **tűzhasználat** is.

A **Neander-völgyi** ősember 300 000 éve jött létre a Homo erectusok Afrikából kivándorolt csoportjából. Európában, Ázsiában és Afrikában élt. 30 000 éve halt ki. 1200-1500 cm³-es agytérfogata, a szemöldök fölött homlokeresze volt, nem volt az állcsúcsa. Finom kőszerszámokat használtak. Nagy termetű állatokra is vadásztak. Eltemették halottaikat. Hazai leleteik Subalyuk-barlangból (Bükk hegység) kerültek elő.

Homo sapiens (bölcse ember) **mai ember** (európai típusát Cro magnon-i embernek nevezik) Afrikában keletkezett 200 000 éve (Homo erectusok egy afrikai csoportjából). A mai ember később innen az egész Földet benépesítette. A szétterjedés és az eltérő környezeti feltételekhez való alkalmazkodás eredményeként alakultak ki az emberfajták (nagyrasszok).



Maival egyező, 1300-1500 cm³-es agykoponya. A szemöldökerezse eltűnt, kifejlődött az állcsúcs. Eszközhasználat, (közöttük csonttűk) és a kereskedelem megjelenése jellemző fajunkra. Magyarországi maradványai: Istállóskői barlang (Bükk hegység). Spanyolországi és franciaországi barlangrajzok is fennmaradtak magas szintű szellemi kultúrájának emlékeként.