



ÖKOLÓGIAI ALAPISMERETEK

az ELTE TÓK hallgatóinak

ÍRTÁK ÉS SZERKESZTETTÉK:

BIHARINÉ DR. KREKÓ ILONA
KANCZLER GYULÁNÉ DR.

SZERKESZTETTE:

DR. VITÁLYOS GÁBOR ÁRON



ÖKOLÓGIAI ALAPISMERETEK
az ELTE TÓK hallgatóinak

ÖKOLÓGIAI ALAPISMERETEK

az ELTE TÓK hallgatóinak

Írta:

Bihariné dr. Krekó Ilona – Kanczler Gyuláné dr.

Szerkesztette:

Bihariné dr. Krekó Ilona

Kanczler Gyuláné dr.

Dr. Vitályos Gábor Áron

Budapest, 2017

Lektorálta: Dr. Hill Katalin

Minden jog fenntartva, beleértve a kiadvány egészének vagy egy részének bármilyen formában történő sokszorosítását.
A kötet megjelenését az Eötvös Loránd Tudományegyetem támogatta.

© Szerzők, Szerkesztők, 2017

ISBN 978-963-284-848-8



www.eotvoskiado.hu



Felelős kiadó: az ELTE Tanító- és Óvóképző Kar dékánja
Felelős szerkesztő: Gaborják Ádám
Projektvezető: Sándor Júlia
Tördelés: Mananza Bt.
Borító: Csele Kmotrik Ildikó

TARTALOMJEGYZÉK

ELŐSZÓ.....	7
I. ÖKOLOGIAI ALAPISMERETEK	9
1. Az ökológia tárgya.....	10
2. Ökológiai alapfogalmak	11
2.1. Az egyed feletti (szupraindividuális) szerveződési (organizációs) szintek	11
2.2. Környezet, környék, tűrőképesség	11
2.3. Élőhely, termőhely, lelőhely	13
3. Környezeti tényezők	15
3.1. Élettelen (abiotikus) környezeti tényezők	15
3.1.1. A fény (napsugárzás)	15
3.1.2. A hőmérséklet.....	17
3.1.3. A víz.....	20
3.1.4. A levegő.....	21
3.1.5. A talaj	22
3.2. Élő (biotikus) környezeti tényezők	24
3.2.1. Populáció (népesség, egyedsokaság).....	24
3.2.2. Társulás (biocénózis, életközösség)	26
3.2.2.1. Általános sajátosságok	26
3.2.2.2. Kapcsolatok a társulásokban.....	27
Olvasnivaló: Értelmetlen gyilkosságok	32
Olvasnivaló: Hiénákról, oroszlánokról, sakálokról	33
Olvasnivaló: Michael Scott így írja le a lebontó szervezetek tevékenységét	35
3.2.2.3. Tömegviszonyok, anyag- és energiaáramlás	37
3.2.2.4. A társulások térstruktúrája	38
3.2.2.5. A társulások időbeni változásai	39
Olvasnivaló: Mi is a szukcesszió?	40
3.2.2.6. Hazánk néhány jellemző zonális és intrazonális (edafikus) fás és fátlan társulása.....	41
3.2.2.6.1. Hazánk vegetációtörténete a jelenkorban	41
Olvasnivaló: A virágporszem sok mindent elárul	43
3.2.2.6.2. Hazai zonális és intrazonális fás társulások.....	44
Klimazonális erdők	44
Olvasnivaló: Csöndes helyen – Gondolatok a tölgyesről... ..	45
Olvasnivaló: A bükkerdő	46
Néhány hazai intrazonális (edafikus) erdő	47
3.2.2.6.3. Hazai fátlan növénytársulások.....	47

3.2.3. Bioszféra	48
4. Ökoszisztéma	49
5. Biomok	50
5.1. Nagy földi biomok	50
5.1.1. A forró (trópusi) éghajlati övezet biomjai	50
5.1.1.1. A trópusi esőerdők	50
Olvasnivaló: A trópusi esőerdőkről	51
5.1.1.2. A lombhullató monszunerdő	52
5.1.1.3. A szavannák	52
Olvasnivaló: A szavannáról	53
5.1.1.4. A sivatagok	54
Olvasnivaló: A sivatagról	54
5.1.2. A mérsékelt éghajlati övezet biomjai	55
5.1.2.1. A babérlombú erdők	55
5.1.2.2. A keménylombú erdők	55
5.1.2.3. A mérsékelt övi sivatagok	55
Olvasnivaló: A mérsékelt éghajlati övezeti sivatagról	56
5.1.2.4. A füves puszták	56
5.1.2.5. A lombos erdők biomjának kialakulása	57
5.1.2.6. A tűlevelű erdők (tajga)	57
5.1.3. A hideg éghajlati övezet biomjai	57
5.1.3.1. A tundra	57
Olvasnivaló: A Vrangeli-szigeti tundráról	58
Általános bibliográfia	59

ELŐSZÓ

Földünk ma ismert élővilága hosszú fejlődés során alakult ki. Létrejött a földkéreg, a légkör és az élőlények szüntelen kölcsönhatásának, a kontinensek vándorlásának, éghajlatváltozásoknak köszönhető. Ennek a letűnt földtörténeti korokból számos bizonyítéka van. A légkör összetételének átalakulásában (légköri CO₂-szint csökkenése, O₂-szint emelkedése) például óriási jelentőségű volt a **fotoszintetizáló élőlények megjelenése** kb. 2,7 milliárd évvel ezelőtt. Akkortól az élővilág döntő szerepet játszott az élettelen környezet változásában. Az addigától eltérő összetételű légkör létrejötté pedig meghatározta az élővilág további „sorsát”. A földtörténeti óidő végéről származó leletek viszont azt példázzák, hogyan **alakul át az élővilág a geológiai, valamint az éghajlati tényezők megváltozásának hatására**. A földtörténetnek ebben az időszakában az északi féltekén a nedves, párás éghajlatot szárazabb követte. Ennek az volt az oka, hogy a kéregmozgások hatására hatalmas földrész, Pangeává összekapcsolódó korábbi kontinensek északabbra tolódtak, ahol szárító hatású légáramlatok váltak uralkodóvá. Mindezek következtében a hasaszkodókat (a ma élő páfrányok, zsurlók elődei) felváltották a nyitvatermő növények (a mai ismert fenyők elődei), a kétélűeket pedig az igazi szárazföldi állatok, a hüllők.

A mai változatos élővilág tehát a környezeti feltételekhez, a sajátos életlehetőségekhez való sorozatos alkalmazkodás, illeszkedés révén jött létre. Az **ökológia** a természetben zajló folyamatokkal és azok törvényszerűségeivel foglalkozik.

Miért szükséges a leendő pedagógusok számára is az **ökológia**? Azért, mert ha nem tudják – legalább alapjaiban – a természet működésének mibenlétét, természeti környezetünk folyamatait, ha nem ismerik fel és nem ismerik meg a természeti és az épített környezet értékeit, negatív változásainak okait, nem alakul ki a rendszerszemléletük, ökológiai gondolkodásuk, amely a nevelési folyamatban elengedhetetlen.

A 20 hetes – 12 éves kor az az életszakasz, **amikor** az élőket tisztelő, a környezetet óvó **magatartási, viselkedési szokások alapjai megteremthetők**, a fenntartható jövő felépítéséhez szükséges tudás, készségek és képességek intézményes fejlesztése megkezdődhet. Mivel ezen alapok lerakásában, e képességek, készségek fejlesztésében a pedagógusokra nagy felelősség hárul, kiemelt fontosságú, hogy az ezekhez szükséges ismeretekkel, szemlélettel és értékrenddel rendelkezzenek. Az általuk – és természetesen a család által – lerakott alapokra épülhetnek a gyerekek későbbi tanulmányai során azok a szemlélet-, magatartás- és gondolkodásbeli vonások, életviteli szokások, amelyek az emberiség jövőjének szempontjából nélkülözhetetlen **korszerű környezeti kultúra** jellemző jegyei.

Az **irodalomjegyzék** e jegyzetben is olyan alkotásokat tartalmaz, amelyek a különböző témákban való alapos elmélyülést, illetve a környezeti nevelésre való közvetlen felkészülést, a fenntartható fejlődés eszmeiségének felismerését és elsajátítását szolgálják.

A szövegben lévő **idegen szavak**, illetve **ismeretlen fogalmak** értelmezését, magyarázatát itt is **csak azok első előfordulásakor** tüntettük fel.

Olvasnivaló címszó alatt a témára vonatkozó érdekességek találhatók. Ezek figyelemfelkeltők, illetve az ajánlott szakirodalom tanulmányozására ösztönzők.

I. ÖKOLÓGIAI ALAPISMERETEK

1. AZ ÖKOLÓGIA TÁRGYA

Az élőlényegyüttesek (életközösségek) és a környezetük kölcsönhatásának, illetve ezen belül az élőlénycsoportok (populációk) egymásra gyakorolt hatásának vizsgálata. A tudományág megnevezése Haeckel (1834–1919) neves német természettudós, természetfilozófus nevéhez fűződik. Annak ellenére, hogy a megnevezés 1866 óta ismert, a tudományág csupán az 1970-es években indult gyors fejlődésnek, akkor, amikor világszerte jelentkeztek a környezeti válság jelei.

Az **ökológia** interdiszciplináris tudomány. Ez azt jelenti, hogy nem egyetlen tudomány eredményeit hasznosítja, hanem az összes érintett rész tudomány (a biológia, a fizika, a geológia, a növény- és állatföldrajz, a társulástan, a matematika stb.) szempontjai alapján és módszereinek összehangolt alkalmazásával foglalja rendezett, egységes egészbe az ismereteket. Jellemző vonása, hogy **vizsgálódásai** nem a növény- és állatfajok egyes egyedeire, hanem azok meghatározott csoportjaira, együtteseire és a környezetükkel való kapcsolatukra terjednek ki. A hazánkban ismét meghonosodni látszó farkast mint fajt a zoológus vizsgálja, az ökológus pedig a zsákmányállatokkal, a búvóhelyet, táplálékforrást adó növénytársulással, a térség mezo-, esetleg mikroklímájával, vízviszonyaival, a populáció tagjai mozgásterületének összes jellemzőivel együtt tanulmányozza.

Az angolszász „ecology” nem szinonim fogalma a magyar ökológia kifejezésnek, mert az egyrészt a jelenségeket vizsgálja, másrészt oksági kapcsolataikat tárja fel. Juhász-Nagy Pál (1980, 1984, 1986) ezért az „ecology”-ra a **szünbiológia** elnevezést javasolta. Az **ökológia** európai értelmezésben főként az oksági háttérrel foglalkozik, a szünbiológiai kényszerfeltételeket vizsgálja. Ebben a felfogásban az **ökológia** a szünbiológia egyik aldiszciplinája. A **szünfenobiológiai** tudományág pedig a jelenség szintjén írja le a populációk viselkedését. A szünfenobiológia és az ökológia viszonya jelenség (okozat) – háttér (ok) kapcsolat.

Az **ökológia** tehát: „...a szünbiológia körébe tartozó tudomány, amelynek **feladata** azoknak a háttérjelenségeknek és folyamatoknak a kutatása, amelyek az élőlényközösségek viselkedését (például tér- és időbeli eloszlását, ennek dinamikáját) behatárolják. Igyekszik feltárni és értelmezni az élőlényközösségekre hatást gyakorló **ökológiai környezeti** és az ezeket felfogó, ezekre reagáló **ökológiai toleranciai tényezők** közvetlen összekapcsoltságát (komplementaritását...”¹

1 LÁNG István (2002, főszerk.): *Környezet- és Természetvédelmi Lexikon II.* Akadémiai Kiadó, Budapest. 178. p.

2. ÖKOLÓGIAI ALAPFOGALMAK

2.1. Az egyed feletti (szupraindividuális) szerveződési (organizációs) szintek

A természetben az egyedek csoportokká, az élettelen környezeti tényezőkkel együtt biológiai rendszerekké szerveződnek. Ez az együttélés az egyedi életjelenségektől különböző tér-idő dimenziójú, szabályozott folyamatok révén valósul meg. A folyamatok rendezettsége, összehangoltsága a biológiai organizáció.

A **szupraindividuális** organizáció alapegysége a **populáció**. Ez a fogalom a különböző növény- vagy állatfajok egyedeinek olyan csoportját jelenti, amelyek adott időben, adott helyen együtt élnek, egyedeik egymással szaporodási közösségeket alkotnak. Az utódok biztosítják a populáció fennmaradását. Egy populáció például a Városliget feketerigóinak, a budai Hárs-hegy gyöngyvirág egyedeinek vagy tölgyfáinak, a gemenci erdő gímszarvasainak összessége.

Az **életközösség** (társulás, biocönózis) egy adott élőhelyen élő összes populációnak (a különféle növény-, állatfajoknak és egyéb élőlényeknek) az együttese. Életközösségeket alkotnak például egy tó, egy erdő, egy folyópart, egy sövény vagy akár egy fa élőlényének populációi. A Hárs-hegy tölgyes erdeiben például – sok egyéb között – a cserés kocsánytalan tölgy (fák), húsos som, fagyal (cserjék), odvas keltike, orvosi tüdőfű, salamonpecsét, harangvirág (lágy szárú növények) növénypopulációi, illetve az erdei vöröshangya, a futrinkák, a szécinege, a feketerigó, a csuszka, a nagy fakopáncs, a mókus, az őz állatpopulációi élnek.

Egy kocsánytalan tölgyön előfordul(hat) taplógomba, nagy hősincér és lárvája, tölgy gubacsdarázs, tölgyiszövőlepke, szarvasbogár, fakusz, szajkó, nagy fakopáncs, kék cinege, mókus, pele stb.

A **bioszféra** az egyed feletti szerveződési szint csúcsa. Magába foglalja az élővilág talajban, vízben és levegőben található összes életközösségét. A biocönózisok közötti kapcsolat a szinte az egész Földet átfogó légköri és geológiai folyamatok, mozgások révén alakul ki. A bioszféra fogalom a földi élet színterét is jelöli.

2.2. Környezet, környék, tűrőképesség

A populációk környezeti igénye eltérő. A jegesmedve az Északi-sark környéki hideg vizekben érzi jól magát, a nőtény hóból készít menedéket magának és utódainak. A barna medve a mérsékelt övezeti sűrű erdőségek lakója, a zord téli napokon barlangokban, kidőlt fák gyökerei közt szunyókál (nem alszik valódi téli álmot), és a bőre alatt felhalmozódott zsírtartalékot használja fel az életben maradásához. A strucc az afrikai szavannák, a túzok az európai füves puszták futómadara. A kocsánytalan tölgy a mérsékelt övezet lomberdő zónájában, a hegy- és dombvidéki erdőségek kb. 250–600 méteres tengerszint feletti magasságában honos. Az olívaolajat adó olajfa a mediterrán zóna egyik jellemző termesztett növénye. A kókuszpálma a trópusi éghajlati övezet nyílt, homokos tengerpartjain él. Az említett **élőhelyeken** (biotóp) mások a hő-, a fény-, a talaj-, a csapadékviszonyok, más a flóra és a fauna összetétele.

A populációk egyedeit körülvevő külső, lehetséges tényezők összessége a **környék**. Ezek egy része hat a populációkra, más része pedig jelen van ugyan, de a populáció egyedeire hatástalan. A populációk egyedeire ténylegesen ható élettelen és élő környezeti tényezők alkotják az **ökológiai környezetet**. A ható tényezők összessége befolyásolja az élőlények előfordulását, tömegviszonyaikat, viselkedésüket.

A gazdag aljnövényzetű erdőkben, kertekben, bokrosokban élő barátposzták számára környezet például a fészkelőhelyet és fészekanyagot adó cserjés, csalános, a táplálékot biztosító rovarok és rovarlárvák, a környék pedig

a közeli odvas, öreg tölgy, az ágról ágra ugráló mókusz stb. A cinegefajoknak a környezetet azonban éppen az idős, odvas fák jelentik, az erdőszéli cserjések, csalánosok pedig a környékét. A vakondnak a talaj, a benne lévő rovarok és a lárvák adják a környezetet, a növények gyökerei a környékét.

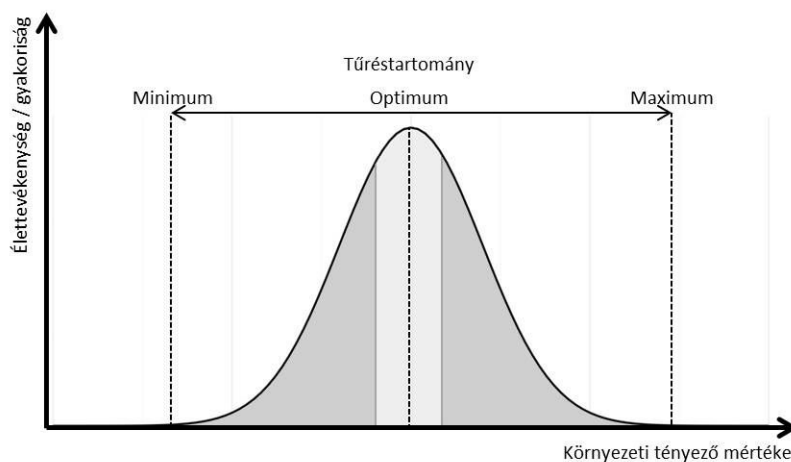
A környezet térben és időben állandóan változik. A változásra az élőlények különböző mértékben reagálnak, vagyis alkalmazkodóképességük a környezeti tényezőkhöz igen eltérő. **Egyes környezeti tényezők** esetenként **határt szabnak az élőlények elterjedésének**, vagyis **limitálják** azt.

Ismerünk olyan növény- és állatfajokat, amelyek egy-egy környezeti tényező jelentős változását is átvészelik, míg mások a legkisebb eltérésre is érzékenyen reagálnak. Az élőlényeknek és a populációkból álló életközösségeknek az igen hosszú fejlődés során kialakult örökletes sajátossága a **tűrőképesség (tolerancia)**. Ez a környezeti hatások felfogását és a populációk arra való reagálását jelenti. Például egy tavi életközösségben a víz kémhatásának egy 0,5 pH egységnyi savanyodása is már pusztulásra ítéli a kagylókat, a csíkbogarak viszont a 3 pH egységnyi savanyodást is túlélnek. A kagylók tehát – a víz kémhatását mint környezeti tényezőt tekintve – szűk tűrésű, a csíkbogarak tág tűrésű állatfajoknak tekinthetők. A foltos maláriaszúnyog tág tűrésű a levegő hőmérsékletére, a páratartalmára viszont szűk tűrésű. Érdekes, hogy a mérsékelt övezeti darázsok imágói kevésbé érzékenyek a hőmérséklet-változásra, mint a lárvák, amelyek szűk tűrésűek e környezeti tényezőre. Ugyancsak szűk tűrésű fajok a zátonykepző korallok, amelyek csak 20 °C-os és állandó sótartalmú tengerekben képesek élni. A szécinegék tűrőképessége szinte minden környezeti tényezővel szemben tág határok között mozog, hiszen sokféle életközösségben – lombos erdő, gyümölcsös, fenyves – előfordulnak. Jellemzően tág tűrésű állatfaj a házi veréb, a házi légy és a vándorpatkány is, de ez utóbbi a szélsőségesen száraz területeket kerüli. Ázsia macskafélé ragadozója, a tigris a szibériai tajgától az egyenlítő menti esőerdőkig előfordul, tehát a hőmérsékletre nézve tág tűrésű.

A növények közül tág tűrésű a nagy útifű, amely minden földrészen fellelhető, valamint a pázsitfűfélék is, amelyek a legkülönbözőbb élőhelyeken képesek megélni, a magas hegyek legelőitől a trópusi szavannáig. A legtöbb élőhely megfelel a pásztortáskának és a gyermekláncfűnek is. Fontos megemlíteni, hogy nem minden tág tűrésű, sokféle társulástípusban előforduló faj gyakori az adott élőhelyen. Ilyen például a nálunk is élő fecskéfarkú lepke, amely szinte minden társulásban látható, de csak kis egyedszámban. Ezért védett.

Adott populációt tekintve egy adott környezeti tényező jelenléte maximum- és minimumértéket mutathat. E kettő középértékének tartománya az **optimum**. A faj legtöbb egyede ebben él. A maximum-, illetve a minimumérték közelében van a kérdéses populáció egyedeire nézve az **elviselhetőség határa**, tehát sem a túl sok, sem a túl kevés nem jó. A minimum és a maximum közötti távolság a **tűrés-** (tűrőképesség-) **határ**, amely faji tulajdonság.

elviselhetőség határa	stressz-tartomány	a populáció egyedei nagy számban vannak jelen	stressz-tartomány	elviselhetőség határa
egyedek hiánya	kevés egyed, az aktivitás csökken	optimumtartomány: fajbőség	kevés egyed, az aktivitás csökken	egyedek hiánya



1. ábra. A populációk tűrőképességének alakulása

Minden növény- és állatfaj – de különösképpen a szűk tűrésű fajok – viselkedése jelzi bizonyos környezeti tényezők hatásának felerősödését, illetve változásait. Ezekből következtetni lehet az élőhely ökológiai viszonyaira. Az egy-egy ökológiai faktorra szűk tűrésű, a változásokra gyorsan reagálók az **indikátor fajok**. Ilyen például a sebes pisztráng, amely a vízben oldott oxigén igen kis mértékű csökkenésére is érzékeny. Az első osztályú vízminőséget tegzesek, álkérészek fajainak lárvái, kovamoszat (*Meridion circulare*) stb., a harmadosztályút a papucsállatka, a víziászka, néhány vízben élő gomba (*Mucor racemosus*) jelenléte jelzi. A nagy csalán, a csattanó maszlag, a fekete bodza, az erdei madársóska, a beléndek stb. a talaj bolygatottságára, gazdag nitrogéntartalmára utal. A nád és az enyves éger a víz jelenlétét, a tőzegmoha mészhányos, savanyú talajt jelez. A nád a rozmaringlevelű fűznek a szürke kárával való együttes előfordulásához hasonlóan a magas talajvízszintről is tájékoztat. Ezeknek a jelzéseknek gyakorlati hasznuk is van. Irányadók például az építkezéseknél vagy erdei kirándulásokon forráskeresésnél. A városok levegőjének szennyezettségére figyelmeztet a zuzmók eltűnése. (A sárga falizuzmó a kéndioxid-szennyezést még bizonyos szintig elviseli, a szakállzuzmó csak tiszta levegőben él meg.) A több környezeti tényezővel szemben tág tűrésű, a taposást, bolygatást jól elviselő fajok (pl. az akác, az aranyvessző, a selyemkóró, a gyomnövények) elszaporodása az adott társulás degradációjának (leromlásának) kezdetéről ad tájékoztatást.

Néhány évvel ezelőtt a Balaton vízminőségének romlását, „túltápláltságát” azonnal jelezte a vízben megjelenő, „vízvirágzást” okozó egysejtű- és zöldalgaömeg.

2.3. Élőhely, termőhely, lelőhely

Az **élőhely** (biotóp): „...az **életközösség térbeli alapegysége**, az élettérnek az a legkisebb része, amelyen belül a környezeti viszonyok azonosak, egyformák, de eltérnek más, szomszédos élőhelyek környezeti viszonyaitól. Sajátos, minőségileg és mennyiségileg jellemezhető egységes élővilágot tartalmaz. Az **élőhely** a maga abiotikus és biotikus tényezőivel **alkotja az életközösség környezetét**. Az élőhely és a biocénózis egymástól elválaszthatatlan...”² „A növényfajok egyedeinek, illetve populációinak élettere a **termőhely**, amely meghatározott ökológiai feltételeket biztosít...”³ Például a Hárs-hegy csertölgyeinek a termőhelyet a száraz, meleg klíma, a tápanyagokban szegény savanyú talaj jelenti. A hegy- és síkvidéki erdők nagyfakopáncs-populációjának élőhelye a fák törzse, ahol az egyedek táplálékot keresnek, illetve amelyekbe költésre alkalmas odút tudnak kopácsolni. Az erdők, mezők talaja többek között a földigilisztá, a vakond élőhelye. A lassú folyású vizek, tavak parti sávjaiban mindenütt előforduló nádas a nádírózó élőhelye. Számára tápláléklak az itt élő rovarvilág szolgál (pl. a szúnyogok), fészket a nádszálak közé építi. Nádas az élőhelye a törpeegérnek is, amelynek egyedei szintén nádszálakra készítik a fészkeiket fűszálakból, nád- és sáslevelekből. Az említett példák érzékeltetik, hogy az élőhely (a termőhely) és az életközösség valóban elválaszthatatlan fogalmak, egyik vizsgálata a másiké nélkül értelmét veszti.

Ha abból a szempontból vizsgáljuk az élőhelyeket, hogy azok milyen **közeget** jelentenek egy-egy populáció tagjainak, azt tapasztaljuk, hogy ez lehet **talaj** (földigilisztá), **levegő** (szúnyog) vagy **víz** (halak). Különbségeik főként fizikai sajátágaikból következnek. A **különböző közegek** az élőlények, illetve életközösségeik evolúciója során limitáló és szelektáló tényezők voltak. Megszabták a testalkatukat, a mozgás- és légzőszerveik felépítését, a mozgásuk és légzésük módját (pl. a vízi állatok kopolyával, a szárazföldiek tüdővel lélegeznek). A **közeg** tehát az élőhely egyik jellemző vonása. Egy adott élőhely, termőhely tulajdonságait ugyanis alapvetően a talaj-, a víz- és a fényviszonyok, valamint a levegő tulajdonságai (hőmérséklete, páratartalma stb.) határozzák meg. E sajátosságok közvetlenül hatnak az életközösség tagjaira.

Az élőhely adottságainak elsődleges meghatározó voltáról például a Széchenyi-hegyre tett kiránduláson is meggyőződhetünk. Csillebérctől az Irhás árokba sétálva először déli irányban enyhén lejtő, füves térségre jutunk. Ez a napfényes, meleg terület ún. pannon-gyep, amelyben melegkedvelő növényeket, mint például tavaszi héricszet, fűrtös gyöngyikét és különféle árvalányhajfajokat figyelhetünk meg. A füves lejtőt karsztbokor erdő övezi. Fás szárú növényeinek, például a galagonyának, a kökénynek, a mezei juharnak, a cserszömörccének jellemző tulajdonsága az alacsony termet. E bokros, bozotos erdőszélen láthatjuk egyik érdekes madarunkat, a tövisszúró gébicset.

2 LÁNG István (2002, főszerk.): *Környezet-és Természetvédelmi Lexikon I.* Akadémiai Kiadó, Budapest. 268. p.

3 LÁNG István (2002, főszerk.): *Környezet-és Természetvédelmi Lexikon II.* Akadémiai Kiadó, Budapest. 429. p.

(Hazánkban 2002-ben az év madara volt.) Általában a kinyúló ágakon üldögél, és rovarzsákmányra les, amelyet, ha elkap, a galagonya vagy a kökény töviseire tűz. Nevét erről a „szokásáról” kapta.

Továbbmenve a völgy irányába, tölgyes erdőbe jutunk. A hűvös, párás Irhás árokban bükkerdő fogad bennünket.

Mi a magyarázata annak, hogy nem a magasabban lévő, hanem az alacsony tengerszint feletti magasságú régióban jelenik meg a bükk? Az, hogy Csillebércről az éjszakánként lehűlő levegő az Irhás árok szűk völgyébe jut le, ahol az így kialakuló párás, hűvös mikroklíma ideális környezet a bükk megtelepedésének és fennmaradásának. Ez az időjárási helyzet a **hőmérsékleti inverzió** (fordított légkörétegzés).

A **lelőhely** az élőlény észlelésének, előfordulásának földrajzi helye. A bánáti bazsarózsa például a Zengőn (Mecsek), a bakszarvú lepkeszeg és a magyar kikerics a Villányi-hegységben, a rákosi vipera a Kiskunságban és a Hanságban fordul elő. **A fogalomnak nincs ökológiai tartalma.**

3. KÖRNYEZETI TÉNYEZŐK

3.1. Élettelen (abiotikus) környezeti tényezők

A környezet a környezeti tényezők révén hat az élőlényekre. Azokat az élők érzékelik, felfogják, és viselkedésükkel válaszolnak rá. Ez a jelenség a **tolerancia** (l. a jegyzet 2.2. pontját). A ható (környezet-) és a hatást felfogó (tolerancia-) tényezők egymást kiegészítik (komplementerek), csak egymásra vonatkoztatva értelmezhetők. A környezeti faktorok között vannak olyanok, amelyek közvetlenül (pl. a talaj vízellátottsága a magok csírázásánál) és olyanok, amelyek közvetett módon (pl. a zsákmányállatok populációjának egyedszáma befolyásolja a ragadozókét) hatnak.

A **környezeti tényezők lehetnek élettelenek** (abiotikusak) és **élők** (biotikusak). Az előbbiekhez tartozik például a szárazföldön élőknél a fény, a hőmérséklet, a levegő, a víz, a talaj, a vízi életközösségeknél a fény, a hő, a víz oxigénellátottsága, sókoncentrációja stb. Az élő környezeti tényezők az élőlényeknek és azok populációinak (társulásokban) a kölcsönhatásai. Az élő és az élettelen faktorok legtöbbször együttesen hatnak, van, amikor felerősítik, máskor gyengítik egymás hatását.

Az élettelen környezeti tényezőket más összefüggésben (pl. mint időjárási elemek; mint a hidro- és a pedoszféra; mint a Nap szerkezete) már tárgyaltuk a Természetismeret tantárgy keretében.

3.1.1. A fény (napsugárzás)

A Nap energiája korpuszkuláris, kozmikus és elektromágneses sugárzás formájában éri el bolygónkat. A földi életre az elektromágneses sugárzásból az **ultraibolya** (UV – 380 nm-ig), a **látható sugárzás** (fény – 720 nm-ig) és az ennél hosszabb hullámhosszúságú **infravörös vagy hőszugárzás** van hatással. Az élőlények számára a felsoroltak közül a fény a legjelentősebb. **Ökológiai szempontból a megvilágítás erősségének, időtartamának, a spektrális energiaeoszlásnak** (a fény hullámhosszának) hatásai a döntők.

A **megvilágítás erőssége** hat a színtestek számára, méretére, a növény szöveti felépítésére, alakjára. Az erős fény inkább növekedésgátló. **Fényigény szempontjából vannak** fényigényes fajok (napfénynövények), árnyéktűrő napfénynövények (mérsékelt fényigényesek) és árnyéktűrők. A **napfénynövények** növekedéséhez és fejlődéséhez közvetlen fény, teljes megvilágítás szükséges. Ilyenek a nyílt gyeptársulások, a sivatagok, a sztyeppek, a tundrák, az útszéli gyomtársulások fajai, a lombos erdők kora tavaszi geofitonjai (pl. tavaszi kankalin, odvas keltike, szel-lőrózsa, salátaboglárka). A geofitonok még a lombkorona záródása előtt kifejlődnek és virítanak. A **mérsékelt fényigényesek / mérsékelt árnyéktűrők** növekedése és fejlődése mérsékelt árnyalásnál is végbemegy, de például a virágzásukhoz teljes megvilágítás szükséges. Ilyen faj a veresgyűrűsom, a hamvas éger, a juharfajok, a cseregalagonya, a babér- és a farkasboroszlán, a csíkos és a bibircses kecskerágó, a közönséges fagyal, a vadalma, a kocsánytalan tölgy, a nagylevelű hár, a luc- és a feketefenyő stb. Az **árnyéktűrő** fajok egyedfejlődése szórt fényben, állandó árnyékolásban is lehetséges. Számukra a teljes megvilágítás káros. Ide tartoznak a közönséges gyertyán, a bükk, a tiszafa, a kislevelű hár, a szilfajok, a borostyán, a lónyelvű csodabogyó, az erdők aljnövényzetének tagjai, így a különböző moha- és páfrányfajok. Az árnyéktűrők levelei nagy felületűek, fotoszintézisükhöz a koronaszinten áthatoló fény is elegendő. Mivel ezeken keresztül sok vizet képesek párologtatni, leveleik soha nem melegszenek fel annyira, mint a lombkoronaszintben növőké. Nincs szükségük az erős sugárzás ellen védő bőrszöveti eredetű szőrökre sem.

A mérsékelt övezeti lombdökbben ugyanazon fa különböző helyen lévő leveleinek fényigénye egymástól eltérő. A lombkorona szélén lévő fényigényesek (fénylevelek), a belsejében fejlődők árnyéktűrők (ezek az árnyéklevelek).

A trópusi esőerdők fafajai ún. fényspecialisták. Ez azt jelenti, hogy a többszintű lombkoronában az adott fényviszonyokhoz (erősség, mennyiség) alkalmazkodtak a fajok (l. e jegyzet I.5.1.1.1. pontját).

A **növénytársulások szintekre tagolódása** is a fény kihasználásáért folyó versengés eredménye. A hazai lomb-erdőknek lombkorona-, cserje-, gyep-, avar-, moha- és talajszintjük van. Léteznek olyan fás társulásaink is (pl. a gyertyános-tölgyesek), amelyekben kettős a lombkoronaszint (l. e jegyzet I.3.2.2.4. és I.3.2.2.6. pontjait).

Ismertek olyan növények (pl. a fagyöngy, a réti perje, a réti füzény, a tavaszi hérics), amelyek magvainak a csírázásához fény szükséges. Sok hagyma- és dohányfajta, a sárgarépa, saláta stb. magjai annak hatására intenzívebben csíráznak. Más fajoknál, így az illatos ibolyánál, a töknél stb. a fény gátolja ezt az életfolyamatot.

A **fény erősségének fotoszintézis-ökológiai hatása is van**. Amikor gyenge a megvilágítás erőssége, akkor a megvilágítással lineárisan növekszik a fotoszintézis. Erősebb megvilágításnál viszont, részben másodlagos okok miatt (légrézáródás, magas testhőmérséklet stb.), csökken a fotoszintézis intenzitása. E folyamat fényenergia-hasznosítása csak ritkán haladja meg a 2-3%-ot. Nagyon lényeges, hogy a fényerősség elérje azt az értéket, amelynél a létrejött szerves anyag ellensúlyozni képes a légzéskor keletkező veszteséget.

Az **állatvilág szempontjából is fontos ökológiai faktor a fényerősség**. A vizek és vízpartok közismert rovара, a dalos szúnyog naplemente után, kb. 40 lux fényerősségnél rajzik. Ennek függvényében (0,1–100 lux) ébrednek és kezdenek dalolni a madarak. Erdeinkben április végén és májusban egész éjjel szól a fülemüle, még sötét van, amikor az erdőszélen hallatja hangját a pacsirta, a hajnali félhomályban következik a vörösbegy, őt követi a kakukk és az örvös galamb. Már erősen pirkad, amikor megszólalnak a széncinegék és az erdei pintyek. A városban is megfigyelhetünk hasonló „**madárórát**”. Elsőként, három és négy óra között a feketeterítőt hallhatjuk, vele csaknem egy időben kezdenek énekelni a kerti és a házi rozsdafarkúak. A városban is a nap első sugaraira dalolnak a széncinegék és az erdei pintyek, s mire teljesen kivilágosodik, a verebek is csiripelni kezdenek.

A felszínre lejutó **napsugárzás közvetlen** (pl. magas hegységekben, sivatagokban) és **szórt fényből** tevődik össze. Néhány példa a közvetlen és a szórt fény hatására, hogy a növény- és az állatvilág többsége a szórt fényt részesíti előnyben, ugyanis a közvetlen fény általában magas hőhatással is együtt jár. Vannak azonban kivételek. A növények közül például a nőszirmfélék vagy a korai (platánlevelű) juhar a direkt (közvetlen) fény kedvelői, hasonlóképpen az állatok közül például a gyíkok. Vannak azonban olyan állatfajok is, mint a földigilisza, amely, ha huzamosabb ideig éri közvetlen fényhatás, elpusztul. Ha a Nap a horizont felett alacsonyan áll, akkor a szórt fény erősebb, és több a hosszú hullámú sugárzás benne. A szórt fény azért is kedvezőbb a növényeknek, mert több benne a fotoszintézisben igen hatásos, a spektrum narancsvörös és vörös hullámtartományában (hosszú hullámúak) lévő energia.

A **spektrális energiaszétválás**, mint az előbb leírtakból is kitűnik, a Nap horizont feletti magasságától függően napszakonként és évszakonként is változik.

A fény egyes hullámhossztartományai eltérő hatással lehetnek a különböző növények fotoszintézisére. A fehér mustáréra például a gyenge vörös fény jobban hat, mint a gyenge kék fény.

A **fény hullámhosszána**k és az élővilágnak a kapcsolata jól érzékelhető a tavak és tengerek életközösségeinél. A Nap sugarai nem hatolnak mélyen a vízbe (kb. 150-200 m-ig). Nagy részüket visszaverik a víz molekulái és a vízben lebegő részecskék. Lefelé haladva kb. 20-30 m-ig a vörös, a narancs, a sárga fény a jellemző, nagyobb mélységig hatol le a zöld, a kék és az ibolya. A fényviszonyok változásának megfelelően a 100-150 méter körüli vízrétegben élnek a tengerek fotoszintetizáló élőlényei, így a növényi planktonok tagjai és különféle moszatok. (A zöldmoszatok a hosszabb hullámhosszú vörös fényt, a vörösmoszatok a zöld fényt, a barnamoszatok a rövidebb hullámhosszú kék fényt kötik meg.) Tehát a **szelektív abszorpció** az okozója az algák vertikális elkülönülésének a tengerekben. Természetesen a felsorolt moszatok pigmentjeinek ez az ún. **kromatikus adaptációja** hosszú fejlődési folyamat során alakult ki. 150-200 méter mélységbe már csak az energiában leggazdagabb ibolyaszínű fénysugarak képesek lejutni. 400 m alatti vízmélységben teljes a sötétség. A **spektrális energiaszétválás** a tengerszint feletti magasságtól is függ. Magas hegységekben a fényben több a rövidhullámú sugár, és erősebb az UV-sugárzás. Ezért több a sötét virágú, erősen szőrözött, alacsony növény.

A fény hullámhossza mint ökológiai tényező szerepet játszhat az azonos fajhoz tartozó állategyedek kapcsolatteremtésében is. Példaként az erdei pintyeket említhetjük, amelyek szárnyán repülés közben fehér csíkok láthatók. Ennek a fajfelismerésben akkor van jelentősége, ha az egyébként jellegzetes (fahéjszínű) begytollazat nem vehető észre.

A fény hullámhossza jelentős például a viráglátogató rovarok számára, ugyanis a színes virágok különféle táplálékforrást jeleznek. Érdekes, hogy a piros virágokat általában nappali lepkék keresik fel (és porozzák be), mert ezek sokkal jobban érzékelik a vörös színeket, mint a méhek vagy a legyek.

A mérsékelt és a hideg övezetben évszakonként jelentősen változik a nappalok hossza, tehát a **megvilágítás időtartama**. Az élőlények belső órájukat ehhez igazítják, ez mint időmérték működteti a növények és állatok testét szabályozó folyamatokat. Tehát az élő szervezetek ezért a megfelelő időben a megfelelőt teszik. A nappalok hossza sok életfolyamat idejét jelzi. Az élők erre érzékenyebben reagálnak, mint a hőmérséklet, illetve a csapadék mennyiségének változására. Ez indítja el a növények virágzását, gyümölcsképzését. A **rövidnappalos növények**-nél, így a trópusokon élőknél csak akkor indul el a virágképződés, ha a nappalok rövidek. A mérsékelt övezeti **hosszúnappalos növények**nél viszont legalább 12 órás megvilágítás szükséges a virágzáshoz. A lombos az őszi színváltozásának egyik kiváltója szintén a nappalok hosszának, tehát a fény mennyiségének és erősségének csökkenése.

A fény biztosítja az állatok látószervekkel való tájékozódását, tehát ez is a fényfelhasználás formája. Az életfolyamataikra szintén hat. Ez ébreszti fel az alvókat, ez tájékoztatja a vonuló madarakat az elvonulás megkezdéséről, a téli szállásról, a költőhelyről – még akkor is, ha a pillanatnyi időjárás mást sugall. Sok állatnál váltja ki a szaporodási aktivitást, tojásrakást, téli álmat, indítja el az agancs- és a szőrváltást. A mérsékelt övezeti erdőkben a rovarvő madarak sokféle és nagyobb mennyiségű táplálékhoz (hernyó, báb, más rovarlárva, imágó) jutnak, mint a trópusi erdőkben. Egyrészt ezért éri meg a hosszú utat megtenniük és itt költeniük, másrészt azért, mert a hosszú nappalokon 4-6 órával több idő áll a madárszülők rendelkezésére a fiókanevelés nehéz időszakában a táplálékszerzésre.

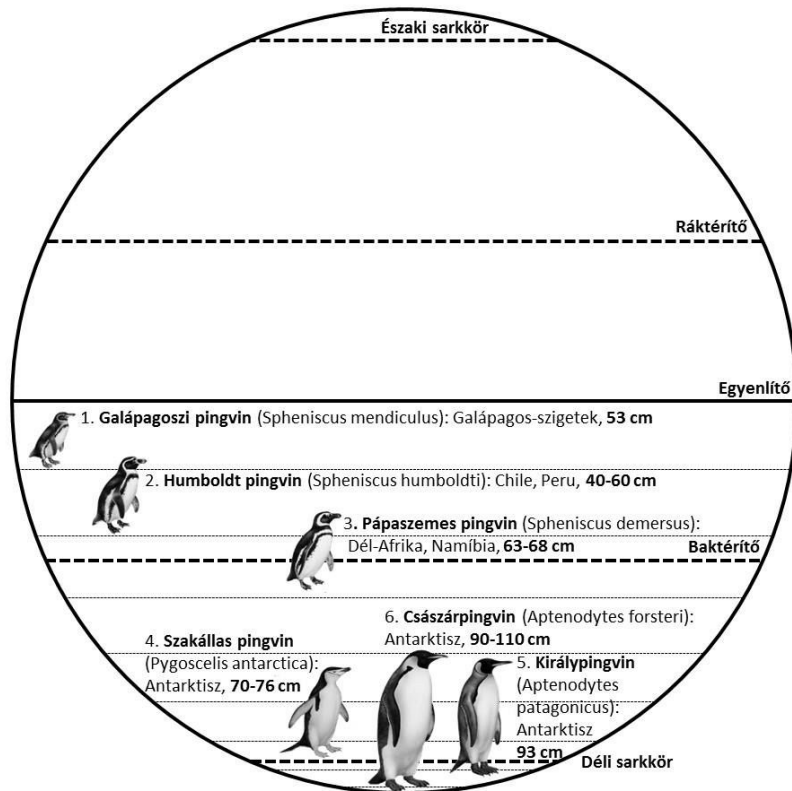
3.1.2. A hőmérséklet

A napsugárzás fényspektruma (ibolya, kék, türkiz, zöld, sárga, narancs, vörös) a még látható vörösből az **infravörös tartományba** megy át. Az **élőlények ezeket a láthatatlan hősugarakat melegnek érzélik**. Ez hat a víz, a talaj, közvetve a levegő és az élőlények hőmérsékletére, megváltoztatja a víz halmazállapotát. Ez a változás nemcsak a felszíni vizekben, hanem az élőlények sejtjeiben lévő vízre is vonatkozik. 0°C alatti hőmérsékleten a sejtekben jégkristályok képződnek, amelyek tönkreteszik azok szerkezetét. A fagyérzékeny szervezetek eltávolítják sejtjeikből az ott lévő vizet, és latens állapotba kerülve, vagy állatok esetében téli álomba merülve vészeli át a számukra kedvezőtlen hideg napokat, hónapokat. A növények normális életfunkciói csak akkor működnek ismét, amikor felmelegszenek, és képessé válnak víz felvételére. Ez a kémiai reakciókból is álló folyamat a többihez hasonlóan hőmérsékletfüggő. A másik véglet a tartósan 40 °C-nál, a fajok egy részénél 45 °C-nál magasabb hőmérséklet. Ez a sejtekben lévő fehérjemolekulák kicsapódása miatt válhat végzetessé (hőhalál). Bolygónk különböző térségeinek hőmérsékletét sok tényező alakítja, illetve befolyásolja. Függ a földrajzi szélességtől, a tengerszint feletti magasságtól, a domborzati viszonyoktól, befolyásolja a levegő vízgőz- és szén-dioxid-tartalma (üvegházhatás).

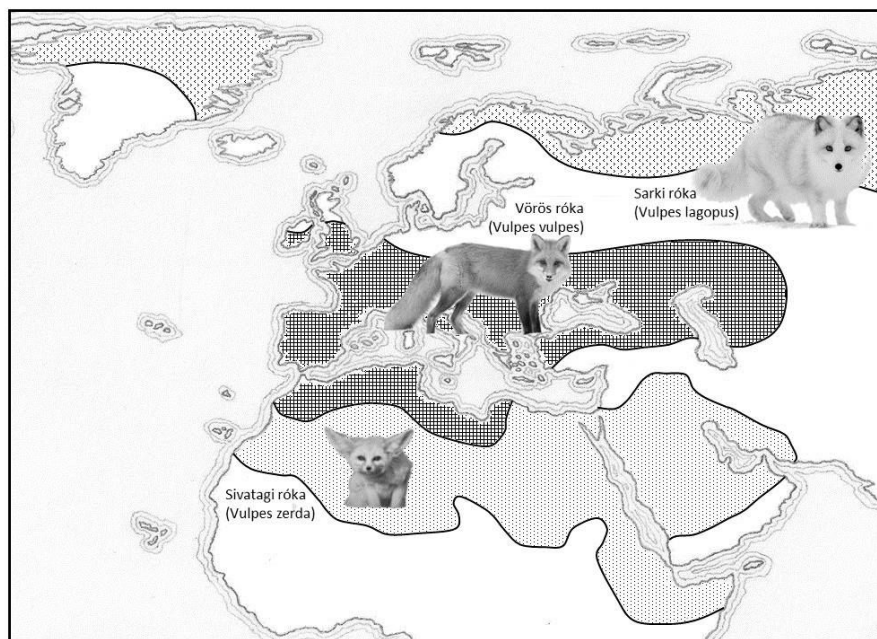
A növény- és állatvilágnak a hőmérséklettel szembeni igényei a fényhez hasonlóan nagy változatosságot mutatnak. A trópusi esőerdőkben élő banán, a kakaó, a csimpánz, a gorillafajok, a krokodilok például **melegkedvelők**. A tajgaerdőket alkotó lucfajok, a balzsamfenyők, az ott vadászó coboly, a hermelin, a sarkkörök vidéken élő jegesmedvék, a bálnák, a pingvinek kifejezetten a **hideget szeretik**. Az élőlényeknek a hőtűrő képessége is eltérő (l. e. jegyzet I.2.2. pontját). A **tág tűrésűek**, például a puma vagy egyes cetfajok hideg és meleg területeken is megtalálják az életfeltételeiket, míg a **szűk tűrésűek**, például a jegesmedvék, a pingvinek, a kolibrik csak kis hőingadozásokat tudnak elviselni. A **mérsékelt övezeti élőlények**, amelyeknek nyáron gyakran nagy meleget, télen erős fagyokat kell elviselniük, **sokféle módon alkalmazkodtak a hőmérséklet jelentős ingadozásához**. Lombos fáink például télire lombjukat lehullatva nyugalomba vonulnak, lágy szárú növényeink egy része magvai segítségével, mások hagymák, gumók, tarackok stb. révén telelnek át. A hőmérséklet évszakai változásával függ össze egyes állatfajoknál, mint azt már az előbbieken kifejtettük, a téli álom. A nálunk is jól ismert közönséges sün a tartós hideg beköszöntése előtt, október végén a fák gyökerei között lévő üregekben, farakások vagy sövények alá faleveleket hord, vackot készít, és egészen március végéig alszik. Az ürge a föld alatt 1–1,5 m mélységben lévő telelőkamrájában merül álomba. Az ugyancsak téli álmat alvó denevérfajok fejjel lefelé lógva padlásokon, templomtornyokban, barlangokba húzódva töltik a telet. Költöző madaraink, mint például a fecske- és a gólyafajok táplálkozása és szaporodása szintén függ a hőmérséklettől. Ezzel is kapcsolatos az őszi elvonulásuk és tavaszi visszatérésük. **Összefüggés figyelhető meg a madarak és az emlősök körében a hőmérséklet és a testnagyság, illetve egyes testrészek méretének alakulása között**. Az Egyenlítő közelében élő pingvinfajok például jóval kisebb termetűek (a galapagos pingvin 50 cm), mint a Déli-sarkon élők (a császárpingvin 120 cm). A kodiakmedve (a barna medve alaszakai alfaja) lényegesen nagyobb termetű, mint a délebbre előforduló grizzly medve, ez pedig természetesebb, mint a még ennél is délebbre élő európai

3. KÖRNYEZETI TÉNYEZŐK

barna medve. A felsorolt példák jól bizonyítják, hogy az egymással rokonságban lévő fajok közül a hidegebb területek lakói terjedelmesebbek a melegebb vidékeken élő rokonaiknál. Ugyanis a nagyobb test a tömegéhez képest viszonylag kisebb felülettel rendelkezik, így hőleadása jóval kisebb. Tehát a hőszabályozásban fontos szerepe van a testtömeg/felület-aránynak. Ez az ún. **Bergmann-törvény (méretszabály)**.



2. ábra. Néhány pingvinfaj testmérete és elterjedése közötti összefüggés



3. ábra. Az Allen-törvény

Ha például az állatkertben a sarki rókat összehasonlítjuk a trópusi forró sivatagok lakójával, a sivatagi rókával (3. ábra) és a mérsékelt övezeti vörös rókával, akkor rögtön feltűnik, hogy a három faj közül a sivatagi róka fülei és végtagjai a leghosszabbak. A jelentős hőleadó felületet képező nagy, lapos fülek, karcsú lábak képesek csökkenteni a forró nappalokon a test hőmérsékletét, és megóvják az állatokat a túlhevüléstől. Az **Allen-törvény (arányszabály)** szerint az azonos rokonsági körbe tartozó állatfajok meleg éghajlaton élő egyedeinek testfüggelékei hosszabbak a hűvösebb élőhelyeken élőkénél. Nagyobb felületen ugyanis több hő adható le.

Az élőlények egy része képes testhőmérsékletét függetleníteni a környezet hőmérsékletétől. Ezek az **állandó testhőmérsékletűek** (pl. a madarak és az emlősök). A hőmérséklet belső változtatásának nagy ára van! Azt ugyanis az állatok a táplálékuk kb. 80%-ának elégetéséből felszabaduló energiából fedezik. A táplálék megszerzése azonban sok időt és energiát igénylő tevékenység. A **változó testhőmérsékletűek** (pl. a rovarok, a halak, a kételtűek, a hüllők) életfolyamatait, így anyagcseréjüket, növekedésüket, szaporodásukat, mozgásukat a külső hőmérséklet szabja meg. A tücskök, kabócák, sáskák stb. alacsony nyári hőmérsékletnél nem „zenélnek”, a békafajok brekegése is alábbhagy. A gyíkok, a kígyók olyankor lelassulnak, képtelenek védekezni. Ekkor könnyen kézbe vehetők és tanulmányozhatók.

A magok csírázásának viszonylag alacsony a hőigénye, de fajra jellemző érték, a rügyfakadáshoz hasonlóan. Többek között ez is okozza a fa- és cserjefajok eltérő időpontú virágzását, kilombosodását. Az is jól megfigyelhető, hogy ugyanannak a növénynek a virág- és levélrügyei is eltérő időpontban pattannak ki a hőigényük különbözősége miatt. Például a húsos som kénsárga virágai a leveleket megelőzve már februárban–márciusban kinyílnak, a közönséges mogyoró porzós barkáinak hosszúra nyúlt tengelyén kb. ugyanebben az időben jelennek meg a sárga portokok, a húsos somhoz hasonlóan a lombfakadás előtt.

A növények fotoszintézise több hőt igényel, mint a csírázás, intenzitása a hőmérséklet változásának függvénye. A melegebb éghajlaton élőknek a CO₂-felvétele már 0 °C felett leáll, a mérsékelt és a hideg övezet növényei 0 °C alatti hőmérsékletnél is képesek fotoszintetizálni, tehát a növekedésükhöz szükséges szerves anyagot előállítani. A hegységek magasabb régióiban, a hideg mérsékelt övben és a hideg övezetben, ahol főként az éjszakai hőmérséklet alacsony, ott a növények rövid szárúak, kistermetűek, levélzetük sűrű. Tehát az alacsony hőmérséklet lassítja a növekedést.

A hőmérséklet alakulása befolyásolja a növények párologtatását is, amely hőszabályozó.

Jelentős a különbség a domb- és a hegyvidékek északi és déli lejtőinek hőmérsékleti viszonyai között, ami kihat az azokon élő növények tavaszi megjelenésére és virágzásának időpontjára. Az északiakon később olvad el a hó, így később bújnak elő a talajból a lágyszárúak, bontanak rügyet a fásszárúak, mint a délieken. Az északi és a déli hegyoldalak közötti hőmérséklet-különbség következtében az utóbbiakon előbb, már február végétől kezdenek dobolni, tehát párt keresni a harkályfélék (pl. a nagy, a kis, a közép fakopáncs, a fekete harkály, a zöld és a szürke küllő), dalolni a csuszkák.

Az erdős társulásokban télen a talaj viszonylag jobban felmelegszik, mint nyáron, ugyanis ebben az évszakban több hőenergia tud bejutni az erdők belsejébe a fák lombtalanságából következően. Nyári éjszakákon az erdős részekben a talaj és a felette lévő légréteg kevésbé hűl le, mint a tisztásokon. A kisugárzott hőenergiát ugyanis a lombzat visszatartja.

Ha a télvégi, kora tavaszi napsugarak felmelegítik az avar, ott már februárban–márciusban mozgalmas élet kezdődik. Apró pókok, legyek, néhány erdei ganéjtúró stb. éled fel téli pihenéséből, és válik ismét láthatóvá. Ha felhők árnyékolják be a tájat, akkor hűvösebb lesz az avar és a talaj, ilyenkor ismét visszahúzódnak rejtékhelyükre az avarlakók.

A **hőviszonyokhoz való alkalmazkodás egyik példája** a hűvös vidékeken élő néhány hüllőfaj szaporodása. Például a viperák, az elevenszülő gyíkok nem bízzák a szeszélyes időjárású környezetre a tojásaik kikeltetését, hanem azokat saját szervezetükben költik ki. „Szüléskor” a tojások szaruhéja felpattan, és az utódok kifejezetten bújnak ki az anyaállat szervezetéből. Másik példája a jegesmedvék szőrzetének alakulása. Náluk a külső, meredeken álló, üreges, levegővel telt szőrszálak alatt lévő tömött, alsó gyapjas szőrzet oly módon is védi a testet a lehűléstől, hogy megakadályozza a testmeleg kisugárzását. Ugyanis az állat fekete színű bőre elnyeli a szőrtakarón áthaladó infravörös sugarakat, és azoktól felmelegszik.

3.1.3. A víz

Az élet nélkülözhetetlen vegyülete, az élővilág jelentős részének állandó vagy időszakos tartózkodási közege, táplálékforrása. Mennyisége és minősége egyaránt limitálja és szabályozza egy adott klímaövezet és az azon belüli klímaövek növény- és állatfaj-összetételét, a csapadék évi eloszlása pedig a vegetáció eloszlását.

A *csapadék mennyiségén*, a *levegő páratartalmán* kívül a *vízi élőhelyek hőmérséklete*, *oldott gáz- és tápanyagtartalma*, *szennyezőanyagainak mennyisége és minősége*, *mozgásai* mind-mind fontos *környezeti tényezők*.

Az élőlényeknek igen eltérőek az igényeik mind a *csapadék mennyiségét*, mind a *levegő páratartalmát* illetően. A kaktuszok közismerten szárazságtűrő növények, a tevék akár 8-10 napig is kibírják víz nélkül, a sivatagi apróbékák, a kistermetű tündérbaglyok (kb. 15 cm-esek), a sivatagok apró termetű rágcsálói (pl. a tasakos ugrógér, a szöcskegér) szintén kiválóan alkalmazkodtak a szárazsághoz. Például az Észak-Amerika sivatagjaiban élő ásóbékák 8-9 hónapig vannak a légmentesen lezárt föld alatti üregeikben, amelyekből csak egy kiadós eső után bújnak elő. Egyrészt a talaj, másrészt a testüket burkoló nyálkás anyag védi őket a kiszáradástól. A pókokra, rovarokra, rágcsálókra vadászó tündérbaglyok a nappali forróságot a magasra növvő kandeláberkaktusz üregeiben töltik. A rágcsálók nappal hűvös vackukban tartózkodnak, amelyeknek a nyílásait gondosan betömik. Az abban tárolt táplálékuk magukba szívja az üreg páratartalmát. Alkalmazkodásuk következménye az igen tömény vizelet kiválasztása is.

A csapadékpótló *köd* és a *harmat* szintén hat a növények vízgazdálkodására.

A növények vízháztartásuk alapján lehetnek *változó* (poikilohidratúras) és *állandó* (homoiohidratúras) *vízállapotúak*. A *változó vízállapotúak* sejtulajdonságaikból következően nem képesek önálló vízháztartás kialakítására, ezért vízállapotuk döntően környezetfüggő. Ide tartoznak a különböző *kiszáradás-toleráns fajok* (moszatok, mohák, zuzmók, a páfrányfajok egy része stb) is. Vízhány esetén nem pusztulnak el, csak lelassulnak az életfolyamataik, amelyek a vízhez jutásukkor helyreállnak.

Az *állandó vízállapotúak* (kevés kivétellel a harasztok, a nyitva- és a zárvatermők tartoznak ide) képesek a környezettől függetleníteni a vízháztartásukat. Vízkészleteiket sokféle módon őrzik meg. Például párologtatásuk a sejteik ozmotikus koncentrációjának növelésével, testük szőrözöttségével.

Az e csoportba tartozó növények termőhelyük, illetve szárazságtűrő képességük alapján lehetnek *vízínövények* (hidatofitonok), *mocsáriak* (helofitonok), *közepes vízellátottságúak* (mezofitonok) és *szárazságtűrők* (xerofitonok).

A *vízínövények két nagy csoportját* a lebegő és a talajban rögzült, gyökerező hínárnövények alkotják. A *lebegők* között vannak olyan fajok, amelyek a felszínen úsznak és olyanok is, amelyek alámerülnek a vízbe. E csoport tagjai a békalencsefajok, a vízidara (hazánk legkisebb méretű – 1 mm-es – virágos növénye), a rucaöröm, a közönséges rence (rovarfogó), a kolokán stb. A *gyökerező hínárok* is lehetnek alámerülők (pl. a süllőhínárok, a hínáros békaszőlő, a békaliliom) és *úszólevelűek* (pl. a tündérfátyol, a tündérrózsa, a vízitök, a sulyom). A tápanyagot gyakran a leveleiken keresztül veszik fel, gyökereikkel elsősorban kapaszkodnak. Az úszólevelűeknek általában nagy a levélfelületük, amelyeken a gázcsere nyílások felül találhatók. A növények egésze ezeken keresztül szellőzik át. A vízre terülő levelek fonákja pedig a vízzel való közvetlen érintkezés révén a túlzott felmelegedéstől óvja a növényt. Az évelő hínárok a talajiszapban fekvő gyöktörzseikben tárolják a vegetációs időben feleslegben előállított tápanyagokat.

A *mocsári növényeknek* mind a vízfelvétele, mind a párologtatása jelentős intenzitású. Leveleik nagy felületűek, a növény a vízből kiemelkedik. Ide tartoznak a nád, a gyékény- és kákafajok, a sárga nőszirm, a mocsári golyahír, a nyílfü, a lápi csalán stb. A *nád és a kaka ökológiailag is kiemelkedő jelentőségű*. A kaka képes megkötni és ártalmatlanítani az igen veszélyes fenolvegyületeket. A nád biomaszaprodukciója számottevő. A vizek parti sávjában nő, biztonságos költési helyet, fészekanyagot biztosít például a nádíposztának (az erős nádszár elbírja a fészket), a vörösgémnek, a bölömbikának, a kócsagoknak, élőhelyet vízi kisemlősöknek. Halaknak ikrázó-, a nádszár pedig sok gerinctelen állatnak áttelelőhelyet. A mocsári növények partvédő hatásúak is.

A *közepes vízellátottságúakhoz* tartozik a virágos növények többsége. Általában rendelkeznek párologtatás-csökkentő berendezésekkel, amelyek hozzájárulnak vízállapotuk megőrzéséhez. A kiegyenlített vízgazdálkodású termőhelyeket kedvelik. Ilyen fajok a korai, a hegyi juhar, a bibircses nyír, a közönséges gyertyán, a bükk, a szelídgesztenye, a madárcseresznye, a vadalma, az erdei iszalag, a babérboroszlán, a borostyán, az üde erdők, rétek lágyszárújai stb.

A **szárazságtűrő növények** csapadékszegény területeken fordulnak elő. Nem azonosak az előzőekben már tárgyalt **kiszáradástűrő** (poikilohidratúras) fajokkal. Gyökereik mélyre nyúlnak le a talajban, apró gázcserenyílásaik, redukált párologtató felületük (némely fajoknál, pl. kaktuszok, jukkák, varjúháj- és egyes kutyatejfélék), gyakran tövissé módosult leveleik vannak. Dús, bőrszöveti eredetű szőrzet vagy vastag kutikula is védi a növényeket a tűző napsugaraktól és a túlzott párologtatástól. Az előbbieken említett fajok életformatípusainak neve: **szukkulens** (latin eredetű szó, jelentése: folyadék) **vagy pozsgás**. Ezekre még nyálkagazdag víztartó alapszövet is jellemző. Kiváló vízraktározó képességüket különleges anyagcsere-folyamataik biztosítják. Ennek lényege a következő. A pozsgásoknál a gázcserenyílások éjszaka nyílnak ki. Az ekkor a sejtekbe jutó szén-dioxid almasav formájában ideiglenesen megkötődik. Nappal, amikor a nagy melegben a sztómák bezáródnak, az éjszaka megkötött szén-dioxidot használja fel a növény a szénhidrátok szintéziséhez. Annak alapján, hogy a szárazságtűrő növény mely szerve képes a vízraktározásra, két csoportra osztják azokat, **levél-, illetve törzsszukkulensekre**. **Más életformatípusok is alkalmasak a szárazság eltűrésére**. A száraz, hosszú nyarú vidékeken élőknek **kemény leveleik vannak**, amelyekkel képesek a párologtatásuk csökkentésére. Rövidebb aszályt **lágý, szőrökkel** sűrűn **fedett levelekkel** is el lehet viselni. A **szárazságtűrő növények** meleg, száraz lejtők, homokpuszták, sivatagok, ültetetten pedig száraz, szennyezett levegőjű települések növényei. Néhány példa az e csoportba tartozó nálunk is élők közül: virágos kőris, madárbirs, cserszömörce, törpemandula, aranyeső, boróka, sóskaborbolya, gyalogakác, sajmeggy, bokros koronafürt, pukkanó dudafürt, bálványfa, borzas peremizs, szárazságtűrő pázsitfüvek, festőpipitér, báránypirosító, molyhos napvirág, farkaskutyatej stb.

A víz az állatpopulációk elterjedését is befolyásolja. Az **állatok** vízhez való viszonyuk alapján lehetnek **vízben élők, páras és száraz környezetben előfordulók**. A **vízben élők** (ez a növényekre is igaz) **szempontjából fontos ökológiai tényező** a víz **hőmérséklete** és azzal szoros összefüggésben az **oldottgáz-,** valamint a **tápanyagtartalma**. Az állatoknak a víz hőmérsékletéhez való viszonyulásában is nagy változatosságot tapasztalunk. Sokszor igen szűk hőmérsékleti határok között fordulnak csak elő. A hideg tengerek lakói a cetek, a levesteknősök viszont csak azokban a trópusi tengerekben élnek meg, amelyekben a víz hőfoka legalább 20 °C. A hideg, sebes folyású, oxigénben gazdag vizű patakok kedvelője a sebes pisztráng. A csuka inkább a lassú folyású, közepes hőmérsékletű, növényekben dús vizekben él. Mint az előző példából is kitűnik, a hideg vizekben mind az oxigén, mind a szén-dioxid jobban oldódik. Az oxigén, amely a vízi élőlények légzéséhez elengedhetetlen, molekulárisan oldott állapotban van jelen. A szén-dioxid pedig egyrészt fizikailag oldottan, másrészt hidrogén-karbonát-ion (HCO_3^-) formájában. A vizek gáztartalma még a sebességükkel is összefügg, pl. több van a gyorsabb, szintkülönbségeket zuhatagban legyőző vízfolyásokban.

A **páras környezet** lakói (pl. a földigiliszták, a csigák többsége, a kétéltűek) csak magas vízgőztartalmú közegben élnek meg. Ennek időszakos hiányához a földigiliszták úgy alkalmazkodnak, hogy a talaj mélyebben lévő, nedvebb részébe húzódnak, a csigák pedig a házukba.

A **száraz levegőn** élő állatokra e fejezet első részében olvashatók példák.

A vizek mozgása, az áramlások a tápanyagoknak és bizonyos esetekben élőlényeknek, terméseknek, sőt szennyeződéseknek a szállításában jelentősek (pl. egysejtű élőlények, medúzák, kókuszpálma termése).

Jól megfigyelhető a budapesti Duna-szakaszon például az, hogy a folyamba a csatornákon bejutó ehető hulladékok mely fajoknak jelentenek közvetlen tápanyagforrást. A sirályok (danka-, vihar-, ezüstsirályok stb.) a befolyók körüli köveken ülve várják az érkező falatokat, amelyekhez sokszor egymás közötti kemény harc árán jutnak hozzá. A maradékot a Duna továbbviszi, s az majd újabb élőlényeknek jelent táplálékot.

3.1.4. A levegő

A növény- és állatvilág élet- és mozgástere a növények egyik tápanyagforrása. Ökológiailag azért jelentősek a fizikai-mechanikai tulajdonságai, a kémiai összetétele, vendéggázainak és szennyeződéseinek (a nyomanyagoknak) a mennyisége, illetve azok változásai, mert ezek befolyásolják az élőlények életjelenségeit, elterjedésüket, társulásbeli viselkedésüket.

A **levegő alapgázai** közül a molekuláris állapotú **nitrogén** (N_2) az életfolyamatokra **közömbös**, nincs korlátozó szerepe, tehát **nem ökológiai tényező**. A légköri **oxigén**, mint azt előző tanulmányaikból már tudják, a légzéses disszimiláció faktora, így az **élőlények számára nélkülözhetetlen**. A levegőben lévő jelenlegi mennyisége elegendő, sőt a szükségesnél több, tehát ez sem korlátozza az élőlények elterjedését. A talajban azonban a hiánya lehet korlátozó tényező (l. e jegyzet I.3.1.5. pontját).

A **vendéggázok** közül a **szén-dioxid** (CO_2) a fotoszintetizáló növények egyik „tápanyaga”, ezért szintén **nélkülözhetetlen környezeti tényező**. Mennyisége napjainkban, főként az ember gazdasági tevékenysége révén növekvő tendenciát mutat. Ez fokozza az üvegházhatást (a vízgőz és a metán szintén üvegházgázok) azáltal, hogy megváltoztatja az infravörös sugarak légköri elnyelődését. Ennek következménye a légköri hő-körfolyamat zavara, amely a légkör felmelegedéséhez, végső soron globális éghajlatváltozáshoz vezet.

Az **ózon** (O_3) – ez is vendéggáz – főként a sztratoszférában képződik, de a napsugárzás hatására végbemenő kémiai reakciókban a troposzférában is felszabadulhat. Az előbbi légkörrétegben a mennyisége csökken, az utóbbiban pedig növekedik. Az ózon ilyen arányváltozása az élővilágra katasztrofális hatású.

A **levegő szennyező anyagai** közül jelentős a **kén-dioxid** (SO_2) élettani hatása. Ez a gáz a levegő páratartalmával egyesülve kénessavat, illetve kénsavat alkot, amely a növényekkel érintkezve roncsolhatja azok szöveteit, gátolhatja a fotoszintézist, a pollenképződést. A talajba jutva elpusztíthatja az erdőalkotó fák gyökereivel szimbiózisban élő mikorrhiza (gyökérkapcsolt) gombákat, ami felgyorsítja az erdőpusztulást (l. e jegyzet I.3.2.2.2. fejezetét). A levegő savasodásához más szennyeződések, így a nitrogén-oxidok (NO , NO_2) is hozzájárulnak.

A növények kén-dioxid-érzékenysége változó. A hagyma, a burgonya, a zab például igen kis mértékben károsodik általa, nagyon érzékeny rá viszont a jegenye- és a lucfenyő, a bükk, a gyertyán, a hársfák, a gabonafélékhez tartozó árpa és a búza, a gyümölcsfák közül az alma. Eltűri a jelenlétét a fagyal, a nyír, a nyárfajok, a platán stb. A zuzmók különösen érzékenyek a kén-dioxid-szennyeződésre, ezért a légszennyezés indikátorai (l. e jegyzet I.2.2. fejezetét).

A **levegő mozgásainak**, így a vízszintes irányú **szélnek** és a **függőleges áramlásoknak** is **sokféle ökológiai hatásuk van**. A mérsékelt és a hideg éghajlati övezetben jelentős számú a szélporozta növényfaj, amelyek általában lombfakadás előtt virágoznak. Például a nyitvatermők, a lomboserdei fák, fűvek, sások. A szél szállítja sok növény – általában kicsi, könnyű vagy repítőképesülékkel rendelkező – termését, magját (közönséges aszat, gyermekláncfű, juharok, kőrisek, fenyőmagok stb.), hozzájárulva ezzel az elterjesztésükhöz. A széljárta térségekben növeknél előfordul, hogy a növény egészét viszi tova a szél, és eközben szóródik ki belőle a mag. Nálunk ilyen például a mezei iringó, amelyet a népnyelv találóan ördögsekernek nevez.

A szél is szerepet játszik a természeti katasztrófák (pl. vulkánkitörések) után kihalttá váló tájak, zátonyok, bányák, kohók, szénosztályozók stb. melletti meddőhányók növényekkel, sőt állatokkal való benépesüléséhez is. Az utóbbról példa az „ökörnyál” mozgása, amely, mint tudják, a pókivadékok szállítófonala.

A **szél mechanikai hatásának következményei** nagy viharoknál a legszembetűnőbbek. A szél ereje képes tövestől kitépni a talajból az erdők fáit, sőt egész hegyoldalak növény- és állatpopulációit is elpusztítani és/vagy az utóbbiakat elűzni élőhelyükről. Az egyirányú szelek a fákön kisebb-nagyobb mértékű alakváltozást idézhetnek elő. Szélsőséges esetben féloldalassá, „szélzászlóssá” is válhatnak. A tartósan nagy erejű légmozgás megakadályozhatja egy terület újbóli beerdősülését is.

A **szél közvetett ökológiai hatása** például a talajpusztító tevékenysége, a futóhomokok szállítása, illetve különböző nagyságú területeknek azzal való beborítása, hullámozás kiváltása a vízfelületek felszínén. Ez utóbbinak az energiája igen jelentős, az ebből következő partalakító hatása közismert. A magasra emelkedő hullámok vize a vízesésekhez hasonlóan (l. e jegyzet I.3.1.3. pontját) nagyobb felületen érintkezik a levegővel, így abban több oxigén és szén-dioxid tud feloldódni, ami a vízi ökoszisztémák szempontjából fontos. A szél közvetett ökológiai hatása a csapadékot hozó felhők szállítása is.

A **levegő függőleges áramlása** egyrészt befolyásolja a légkör hőháztartását, másrészt segíti a ragadozó madarak zsákmányszerzését. Azok ugyanis napközben az alacsonyabban fekvő területekről a magasabban lévőkre felé áramló meleg levegő (termik) felhajtó erejét kihasználva, vitorlázva figyelik a terepet. A termikek révén a madarak őszi és tavaszi vonulásukkor sok energiát takarítanak meg.

3.1.5. A talaj

A **különböző talajképző tényezők**, például az anyaközet, az éghajlat, a növényzet, a domborzat, a felszíni vizek **kölcsönhatásaként létrejött talaj** felfogja és összegezi a földfelszínt érő fizikai, kémiai és biológiai hatásokat. **Fontos szerepe van** a Föld energiaforgalmában, az anyagok tárolásában, az emberi civilizációban, a különböző természeti tényezők kiegyenlítésében stb.

A Természetismeret stúdium keretében megismert **fizikai és kémiai tulajdonságai közül ökológiai szempontból a következők jelentősek**:

A **talaj kémhatása** (kémiai tulajdonság), amelyet a pH-értékkal fejeznek ki. Összefügg a talajoldat és az adszorpciós komplex állapotával. A talaj kémhatása akkor erősen savanyú, ha a pH-értéke < 4,5; 4,5–5,5 pH között savanyú, 5,5–6,8 pH között gyengén savanyú. A 6,8–7,2 pH-érték semleges, a 7,2–8,5 pH gyengén lúgos, a 8,5–9,5 pH lúgos, a > 9,5 pH pedig erősen lúgos kémhatást jelez. A talajok nagy része savanyú, melyet a H^+ ionok idéznek elő. Ezek az ásványi savakból, az élőlények légzésekor felszabaduló CO_2 -ből létrejövő szén-savból (H_2CO_3) és a humuszvegyületek bizonyos csoportjaiból (pl. fenolos, karboxil) származnak. A talajok pH-értéke térben és időben változik, az egyes szintekben sem azonos. A változás a hőmérséklettel és a csapadékeloszlással (éghajlati tényezők) függ össze. A talaj kémhatása befolyásolja egyes anyagok oldékonyságát és ezáltal egyrészt a málláskor képződő termékek sorsát, másrészt a talaj tápanyagtartalmát, azok felvehetőségét és mozgását. Például a foszforvegyületek kevésbé oldódnak az erősen savanyú és erősen lúgos közegben, a mangán vegyületei pedig savasban jól, lúgosban rosszul. Hat a talajkolloidok adszorpciós képességére is. A **talaj pH-értéke** az előbbieken keresztül **korlátozó környezeti tényező lehet a növények számára. Savanyúságkedvelő** (acidofil, mészkedvelő) **növényfajok** például a molyhos nyír, a csarab (avarhanga), a fekete lonc (Zempléni-hegység), az erdei fenyő, a babérfűz, a seprőzanót (őshonossága vitatott), a fűzlevelű gyöngy vessző, a fekete, a tőzeg- és a vörös áfonya, a madársóska, a korpafüvek. Ismerünk olyan fajokat is, amelyek inkább mészkedvelők (acidoklin), főként savanyú kémhatású talajon élnek, de megjelennek semlegesen, esetenként gyengén lúgosan is. Például a jegenye-, a vörös és a lucfenyő, a közönséges (bibircses) nyír, a szelídgesztenye, a bükk, a kutyabenge (kutyafa), a közönséges boróka, a zselnicemeggy (májusfa), a rezgőnyár, a kocsánytalan tölgy, a madárberkenye.

Lúgos kémhatású talajon előforduló növények (bazifil, mészkedvelő): a fanyarka, a sóskaborbolya, a pukkanó dudafürt, a húsos som, a cserszömörce, a csikófark, az aranyeső, a szúrós és a lónyelvű csodabogyó, a parti fűz, az ostorménfa stb. A fajok egy része inkább mészkedvelő (baziklin), tehát a lúgos talajokat részesítik előnyben, de megtalálhatók semleges, ritkán gyengén savanyú talajokon is. Ilyenek például a hegyi és a tatár juhar, a bálványfa, a gyalogakác, a keskenylevelű ezüstfa (az előbb felsoroltak enyhén sötétűek is), a törpe mandula, a veresgyűrű-som, a közönséges mogyoró, a madárbirs, a babérboroszlán, a havasi éger, a csíkos és a bibircses kecskerágó, a magas és a virágos kőris, a feketefenyő, a fehér nyár.

Semleges (közömbös) kémhatású talajon élő (neutrofil) **fajok**: a mezei, a zöld (kőrislevelű) és a korai juhar, a mézgas és a hamvas éger, a közönséges gyertyán, a madárcseresznye, az erdei iszalg, az egybibés galagonya, a farkasboroszlán, a közönséges fagyal, a borostyán, a vadalma, a fekete nyár, a kökény (tövisfa), a kocsányos tölgy (sötétű is!), a piros ribiszke, a fehér akác, a fekete bodza, az erdei málna (az utóbbi három nitrogénkedvelő is), a rekettyefűz, a kosárkötőfűz, a kislevelű hárs, a szilfajok, a kányabangita stb.

A **talaj tápanyagainak** mind a **minősége**, mind a **mennyisége ökológiai fontos tényező**, hat a populációk, illetve a társulások sajátosságaira. A növények a változó mennyiségben (gyarapodhat biológiai felhalmozódással, szél és víz által, csökkenhet erózióval, kimosódással, a biomassza elhordásával) jelen lévő tápanyagokat a talajból ionok formájában veszik fel. A felvételt a már említett kémhatáson kívül befolyásolja a növény igénye (faji sajátosságai stb.), az egyes elemek koncentrációja, egymáshoz való aránya, felvehetősége. Az ezzel kapcsolatos **limitációs elv** egyéb környezeti tényezőkre is érvényes, tehát az **ökológia egyik alapelve. A limitációs elvet („minimumtörvény”) a növényekre vonatkozóan Liebig ismerte fel 1840 körül.**

Eszerint: „...a növények fejlődési ütemét, produkcióját, a legkisebb mennyiségben jelen lévő ásványi tápanyag határozza meg.”⁴

Általánosítva, a limitáló, gátló, meghatározó tényező, vagyis a **minimumfaktor**:

„...az, az élőlényekre ható külső tényező, aminek mennyisége a szaporodást vagy növekedést meghatározza, ami az aránylag legkisebb mennyiségben van jelen.”⁵

Számos növényfaj populációi bizonyos tápanyagok meghatározott mennyiségéhez alkalmazkodtak, és ahhoz kötötten fordulnak elő. Például a talaj N-szegénységéhez a tőzegmohalápok savanyú talaján élő rovarfogó növények (pl. harmatfű). A nitrogénbőséget a nitrogénkedvelő (nitrofil) fajok jelzik (pl. csalán, a bodza- és libatopfajok, a szőrös disznóparéj, a csattanó maszlag, a fehér akác). Cinkgazdagságot az ibolya és a tarsókafajok, a K^+ -ionoknak az átlagosnál nagyobb mennyiségű jelenlétét pedig a dió és a szelídgesztenye.

4 LÁNG István (2002, főszerk.): *Környezet- és Természetvédelmi lexikon II.* Akadémiai Kiadó, Budapest. 36. p.

5 Uo. 37. p.

A **talajok levegőgazdálkodása** a következő okok miatt jelentős ökológiailag. A talajélet csak jó átlevégőzés esetén megfelelő. Az oxigénhiány befolyásolja egyes ionok felvételét, és vezethet mérgező vegyületek képződéséhez. Levegőhiányban elpusztulnak a talajlakó állatok. A mikrobiológiai folyamatok is kedvezőtlen irányúakká válnak. A gyomok leggyakrabban oxigénhiányos talajon szaporodnak el. Ismert tény, hogy a magvak csírázásának is feltétele a megfelelő oxigéntartalom.

A **talaj jó vízgazdálkodása** szintén alapvetően fontos feltétele az élőlénytársulások fennmaradásának. A talajok víztartalma az éghajlati viszonyok függvénye. A talajvíz mélysége limitáló (korlátozó) tényező a fahatár kialakulásában. A **talajlakó állatfajok** – földigiliszta, vakond, ürge, hörcsög stb. – jelentős talajtömeget mozgatnak meg, járataikkal javítják a talaj víz- és levegőgazdálkodását, alakítják termőképességét.

A **talaj hőmérséklete** a benne végbemenő kémiai folyamatok és életműködések, valamint az ott lévő víz halmazállapota miatt lényeges ökológiailag. A talajba jutó hő hatása függ egyrészt a talajtípus hőkapacitásától (az a hőmennyiség, amely 1 cm³ eredeti szerkezetű talaj hőmérsékletét 1 °C-kal emeli), másrészt a hővezető képességétől. Az utóbbit a talaj levegő- (csökkenti) és víztartalma (növeli) befolyásolja.

A talaj fizikai tulajdonságai közül még a **talajszerkezet** van szoros kapcsolatban, illetve kölcsönhatásban az edafonnal (a talajban élő, főleg mikroszkopikus növényi és állati szervezetek összessége).

A **talaj lepusztulását, erózióját megállítja**, a víz- és a szélerózió hatását mérsékli, gátolja egy adott térség növényzettel, főként erdőkkel való borítottságának a mértéke.

3.2. Élő (biotikus) környezeti tényezők

3.2.1. Populáció (népesség, egyedsokaság)

Az élővilág ökológiai, genetikai, evolúciós alapegysége. A fogalom meghatározását l. a jegyzet I.2.1. pontjában.

A **populációk sajátosságai** a következők:

1. Egyes **populációk** egyedei mind külső megjelenésükben (nagyság, szín stb.), mind genetikai sajátágaikban kismértékben különbözhetnek egymástól. A természetes populációkra tehát jellemző a bizonyos határok között mozgó **változékonyság (variabilitás)**. Ez a sajátosság a populációnak a környezethez való fokozottabb **alkalmazkodását teszi lehetővé**, különösen a változó – vagy esetleg ember által megváltoztatott – feltételekhez.

A populációk tagjai között **flyamatos** a **génáramlás**, vagyis a genetikai anyag kicserélődése. (A gének sokféle változatban fordulhatnak elő, amelyeket **allélnak** neveznek. Ezek lehetnek eltérőek vagy egyformák.) A génáramlás nemzedékről nemzedékre való változása a **természetes szelekció** során megy végbe. Ez a kiválasztódás érintheti mind a minőségi, mind a mennyiségi tulajdonságokat. A természetes szelekció típusai a következők: a **stabilizáló szelekció** során a szélsőséges adottságú egyedek szelektálódnak ki. Az **irányító szelekció**ban valamelyik szélső, a **szétválasztó** típusban pedig mindkét szélső értékű egyedek a rátermettebbek, és az átlag körüli sajátosságokkal bírók szelektálódnak ki. Az ember által irányított növény- és állatnemesítő tevékenység során az új fajták **mesterséges kiválasztással** jönnek létre, a természetes kiválasztódástól eltérően, rövid idő alatt. Ezek szintén egyaránt jelenthetik egy populáció minőségi (virágok szíromszíne, toll-, ill. szőrszínváltoztatás stb.) és mennyiségi (több húst adó sertés, magasabb tejhozamú szarvasmarha) tulajdonságainak változását. Szükséges megemlíteni a **générózió** fogalmát is, amely az allélek számának csökkenését, az allélkészlet szegényedését jelenti. Ez maga után vonja a populáció alkalmazkodóképességének, egyedszámának negatív irányú változását, amely esetenként az eltűnésükhöz, kipusztulásukhoz is vezethet.

2. A populációt alkotó egyedek száma adja meg a **populáció nagyságát**. A pontos egyedszám ismerete a fokozottan veszélyeztetett élőlények esetében kiemelten fontos. Ha egy populáció nagysága (egyedszáma) ugyanis a fajra jellemző ún. kritikus érték alá csökken, akkor már nem képes önmagát fenntartani, és a faj kipusztul. Hazánkban erősen megfogyatkozott néhány növény-, (pl. a tornai vértő, a gyapjas gyűszűvirág, a korai szegfű, a méhbangó), hüllő- (pl. a viperafajok, különösen a parlagi) és ragadozó madárfaj (pl. rétisas, parlagi sas, vándorsólyom) állománya. Populációnagyságuk már elérte vagy legalábbis nagyon megközelítette a kritikus alsó határt. A hazai természetvédelem ezeknek a fennmaradására nagy gondot fordít, segíti populációik megfelelő létszámának a helyreállítását.

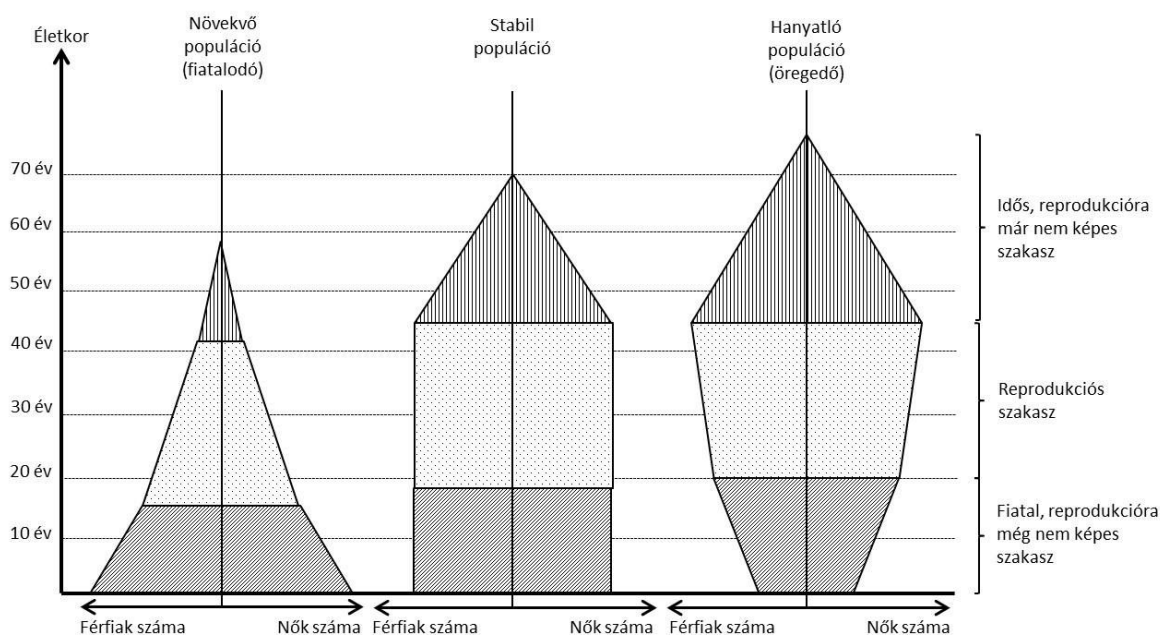
Gyakran megfigyelhető egy-egy **populáció nagyságának** évenkénti vagy éven belüli szabályszerű és kismértékű vagy nagymértékű és szabálytalan változása. Az utóbbi jelenség neve a **fluktuáció**, amely különböző okok miatt

(pl. gyors fejlődés, kis testméret, az erőforrások – tápanyag-, vízkínálat – kimerülése, a megnövekedett létszámhoz képest az élőhely kis területe) a populációk összeomlásához, egyedszámuk drasztikus csökkenéséhez vezet. Ilyet tapasztalunk például az egereknél, a lemmingeknél, a havasi nyulaknál. Ezeknél az összeomlásig tartó idő néhány év. **Időszakos túlszaporodás** jellemez néhány lepkefajt (következmény a szinte minden falevelet lerágó hernyó-invázió), sáskafajt (sáskajárás).

A populációk nagyságát alapvetően a **születések** (natalitás) és a **halálozások** (mortalitás) **aránya** szabja meg. Módosítja az esetleges **bevándorlás** (növeli) és az **elváándorlás** (csökkenti).

A **populációk szaporodóképessége** között igen nagyok a különbségek. Vannak olyanok, amelyeknek egy évben csak egyszer születnek utódai, vagy teremnek magvai, vannak, amelyeknek évente többször is, sőt olyan élőlények is ismertek, amelyek állandóan, folyamatosan szaporodnak. Egy **nőstény termékenysége** (fertilitása) az összes utódjának a számával jellemezhető, amelyben szintén jelentősek az eltérések az egyes fajok között. A halak például egyszerre több ezer ikrát, a madarak általában csak 1–20 tojást raknak, az emlősök pedig alkalmanként többnyire tíznél kevesebb utódot hoznak világra. A gyengébb szaporodóképességű populációkat már csekélyebb mértékű szennyezés, bolygatás is fenyegetheti a területről való időszakos eltűnéssel vagy teljes kipusztulással.

A természetes populációk méretét csökkenti a **halálozások száma**. Ez függ a rájuk jellemző örökletes élettartamtól és a külső körülményektől, így például a tápanyagok mennyiségétől vagy az együtt élő populációk kapcsolataitól. A népesség pillanatképét, élettörténetét, jövőjét jól érzékelteti az **életkorfa**, amely az **egyedek korcsoportmegoszlását**, a populáció szerkezetét mutatja be (4. ábra). Az egyes korcsoportok aránya meghatározza a népesség szaporodási képességét.



4. ábra. Populáció-életkorfa (1. piramis alak: sok a fiatal egyed; 2. harang alak: az idős és a fiatal egyedek aránya azonos; 3. urna alak: sok az idős egyed)

Az **emberi faj** – mint az élővilág része – **szintén populációkat alkot**. **Kenyában** stb. a születések száma meghaladja a halálozásokét, tehát sok a fiatal egyed, itt **növekvő** a populáció. **Svédországban** stb. ahol közel ugyanannyian születnek, mint ahányan meghalnak, vagyis az idős és a fiatal egyedek aránya közel azonos, **stabil a népesség**. **Ma Magyarországon** az évenként elhunytak száma több, mint a születetteké. Így a hazai népesség fokozatosan elöregszik, országunk a **hanyatló, csökkenő lélekszámúak** közé tartozik.

Minden populáció adott időbeni állapotát a következők ismeretében jellemezhetjük: élő- vagy termőhelye, egyedszáma, azok elhelyezkedésének típusa, kormegoszlása, szaporodóképessége.

3. A populáció további sajátossága a **sűrűség (denzitás)**. Ez azt jelenti, hogy egységnyi területen, például 1 m²-en, 1 hektáron, 1 km²-en vagy a víznek egységnyi térfogatában az illető populációnak hány egyede fordul elő. Egy tölgyes erdőben 1 m² területen tölgyfát nem mindig találunk, vagy esetleg egyetlenegy, viszont odvas keltikéből, gyöngyvirágból akár ötven vagy száz egyedet is.

4. A populáció egyedei számuktól függetlenül különbözőképpen helyezkednek el a rendelkezésükre álló élő- vagy termőhelyen. Az **egyedek térbeli eloszlása** nem véletlen és nem rendezetlen! Az **eloszlás alaptípusai** a **lineáris** (vonal menti) és a **szórt**. Mindegyik lehet tartós, alkalmi és időszakos. Az utóbbi kettő csak az állatpopulációkra jellemző, a helyhez kötött élő növényekére nem. A **szórt típus lehet egyenletes, véletlenszerű** (egyenlőtlen) és **csoportos** (szigetszerű).

A **lineáris** például a hegyi patakok menti égerfákra, illetve az alattuk növeő lágyszárúakra – hegyi gólyahír, struccpáfrány stb. – jellemző. Vonulásuk előtt így helyezkednek el a villanydrótokon gyülekező parti fecskék stb., amelyek addigi térszerkezete csoportos volt. Ez arra is rámutat, hogy a **populációk térbeli eloszlása** szintén **változhat**. Egyéb példák erre a következők: a ragadozó madarak, emlősök stb. együtt mozognak potenciális prédaállataikkal, így a nagytestű növényevők táplálkozási szokásaitól (pl. mely napszakban legelnek, mekkora létszámú csoportban) függ azok térszerkezete is. **Ez egyben már a társulások vízszintes elrendeződésére, a mintázatra is példa!**

Egyenletes (ekvális) akkor a populáció szerkezete, ha kb. azonos távolságra vannak egymástól az egyedek. Ez nem túl gyakori típus. Lombos erdeink territóriumot (revírt) tartó madarai közül az énekesrigóra, bükköseink bükkfáira, a mocsárrét gyepjében a réti ecsetpázsitra stb. jellemző.

Az **egyenlőtlen vagy véletlenszerű** (inekvális) eloszlásnál rendszeresség nem tapasztalható. Ilyen figyelhető meg a homokbuckák, meddőhányók oldalán megtelepedő növényeknél, a sokféle növényt fogyasztó rovarfajoknál stb.

A természetben a **csoportos** térszerkezet a leggyakoribb. Ez kapcsolatos többek között a szaporodási sajátosságokkal, a környezeti tényezők, az élőhely mikroadottságainak stb. hatásaival. A vegetatív úton – indákkal, korlátolt növekedésű gyöktörzzsel, gyökérsarjakkal stb. – szaporodó növények következő nemzedéke az anyanövény közelében alkot csoportot. A magvak szóródása is csak bizonyos távolságon belül teszi lehetővé az újulat megjelenését. Az erdő aljnövényzetében a fénynek vagy a levegő páratartalmának egyenetlen eloszlása, a légmozgás erősségének különbözősége stb. jellegzetes csoportosulásokat hozhat létre. Ahová csak kevés fény jut be, ott árnyéktűrő és árnyékigényes növények populációi, a fényben bővelkedő tisztásokon a fényigényes nappal- és fénynyövények, az erős szélnek kitett hegytetőkön alacsony, általában szőrözött növények alkotnak csoportokat. A felsoroltak egyben a **társulások vízszintes elrendeződésére, a mintázatokra is példák**. Ez az eloszlási forma az állatvilágban is sokszor megfigyelhető. Ilyenek az államalkotó hangyák, természetek, méhek, a tengeri halrajok, a Balatonban élő gardák csoportjai, a vaddisznófalkák, a szavannák nagytestű patásainak csordái, a farkasfalkák, télen a varjúcsapatok, magevő verebek, kenderikék alkalmi csoportjai. Őszi vonulásukkor a seregélyrajok, a löszfalakban csoportosan fészkelő parti fecskék, gyurgyalagok, a párzás és az utódnevelés idején az oroszánfalkák, pingvinfajok stb. kolóniái.

A **csoportokba tömörülés** a támadóktól való sikeres **védekezés** jó **túlélési stratégia is**, ugyanis „több szem többet lát”. A predátorok egyrészt nem alkalmasak egy nagyobb csoport megtámadására, több préda egyidejű zsákmányolására, másrészt a prédák, ha csoportban vannak, jobban meg tudják osztani a megfigyelést.

3.2.2. Társulás (biocönózis, életközösség)

3.2.2.1. Általános sajátosságok

A **társulások** különböző növény-, gomba- és állatpopulációk halmazai, amelyek nem véletlenszerűen jönnek létre. **Egységes, szabályozott**, természetes **ökológiai rendszerként működnek**, tehát ökoszisztémát képeznek (l. e jegyzet I.2.1. és I.4. pontját). A populációk között, illetve köztük és az élettelen környezeti tényezők között különféle kapcsolatok, kölcsönhatások jönnek létre, ami egymásra utaltságot is jelent. A **működés lényege** a külső hatásokra való válasz. Azok szintén sokfélék lehetnek. Tehát egy rendszert, így a társulásokat is adott időben adott állapot jellemmez. Fennmaradásuk, működésük a **stabilitásuktól** függ. A **stabil társulásokban** nagyobb környezeti változások után is megmaradnak a populációk jellemző tulajdonságai (sokféleség, trofikus szerkezet stb.). A **sérülékenység**, kis stabilitású biocönózisok gyenge külső hatásokra is alapvető változásokkal válaszolnak. A **stabilitás**, az

egyensúlyi állapot (amelyet állandó mozgás jellemez, ezért dinamikusnak mondható) hosszú fejlődési folyamat, evolúció eredménye. A fokozatos, lassú változás, így például a **biotikus szukcesszió** (l. e jegyzet I.3.2.2.5. pontját) folyamatában is stabil az életközösség, és ökológiai egyensúlyban van a környezetével. Ez azonban nem tekinthető statikus állapotnak. A **társulásokra jellemző a rugalmasság** (reziliencia) is, amellyel ideig-óráig képesek kivédeni a kedvezőtlen környezeti hatásokat.

Az **egyensúlyi állapot megbomlásának** lehetnek **belső és külső okai**. **Belső ok** például, amikor a társulás valamelyik populációjának egyedszáma túlszaporodás (gradáció) miatt megnövekszik. Ilyenre, illetve az egyensúly helyreállítására vannak példák az I.3.2.1. fejezetben. A **külső ok** valamilyen emberi beavatkozás, mint például a kaszálás, a taposás, a tarvágás, idegen faj véletlen behurcolása vagy szándékos betelepítése. Az utóbbira például a dolomitkopárok feketefenyővel való beültetése. Ez a tevékenység a nyílt dolomitsziklagyepek jellemző fajainak eltűnéséhez vezetett. Ennek a társulásnak ugyanis **kisfokú a rugalmassága, a törékeny (fragilis) ökológiai rendszerek** egyike.

Az **egyensúly megbomlása**, főként emberi beavatkozások hatására vezethet a **biocönózis** leromlásához, vagyis **degradációjához**. Ez a populációk vitalitásának változásában, egyedszámának csökkenésében, gyomosodásban, bizonyos fajok túlszaporodásában stb. érzékelhető. Erdőromlást jelez például a gyertyános tölgyesekben a magas kőrös, a bükkösökben a nyír jelentős egyedszám-emelkedése. E folyamatban minden esetben **megváltozik a társulások sokfélesége** is, csökkenhet, de növekedhet is (l. e jegyzet I.3.2.2.2. pontját). A degradáció a társulások bármelyik fejlődési szakaszában kialakulhat.

Az **életközösségekre jellemző a fajösszetétel**, amely annál gazdagabb, minél változatosabb életfeltételeket biztosítanak a környezeti tényezők. Ha többféle lágyszárú alkotja például egy fátlan társulás gyepszintjét, akkor változatos lesz a rovarfauna, amely viszont bővíti a velük táplálkozó madár- és emlősfajok számát. A lágyszárúak természetesen bűvő- és lakóhelyet stb. is jelentenek az állatpopulációknak. **Hazai tölgyes Erdeinket** például 6–10 fafaj (például csertölgy, kocsányos tölgy, kocsánytalan tölgy, molyhos tölgy, magyar tölgy, gyertyán, juhar-, hárs-, szil-fajok), 10–15 cserje- és 100–150 lágyszárú növényfaj, közel 3000 rovar-, mintegy 40–45 madár- és 13–15 emlősfaj jellemzi. A tőlünk északra és keletre elterülő hatalmas **tajgaerdőkben** ezzel szemben 3–5 fafaj, a luc-, a jegenye, a vörös- és a erdeifenyő, valamint a nyír él. Az emlőspopuláció viszont gazdagabb, akár 15–20 faj is megfigyelhető ott. A tőlünk délre eső trópusokra a rendkívüli fajgazdagság jellemző. Például Amerika trópusi területein 90 000 virágos növényfaj létezését tételezik fel a kutatók.

Jellemzőjük továbbá a **sokféleség** (diverzitás). Ez egyrészt vonatkozik a faj-, másrészt az egyedszámra. Tehát a „...biodiverzitás, biológiai sokféleség: az élő természet eredendő létezési formája, amely a biológiai szerveződés több szintjén is kifejezésre jut. Az élőlények roppant változatosságának végső formája a gének mutációja.”⁶

Annál nagyobb **diverzitású** egy társulás, minél több fajból áll. A több faj sokszínűbb kapcsolatrendszer alakít ki egymással, ezáltal a fajgazdagabb biocönózisok stabilabbak, könnyebben kivédik a környezet változásait. A szárazföldön az egyenlítői esőerdő, a vizekben a meleg tengerek korallzátonyai a legnagyobb diverzitásúak. Az előbbinek nemcsak a fajgazdagsága, hanem térszerkezete is igen változatos. A társulások egy-egy összetevőjének károsodása megmutatkozhat a diverzitás csökkenésében. A biológiai sokféleség megőrzése a hazai génkészlet védelmét is jelenti. Ez azért nagyon lényeges természetvédelmi feladat, mert az egyes növény- és állatfajok gazdag génkészlete magába rejti – a romló környezeti viszonyok között –, az alkalmazkodás esélyét, s így az élővilág minél nagyobb százalékban való megmaradásának lehetőségét.

A **társulásokat** jellemzi **szerkezetük állandó változása** is (l. e jegyzet I.3.2.2.5. pontját).

3.2.2.2. Kapcsolatok a társulásokban

A társulások szervezettsége az azokat alkotó populációk közötti kapcsolatokban valósul meg. Ezek lehetnek mindkét populációnak előnyösek (mutualizmus), hátrányosak (kompetíció, allelopátia), közömbösek (neutralizmus), illetve az egyiknek előnyös, a másiknak hátrányos (predáció, parazitizmus), az egyiknek közömbös, a másiknak előnyös (kommenzalizmus).

A **populációk közötti kölcsönösen előnyös kapcsolatok** összefoglaló neve **mutualizmus**. Sokféle formája **köziül legismertebb a szimbiózis**, amely **tartós, szoros populációs kapcsolat**. Szimbioták például a moszatok és gombák sejtjeiből felépülő telepes zuzmók. A jelzett élőlénycsoportok közötti együttélés idővel oly szorossá vált, hogy az

6 LÁNG István (2002, főszerk.): *Környezet- és Természetvédelmi lexikon II.* Akadémiai Kiadó, Budapest. 139.

együttélésből létrejövő egyedek az őket felépítőktől eltérő alaktani, élettani és ökológiai tulajdonságokkal rendelkeznek. Szintén ismert a pillangósvirágúak és a gyökereiken gümöket képező nitrogéngyűjtő *Rhizobium* baktériumok, valamint az égerfák gyökereinek és a sugárgombáknak (ezek is baktériumok) a szimbiózisa. Az égerfáknak a füzekkel és a nyárakkal, illetve a kőrisekkel és szilékkel szembeni konkurenciaképessége éppen ezen együttélés következménye. A ligeterdők fái közül ugyanis csak az égerек képesek a sugárgomba révén a levegő szabad nitrogénjének megkötésére. A sugárgombák pedig a fák által vízhez és tápsóhoz jutnak.

Nemcsak növények–gombák, hanem állatok–állatok, illetve növények–állatok között is kialakulhat a mindkét fél számára előnyös együttélés. Ilyen figyelhető meg például egyes remeterákok és virágállatok között. A rákok üres csigaházba bújva rejtőznek el (ez eddig a lépésig rejtegető kölcsönösség), a virágállatokat a ház tetejére telepítik. Azok csalánsejtjeinek váladéka megvédi a rákot a támadótól. Az egyébként helyhez kötötten élő virágállat pedig a rák mozgása és táplálkozása révén több és változatosabb falathoz jut. A cápák és a kalauzhalak együttműködése is inkább szimbiózis, mint tisztogató alliancia. A 25–30 cm nagyságú kalauzhalak csapata gyakran kíséri egy-egy cápát. Kapcsolatuk abban rejlik, hogy a kis hal részesül a cápa zsákmányának maradványaiból, egyszersmind tisztogatja a cápa bőrét az élősködőktől. A nyulak, lovak, ürgék vakbelében, a szarvasfélék, szarvasmarhafélék stb. bendőjében szimbiotaként olyan baktériumok élnek, amelyek képesek lebontani az emészthetetlen növényi anyagokat (pl. a cellulózt), és azokat az állat számára hasznosítható vegyületekké alakítani. A tölgyek korhadó részében fejlődő, azok faanyagát fogyasztó szarvasbogárlárvák beleiben szintén szimbiota baktériumok telepednek meg.

A gombák képesek a mohák, a harasztok és a virágos növények jelentős részének (kb. 80%-ának; JAKUCS E., 1997) gyökereivel is szimbiózisba lépni. Az ilyen típusú kölcsönhatás neve **mikorrhiza**, amelynek mai formái hosszú evolúciós folyamat során jöttek létre. **Típusai** az **ekto-** (ektotróf) és az **endomikorrhiza** (endotróf). **Ektomikorrhiza** akkor, ha a szerteágazó gombafonalak szövetéke a gyökércsúcsok egy részét borítja, de nem hatol be az élő sejtekbe. Ez a típus főként a mérsékelt övezet erdeinek fáira jellemző. Például a tölgyek gyökérkapcsolt gombái az ízletes vargánya, a gyilkos galóca, a fenyőkkel a rizike és a légyölő galóca (nyírral és tölgyekkel együtt is előfordul), a fűfélékkel a mezei szegfűgomba él együtt.

Az **endomikorrhizánál** nem alakul ki gombaköpeny a gyökér körül, hanem a gombafonalak behatolnak, beleszennyeznek a szerv sejtjeibe. Ez a típus a mi éghajlatunkon elsősorban a lágyszárúakra, köztük mezőgazdasági növényeink egy részére jellemző.

A növények a gombák által a talajból olyan ionokhoz (pl. Zn^{2+} , Mo^{2+} , Cu^{2+}) és vegyületekhez (pl. foszforvegyületekhez) is hozzájutnak, amelyeket a gyökérsejtek egyáltalán nem, vagy csak nehezen képesek felvenni. A mikorrhizák az egymás közelében lévő növények gyökereivel is kapcsolatba lépnek, vagyis a talajban hálózatot képeznek. „A mikorrhizált gyökerekkel átszőtt talaj tehát egységes anyagfelvételi rendszernek tekinthető.”⁷

Igy már érthető, hogy a környezetszennyezés, például a savas eső (l. e jegyzet I. 3.1.3. pontját) miért jár esetenként jelentős erdőpusztulással.

Valószínűleg az 1980-as évek nagy tölgyfaelhalása is a savas ülepedéstől károsodott gombafonalakra vezethető vissza.

A **gyökérkapcsolt gombák ökológiai jelentősége** csak az utóbbi néhány évtizedben vált ismertté, annak ellenére, hogy a jelenséget, valamint annak a fák növekedésére és egészségi állapotára való pozitív hatását már 1883-ban GIBELLI, illetve 1885-ben FRANK felfedezte.

A fémionokkal is szennyezett talajok rekultivációját mesterségesen mikorrhizált növények telepítése segítheti. Tehát **környezetvédelmi szempontból is jelentős** ez az együttélési forma.

Különleges mutualizmus a szimfilia, amikor az egyik populáció egyedei egy másiknak a testnedveivel táplálkoznak. A táplálékért védelem a „fizetség”. Ilyen kapcsolat van például a lombkoronaszintben élő levéltetvek és az azokat ápoló és védő, az ellenségüket (katicabogarakat) elriasztó hangyák között. A levéltetvek a fák szállítószövetének háncsrészből elszívott édes oldat egy részét változatlan formában leadják. Ezt nyalogatják fel a hangyák, de jut belőle a vadméheknek és más rovaroknak is.

Alkalomszerű, de az egyik populációnak létfontosságú mutualizmus az állatok – például rovarok, csigák, kolibrik, denevérek – általi virágmegporzás. A kora tavasszal az erdei avar között virágzó kapotnyakat csigák, a lucernákat néhány poszméh faj, az *Orgona*-hegységben (Brazília) őshonos, de nálunk is kedvelt dísznövényt, a karácsonyi

⁷ JAKUCS Erzsébet: Egy kölcsönösen előnyös kapcsolat: a mikorrhiza. *Természet Világa*, 1997. június. 265. p.

kaktuszt az őshazájában kolibrik porozzák be. A példaként említett lucernánál az evolúció folyamatában a virág-felépítés oly módon változott meg, hogy csak néhány poszméh képes a virágba bejutni.

Szintén **alkalmankénti**, laza de **mindkét populáció egyedeinek nélkülözhető mutualizmus** az **alliancia**. Típusai: a riasztó, a tisztogató és a rejtegető kölcsönösség.

Riasztó kölcsönösség figyelhető meg a jó hallású zebrák és a kiváló látású struccok között. A csoportok őrszemeinek jelzésére mindkét csapat menekül. Hazai lomboserdeink egyik szép madara, a szajkó az erdő őre. Ha idegent, például embert vesz észre, azt hangos rikoltozással adja tudtára az erdő más lakóinak. Ázsia esőerdeiben a tigris megjelenését a vadpáva szintén hanggal jelzi állattársainak.

Nézzünk a **tisztogató kölcsönösségre** néhány példát! A fűrészszerűségért a parazitáktól és az elhalt pikkelyektől a tisztogatóhalak szabadítják meg. A tengeri naphalak vízből kiálló hátából sirályok, az ámbráscetekéből a laposcsőrű víztaposók szedegetik ki az élősködőket. A piroscsőrű nyúvágók az afrikai szavannák patásainak (antilopok, zsiráfok, zebrák, varacskos disznók stb.) bőrét tisztítják meg például a kullancsoktól, a rovarlárvák, atkáktól, de elfogyasztják az odarepülő vérlegyeket is. A nílusi krokodiloknak is vannak madársegítőik, az egyiptomi lilék, amelyek a ragadozó tágra nyitott szájából, illetve fogaik közül szedik ki a táplálékmaradványokat. A Galapagos-szigeteken élő tengeri leguánokat a bőrükben lévő kullancsoktól a vörös sziklarákok szabadítják meg, amelyeknek ez az állat pompás csemege. Nagyon érdekes a szajkó viselkedése. Ez a madár a boly mellett felborzolt tollal ülve hangyákat enged, és olykor a csőrével tesz is magára. Azok a várukat védve hangyasavat bocsátanak a szajkó bőrére, mely elpusztítja a tollak között élő parazitákat.

A **rejtegető kölcsönösség** egyik példája a szabórák, amely vörös szivacsállatokból ollójával levágott darabot tesz a páncéljára. A szivacs folyamatos növekedésével előbb-utóbb befedi a rák testét, amely így eltűnik az ellenségei szeme elől.

A populációk közötti **közömbös** (neutralizmus) **kapcsolat** ritka. Például egy erdei társulásban nagy valószínűséggel nem találkozunk fekete gólya a hangyákkal, gímszarvas a kakukkal, így nem alakulhat ki közöttük semmiféle kapcsolat.

A **kommenzializmus** (asztalközösség) olyan populációk közötti laza kapcsolat, amelyben a gazdaállatnak, növénynek a kommenzialista élőlény jelenléte sem előnyt, sem hátrányt nem jelent, de az utóbbinak „haszna” származik belőle.

A keselyű-, a hiéna- és a sakálfajoknak előny, ha hozzájutnak az oroszlánok által elejtett vad maradékához. Az oroszlánnak közömbös, hogy az általa már otthagytott részeket mely állatok eszik meg. Ha azonban nagyobb darabokat lopnak el tőle, az már előnytelen számára. A taráncszarvas a hó alól képes kikaparni fő táplálékát, a zuzmót, amelyből jut az azokat kísérő hófajdoknak is, amelyek e tevékenységre képtelenek.

A pásztorgémek a nagytestű kafferbivalyok által felzavart rovarokat (pl. tücsköket, szöcskéket) összeszedik a fű közül, s ezeket sokszor az állat hátán állva fedezik fel. A nálunk is élő lappantyúk egyrészt a kecske- és birkanyájak által felvert rovarokat, másrészt a haszonállatokat folyamatosan zaklató csípőlegyeket és bögölyöket ejtik zsákmányul. Asztalközösség alakult ki erdeink ismert nagyvadja, a vaddisznó és a vörösbecs között. A vaddisznó táplálékának javarészét a talajban élő férgek, rovarok adják. Túrás közben olyan apró férgek és rovarok is felszínre kerülnek, amelyeket a vörösbecs fogyaszt. Így azután a vaddisznókondákat gyakran követik ezek a madarak.

A **kommenzializmus további típusai a beköltözés, az együttlakás, a rátelepedés**, amelynek érdekes formája a **vitetés**. A **beköltözés** lényege az, hogy az egyik populáció költő-, lakó-, peterakó- stb. helyül egy másik populáció által készítettet foglalja el. Például a nagyméretű gólyafészkek oldalában verebek költenek, a vetési varjak elhagyott fészkeibe kékvércsék költöznek, harkályodúkat széncinegék, olykor mókusok népesítenek be. Az **együttlakásra** példa a madárfészkekben élő sokféle rovar. Ezek szálláshoz és táplálékhoz jutnak. A **rátelepedők** például a trópusi esőerdők epifita növényei (az orchideák egy része, broméliák). A mi erdeinkben ilyenek a fák kérgein élő zuzmó- és mohafajok. Ezek a barázdált fakérgen lassan lecsurgó csapadékvízből részesednek. A **vitetés** szó szerint értendő! Egyik faj egy másikba akadva (pl. emlősszörbe termés), kapaszkodva jut távolabbi helyekre.

Az **allelopátia** („egymás elszorítása”) a természetes társulásokban a növénypopulációk közötti negatív kölcsönhatás. Ez vízzel kioldódó vegyületek révén valósul meg, tehát „kémiai fejeje”. Például a farkaskutyatej gátolja a szőlő virágzását, a rozs akadályozza a búza csírázását, a diófa levelében lévő vegyület pedig a fa környékén élő növények növekedését (pl. a paradicsomét). Bár elsősorban a kétszikűek érzékenyek erre a vegyületre, az egyszikű fű is kipusztul a diófa alól. A hölgyfűfű leveleiből kimosódó fenolos vegyületek kiszárítják a csírázó

lucfenyőmagvak gyököcskéjét, és gátolják a vele mikorrhizát képező gomba fejlődését. A fenyőfélék túleveleiből felszabaduló növekedésgátló anyagok (cseranyagok stb.) miatt is hiányzik az ilyen erdők aljnövényzete. Gátló-vegyületeket termel a platán, az ostorfa, sőt a tölgy is. A leggyakoribb allelokémiai vegyületcsoportok a fenoloidok, az alkaloidok, a terpének stb.

A **kompetíció (versengés)** a korlátozottan jelenlévő ökológiai faktorért – táplálékért, vízzért, fényért, fészkelőhelyért stb. – folyó verseny, amely az abban részt vevő minden populációra hátrányos. A társulásban fontos szabályozó, hat annak fajösszetételére. Ugyanis a versenyképesebb populáció marad meg az adott társulásban, a „vesztes” vagy elpusztul, vagy kiszorul, esetleg alkalmazkodással beilleszkedik az életközösségbe. Az élővilág fejlődése során az életközösségek kialakulásával a populációk közötti versengés mérséklődött, bizonyos mederbe terelődött. Ezért nem találunk például a lombos erdők életközösségében általában több, teljesen azonos táplálkozású vagy azonos fészkelési szokásokkal bíró madarat. A széncinege, a csuszka, a nagy fakopáncs mind odúban költő madár, de az odú mérete, bejáratí nyílásának nagysága stb. eltér egymástól. A széncinege a testnagyságának megfelelő, már eleve meglévő természetes vagy mesterséges odvakban (faüregek, levélszekrény, ember által összeállított odú) fészkel. A harkályfélék maguk vájják költőhelyüket a fák törzsébe, a csuszka beköltözik a harkályok által készített, de már elhagyott fészkeknek valóba. A bejáratot pedig olyan méretűre tapasztja be sárral, hogy éppen csak beférjen rajta. Hasonló a helyzet az említett madarak táplálkozási szokásaiban is. A kékcinege a vékonyabb ágak között kutat a rovarok petéi és lárvái után, a széncinege a vastagabb ágakon vagy a bokrok alján teszi ugyanezt. A csuszka a fák törzsén sokszor fejjel lefelé haladva szedegeti ki az ágak alsó, a fakuszkok az ágak felső oldalainak repedéseiből a lárvákat, a nagy fakopáncs a fa törzsén felfelé kúszva kutatja a kéreg alatt és a fa belsejében lévő rovarlárvákat, rovarokat. A felsorolt példákban kitűnik, hogy a populációk az evolúció folyamatában megtalálták a maguk térbeli helyét a társulásokban, tehát kialakult az **ökostátusuk** (ökológiai *niche* – ejtése: nis). Ez egyrészt meghatározható teret, másrészt a populáció szerepét jelöli. A *niche*-t részben a környezeti adottságok, részben pedig az élőhely biotikus tényezői határozzák meg. Arra a kérdésre, hogy egy élőhelyen két populáció elfoglalhatja-e ugyanazt a niche-t, egyértelműen **nem** válasz adható.

A **versengés** egy adott életközösségben **átmenetileg felerősödhet**, ha például valamely környezeti tényező megváltozásával táplálékhiány lép fel. Mindig felerősödik akkor, amikor az utódok felnövekedtek, és maguk is territóriumot akarnak foglalni. Ez azonban a táplálékhiány megszűnésével, a fészkelőhelyért folyó harcokból vesztesen kikerülő elvándorlásával vagy a populáció tagjainak természetes pusztulásával kiegyenlítődik. A **versengés tartós kiéleződését okozhatja** az életközösségbe **idegen növény- vagy állatfaj betelepülése, illetve ember általi betelepítése**. Néhány évtizeddel ezelőtt így került be hazai természetes vizeinkbe a növényevő busa és az amur. Ezzel eredetileg a hínártársulások túlszaporodásának – melynek oka egyébként vizeink szennyezettsége – féken tartása volt a cél. Az amur és a busa azonban nemcsak a hínárosok, hanem az életközösség más tagjainak táplálékaul szolgáló nádas társulás növényeit, még a zsenge nádajtásokat is felfalja. Ha az adott életközösségben a busa és az amur elszaporodik, táplálkozásuk megszünteti az életközösség bizonyos tagjainak létfeltételeit. Így azok visszaszorulnak, s az életközösség egyensúlyi állapota megbomlik.

A versengés kiéleződésére a növényvilágban is számos példát találunk. A Duna menti homokos zátonyokon, erdőirtásokon és általában laza talajú bolygatott területeken figyelhető meg a szíriai selyemkóró terjeszkedése, amely a 17. században Észak-Amerikából került hozzánk.

A **populációk közötti egymásra hatások legjelentősebbjei a táplálkozási kapcsolatok**. Ezek lényege az, hogy az egyik populáció tagjai táplálékkul szolgálnak egy vagy több másik populációnak, tehát a tápláléklánc, illetve -hálózat egy-egy láncszemei. A **táplálék, illetve a táplálkozás típusa szerint** lehetnek **növényevők, ragadozók, mindenevők, élősködők és korhadékevők**. Nézzünk néhány példát a felsorolt típusokra!

Hazai életközösségeinkben **növényevők** a fonálférgek, a puhatestűekhez tartozó csigák, számos rovarfaj, mint például a szöcské, a sáskák, a burgonyabogár és lárvája, a lepkék hernyói stb. Az utóbbiak erős rágóikkal felaprított és elfogyasztott fehérjegyazdag levelekből építik fel testük szöveteit. A gyapjaslepke fák kérgeire rakott petéiből áprilisban kifejlődő lárvák szinte minden lombos fát tarra rágnak. A lepkék a méhekhez hasonlóan a virágok nektárját fogyasztják. A szarvasbogarak, a szipókások stb. éhségét cukortartalmú növénynedvek csilapítják. A makktermések (pl. tölgyfajok, bükk, szelídgesztenye, közönséges mogyoró) keményítőben, zsírban dús magjaihoz a kemény termésfal feltörésével, szétropogtatásával jutnak az azokat kedvelő madarak (pl. szajkó) és emlősök (mókusok, pelék, egerek, szarvasok, őzek stb.). A dunántúli tölgyesek makkján hizlalták századokig a ridegen tartott bakonyi sertésfajtát (makkoltatás). Hóban gazdag, hideg téli napokon a nyulaknak, őzeknek,

szarvasoknak a fogukkal lehántolt fakéreggel is meg kell elégedniük, mert a lágyszárúak ilyenkor nem elérhetők számukra. A télen beérő fenyőmagok például a keresztcsőrűeket látják el tápanyaggal, energiát adó olajjal. A hód szintén igazi növényevő (vízinövények, hajtások), a mezei pocokhoz (kultúrnövények magvai, gyökerek, hajtások) hasonlóan.

Szűkebb értelemben ragadozók mindazon élőlények, amelyek elsősorban más állatokkal táplálkoznak. A **táplálékállat a zsákmány vagy préda**.

A **növények közül ragadozók a rovarfogó fajok**. Ilyenek például a nálunk is előforduló harmatfű- és rencefajok, a hízókák, és az igen ritka, fokozottan védett aldrovanda (lebegő hínárnövény). A harmatfüvek és a hízókák a rovarokat mirigyszőrös, ragacsos felületű, az áldozatra göngyölődő, ráboruló leveleikkel fogják meg (tigmotropizmus), és mirigyváladékukkal oldják fel azok testének anyagait, a kitinváz kivételével. A harmatfüvek (hazánkban a kereklevelű él) mirigyszőreinek váladékcsappjai csillognak a napfényben. Részben ez, részben pedig a mirigysejtek piros festékanyaga (antocián) csalogatja a gyanútlan rovarokat. A rencefajok a víz alatti leveleiken lévő fogóhólyagokkal szippantják be annak belsejébe zsákmányaikat, a vízibolhákat, kandicsrákokat. Az emésztés is a hólyagokban megy végbe. Az aldrovanda levelei, miután a rajtuk lévő érzékserték érzékelték a prédát (vízibolha, kandicsrák), összecsapódnak.

A trópusokon élő kancsóák rovarfogó szervei a levelek módosulásával létrejött, „kancsó”.

Az ismertett növények élőhelyén (vizek, dagadólápok, alhavasi gyepek) a rosszul szellőzőt, oxigénhiányos talaj, a denitrifikáló baktériumok tevékenysége miatt szervesen nitrogénvegyületben szegény. Tehát ezek a fajok csak az állati zsákmány révén jutnak hozzá a fehérjék előállításához nélkülözhetetlen vegyületekhez.

Vannak **ragadozó gombafajok** is, amelyek az avarban vagy a talajban élő parányi gerinctelen állatok elfogására képesek fonalaikkal vagy ragadós spóráik tömegével.

A **rovarok** között **is** szép számmal **találunk ragadozókat**. Például a sárgaszegélyű csíkbogár minden nála kisebb termetű és lassabban mozgó állatot megtámad a víztükör alatt. A gyors mozgású, óriási rágókkal bíró futrinkák is elkapnak minden nem túl nagy állatot. A gyerekeknek kedves katicabogarak szintén ragadozók. A darazsak „szakosodtak” bizonyos zsákmányra. Vannak köztük olyanok, amelyek pókokkal, hernyókkal, de olyanok is, amelyek bogarakkal és lárvákkal táplálkoznak. A szitakötők kitűnő légi vadászok. Nagy szemekkel messziről észlelik a repülő rovarokat – legyeket, méheket, darazsakat stb. –, és miután lecsapnak rájuk, hatalmas rágóikkal még repülés közben megkezdik az elfogyasztásukat. Vízben fejlődő lárváik szintén ragadozók, képesek még kisebb halak elfogására is. Az imádkozó sáskák tüskés, kampós elülső fogólábaikkal ragadják meg a zsákmányukat. A pókok egy része hálóval vadászik, majd csáprágóik tövében lévő méregmirigyek váladékával pusztítják el a prédáikat. Külső emésztéssel szívják ki az áldozataik testnedveit.

Az **édessvízi halak** közül ragadozók például a halakra, békákra stb. lesből támadó csuka, a vízfenék közelében élő, kagylókkal, csigákkal, rovarlárvákkal táplálkozó kecsege, a vízi gerincteleneket, olykor halakat fogyasztó sebes pisztráng, a nálunk fokozottan védett lápipóc, amely szintén lesből kapja el a bolharákokat, szúnyoglárvákat, halivadékokat. A Balaton híres „látott hala” (HERMAN Ottó, 1980), a garda idősebb korban válhat ragadozóvá, akkor főként küszre vadászik. Fiatalon planktonok és a vízre hullott rovarok jelentik a táplálékát. A tengerekben élő cápafajok (pl. poróly-, macska-, óriáscápa) elsősorban halakra, igen ritkán vízi madarakra, teknősökre támadnak. A rájafajok többsége a tengerfenék más állatait (tüskésbőrűek, rákok, puhatestűek) eszi. A nyílt vízhez alkalmazkodott ördögrája a felszín közelében kis halakat ejt el. Rovarokkal, illetve azokkal is táplálkoznak a különböző **kételtűek** (meztelencsigát, hernyót, pókot is esznek). A nálunk is élő **hüllők** (kígyók, gyíkok, teknősök) rovarok mellett férgeket, kételtűeket, rágcsálókat stb. is elkapnak.

A **madarak** egy része állandóan vagy csak a fiókanevelés időszakában fogyaszt állati eredetű táplálékot. Az utóbbiak tágabb értelemben „mindenevők”. Nézzünk néhány példát a ragadozókra!

A hazai természetvédelem szimbóluma, a nagy kócsag táplálékai a vízirovarok, sáskák, halak, cickányok, rágcsálók, madárfiókák. A csókák átvizsgálják a fákat, bokrokat tojások és fiókák után kutatva, de a városokban megesszik a balkáni gerléket, feketeterigókat is, amellyel ezek állományainak természetes szabályozói. A mezei verebek (2007-ben ez a faj az év madara) a költés idején nagyon sok rovar és rovarlárvát pusztítanak, ezekkel táplálják fiókáikat. Mindenevők! Az énekes rigó, ha a talajon csigát talál, annak házát egy kemény tárgyhoz ütogetve szétöri. Így már könnyen hozzájut a csiga testéhez (mindenevő). A sárgarigó (nem rigóféle!) a lombkoronában gyűjti zsákmányát, a különböző szőrös hernyókat, de kedveli a cserebogarakat is. A zöld küllő (harkályféle) előnyben részesíti a hanyagabolyok lakóit. A gyurgyalg főleg darazsakat, méheket, olykor lepkéket, szitakötőket, az éjjeli ragadozó madarak

(pl. kuvikok, baglyok) kisemlősöket, kisebb madarakat, esetenként rovarokat, a nappali ragadozók (héja, ölyv, kánya, rétisas, halászsas, sólyomfajok stb.) is főként élve zsákmányolt gerinceseket (némely fajok halakat, a többség kisemlősöket, madarakat stb.) esznek. Télen a királykák és az őszapók a fák rügyein megtalálják és elfogyasztják a pókok által lerakott petecsomókat, a madarakat pedig a karvalyok kapják el.

Hazai **emlőseink** közül rovarokat fogyasztanak a cickányfajok és a denevérfajok többsége. A vakond a föld alatti járataiba pottyant rovarokat, lárváikat és földigilisztákat pusztít. Az utóbbiból jelentős mennyiséget tárol télre az élelemraktárában. Kisebb emlősök, madarak a prédái a vörös róának, a menyétnek, a hermelinnek, a vadmacskának, az Északi-középhegység néhány részére fokozatosan visszatelepülő farkasnak, a jól úszó vidrának stb. **Más kontinensek ragadozói** közül az oroszlán (a prédát általában megfojtják), a párduc vagy leopárd, a tigrisfajok, a puma, a gepárd stb. elsősorban patásokra vadásznak. **Tengeri ragadozók** a fogascetek, így a szardíniarajokat üldöző palackorrú delfin, az óriás polipokat, halakat fogyasztó nagy ábráscet, a tintahalakra, rákokra, lepényhalakra „specializálódott” beluga (fehér delfin), a tengerfenéken előforduló lábasfejűekkel, rákokkal táplálkozó rozmár, a főleg halakra, fókákra, fiatal rozmárookra veszélyes jegesmedve stb. A fókafajok fő táplálékai a különböző halfajok.

OLVASNIVALÓ

Értelmetlen gyilkosságok

A róka, a görény és a menyét látszólag értelmetlenül gyilkol. Egy tyúkolban a róka sokkal több csirkét öl meg, mint amennyit meg tudna enni. Ezért úgy tűnik, csak a vérengzés kedvéért végez áldozataival. Csakhogy nem a róka bűne, ha csirkével körülvéve találja magát! Az ember gyűjtötte egy helyre az állatokat ilyen abnormálisan nagy mennyiségben. A vadászösztön nem engedi nyugodni a rókát, míg az inger – az ijedt szárnyasok csapkodása – meg nem szűnik. Ha nem zavarják meg, akkor a róka elviszi a tetemeiket, és elássa őket. Ugyanezt teszi az oroszlán a marhával és a farkas a juhokkal. A zsákmány általában olyan ritka, hogy a ragadozók nem tudnak ellenállni egy ilyen lehetőségnek, és igyekeznek a lehető legjobban kihasználni a helyzetet.

Forrás: BRIGHT, M. (1993): *Vadászó vadak*. Aquila Kiadó. 137. p.

A **kannibalizmus** a ragadozás szélsőséges típusa. Az állatok saját populációik egyedeit falják fel vagy csonkítják meg. Lehet a kóros agresszió következménye, de kiválthatja a stresszhatás is (pl. zsúfoltan tartott tyúkok, nyulak között). A rovarok közül például az ájtatos manó nősténye párzás közben először a hím fejét harapja le, majd az egészet elfogyasztja. A közönséges falipók elpusztult nőstényét az utódai eszik meg. A kannibalizmus legmegdöbbentőbb példáit a tigris- és a makrelacápáknál találjuk. Ott ugyanis **magzati kannibalizmus** van. Az erősebb, nagyobb, éles fogú embriók szétépítik és elfogyasztják kisebb testvéreiket. Végül egyetlen embrió marad, amely maga indítja meg a születését. Az oroszlánoknál, ha új hím veszi át a csapat feletti uralmat, megöli és felfalja elődje utódait, majd saját utódokat nemz.

A táplálkozási típusok egy szélsőséges esete a dögfogyasztás. A **dögevők** a ragadozók által elejtett zsákmány maradványaival enyhítik éhségüket. Ilyenek például a keselyűk, amelyek az élelemre a szaga alapján találnak rá, vagy a levegőben körözve már nagy távolságból látják meg. Közülük a legnagyobb testméretű és tömegű az Andok-hegységben (Dél-Amerika) előforduló kondorkeselyű. Az afrikai keselyűfajok között „munkamegosztás” alakult ki. A griff keselyű a húsos, puha részeket, a lógófejű keselyű az elpusztult állat bőrét, emészthető egyéb szöveteit, az egyiptomi keselyű pedig a maradékot eszi meg. Ínséges időben pedig pl. a nagymacskák ürülékét. Dögevők

a hiénafajok (a foltos, a barna, a csíkos) is, amelyek közül a 3–15 fős falkába tömörülő foltos hiénák képesek a nagytestű növényevők elpusztítására is. Természetesen ez a faj szintén főként dögeket fogyaszt.

A mindenevő rozsomák szívesen eszik csontokat, elhullott állatokat. Az utóbbiakra néha a barna medve is ráfanyalodik.

OLVASNIVALÓ

Hiénáról, oroszlánokról, sakálokról...

...A *foltos hiénák* kegyetlennek néznek ki, de a nőstény vadászok igazi szövetséget alkotnak. Többnyire éjszaka vadásznak. Bármit elfognak vagy ellopnak, és szinte mindent megesznek, a csontokat, a szarvakat, a patákat és a szőrt is beleértve. Ők Afrika „szemetesládái”, megemészti a csontokat és kis adagokban kihányják a megemészthetetlen anyagokat. Különösen erős állkapcsaik és éles fogaik eltépik a húst és eltörlik a csontot...

...A *hiénák* nemcsak dögevők, de *hatékony vadászok* is. Egy magányos hiéna 5 kilométeren keresztül képes üldözni egy gnút 60 km/órás sebességgel, majd egyedül ejti el zsákmányát. A kitartás és a sebesség jobban meghozza eredményét, mint az óvatosság. Egy 10-15 egyedből álló falka képes legyőzni a sokkal nagyobb és erősebb zebrát.

...A hiénák bekerítik a csordát. Farkukat feltartva futnak, és szétszóródásra készítetik a zebrákat. A zürzavarban különválasztanak egy zebracsikót. Vakkantást hallatva a vezérhiénák rávetik magukat, óvatosan kikerülve az anya éles patáinak vad rúgásait. Az anya és egy közelben lévő csődör megtámadja a hiénákat, de már túl késő. A falka újrarendeződik, és letiporják a csikót. Az anya csatlakozik a csordához, mely fejvesztetten menekül. Az *oroszlánok* eközben úgy érzik, itt a kedvező alkalom, hogy meglepetésszerűen támadjanak. Az anya zebra nem veszi észre közeledtüket. A nőstény oroszlán lecsap, és elejti prédáját. Nem messze az anyától, a csikó tetemét már kibelezték és szétarabolták. A hiénák teleeszik magukat, mindent eltakarítanak az utolsó morzáig.

Forrás: BRIGHT, M. (1993): *Vadászó vadak*. Aquila Kiadó. 22–23. p.

A *mindenevők* életük minden szakaszában fogyasztanak növényi és állati eredetű táplálékot. A *rovarok között* vegyes táplálkozásúak például a csótányok, a házi- és az ormányos tücskök. A *rákoknál* a garnélarák (moszatok, szerves törmelékek, apró állatok), a halaknál a **compó** (férgek, rovarlárvák, vízinnövények) stb.

Mindenevő madár a szajkó (tápláléka a kínálattól függ), a vetési varjú (rovarok, kis rágcsálók, haszonnövények magvai, friss vetés), a feketeterítő (giliszták, rovarok, termések), az énekes rigó (zöld növényi részek, rovarok, termések, férgek, csigák), a tőkés réce (vízi és vízparti növények, magvak, férgek, csigák, békák), a hazánkban főleg télen megjelenő süvöltő (magok, termések, rovarok, pókok, rügyek), az Alpokban élő alpesi hófajd (rügyek, hajtások, magok, rovarok) stb.

Hazai emlősfajlataink közül ilyen például a sün, amely földigilisztákat, csigákat, madártojást, fiókákat, felszínre hullott gyümölcsöket, sőt néha dögeket is eszik. A közönséges mókus, a nyuszt sem válogatós. Az előbbi a magokon, a terméseken kívül kedveli a gombákat, a madártojást és a fiókákat, az utóbbi a felsoroltak mellett még a kis rágcsálókat is. A borz és a vaddisznó bármilyen táplálékot elfogyaszt (növényrészeket, gyümölcsöket és más terméseket, magokat, sokféle rovar, madárfiókát, kismamákat), a borz fő kedvencei a földigiliszták. **Mindenevők a nálunk nem élők közül** a dögevésnél már említett barna medve, a rozsomák, a repülő erszényes mókus (nektár, rügyek, rovarok), a makik (rovar, gyümölcs, levél) stb.

Az **élősködők** vagy **paraziták** táplálékukat más élő szervezetekből – növényekből és állatokból – nyerik. A gazdaszervezet testén élők a **külső** (ektoparaziták), a belsejében megtelepedők a **belső élősködők** (endoparaziták), a **hiperparaziták** pedig az élősködők élősködői (pl. a fémfürkészek egy része). Az **ún. időleges paraziták** csak a táplálékfelvételkor jelennek meg a gazdaszervezeten (pl. a dalos szúnyog nőténye). Ha az élősködők kórokozókat is juttatnak a megtámadott élőlény testébe, akkor **patogénia** a jelenség neve.

Élősködő gomba például a halpenész, amely békákon, sőt az ebihalakon is megtelepszik, és járványokat okoz. A peronoszpórák többsége ún. obligát (kizárólagos) parazita, tehát egyféle gazdanövényhez ragaszkodó (pl. burgonya, szőlő, saláta). A lisztharmatfélék a megtámadott növény (pl. rózsza, őszibarack, mandulafa, szőlő, mogyoró, tölgyfa) sejtjeibe hatoló szívókkal jutnak táplálékhoz. Az üszöggombák fajnevei egyrészt jelzik a gazdanövényt (kukorica golyvás üszögje, zab, árpa üszög stb.), másrészt azt, hogy milyen elváltozásokat okoznak azokon. Az élősködő nyálkagombák főként a káposztafélék gyökerein váltanak ki daganatos elváltozást (gyökérgolyva). A taplógombák között szintén van parazita, a többségük azonban korhadékevő (szaprofita). Pusztuló tuskókon, ágakon, törzseken jelennek meg. Az élősködők is általában beteg, legyengült egyedeken élnek.

Lombos fák gyökerein (bükk, gyertyán, szil, mogyoró stb.) élősködik a halványpiros virágú kónyavicsorgó. A vajvirágokra (bíboros-, lóhere-, galajfojtó vajvirág) is ez a táplálkozási típus jellemző. Ezek speciális gazdanövényeik gyökereihez kapcsolódnak. Két faj neve ezt jelzi is, a bíborosvajvirágé nem. Cickafarkon, ürömmön, száratlan bábakalácson fordul elő.

Az **állatvilágban is sok** példáját találjuk az **élősködő** életmódnak. A legismertebbek a **belső élősködéshez** alkalmazkodott galandférgek, amelyek többsége horoggal ellátott rögzítőszervvel tapad rá a gazdaszervezetre (pl. a kutya, sertés, szarvasmarha – ezen nincs rögzítő) tápcsatornájának nyálkahártyájára. A lándzsás mótely főként juhok és kecskék epeutaiban él. Fejlődésükhöz köztes gazdák (avarcsiga, hangya) szükségesek. A vérszívó piócák csak a táplálkozás idejére tapadnak a vízhez járó emlősökre. Ha teleszívták magukat, akkor leválnak róluk. **Külső élősködők** még a szúnyogoknak az emlősök vérére szívó nőtényei, a bolhák (madarakon, emlősökön a lárváik elhalt szerves anyagot fogyasztanak), az ágyi poloska (háziállatokon is él), a tetű, a kullancsok stb. Az élősködők betegségek kórokozóit is terjeszthetik. Ilyenek például a maláriaszúnyogok, a sárgaláz-szúnyog (a sárgaláz vírusát hordozza), a bolha, amely nyálával bejuttathatja a pestis, a tetű a tífusz kórokozóit az ember és az emlősök szervezetébe. A kullancs a vírusos agyvelőgyulladás és a Lyme-kór vírusát terjeszti. A közönséges fürkészlégy lárvái a bagolylepkék hernyóiban élősködnek. A fürkészdarázsok lárvái, néhány fajnak pedig a petéi más rovarok és pókok parazitái (pl. nyárfacincérfürkész, tarkalepkéfürkész, vértetű fémfürkész, petefürkész). Csak a gazdarovarok populációinak terjedését gátolják, ezért a biológiai védekezésben hatékonyan alkalmazhatók.

Különleges élősködők a vámpírok, Dél- és Közép-Amerika kistermetű denevérei. Ezek éles fogaikkal képesek felhasítani áldozatuk bőrét, és annak vérére nyalogatják.

A **növények között vannak félélősködők** is, például a közismert sárga és a fehér fagyöngy. Az előbbi tölgyeken és szelídgesztenyén előforduló lombhullató, az utóbbi más lombos fákra megjelenő örökzöld faj. A félélősködés lényege az, hogy a gazdanövénytől „csupán” a vizet és az ásványi sókat veszik fel, a szerves anyagot maguk állítják elő. Az azonban kevésbé ismert, hogy erdeink, erdőszéleink, kaszálóink gyepszintjének növényei között is vannak félélősködők. Ilyenek például a kakascímerek (csörgő, borzas), a csormolyafajok (taréjos, kéküstökű), a közönséges szemvidító, a fogfű. Ezeknél a gyökereiken fejlődő szívógyökerek hatolnak be a gazdanövény gyökereinek farszébe.

Az elpusztult növények és állatok maradványai, a talajra ősszel lehullott faleveleknek, terméseknek és magoknak, tobozoknak stb. az állatok táplálkozása után megmaradó részei, ürületek stb. a **korhadékevő** (szaprofita) szervezetek táplálékai. Ezek az elhalt, bonyolult szerves anyagokat egyszerű, újra felvehető anyagokká alakítják át, ezáltal a talajt oxigént, hidrogént, nitrogént, foszfort stb. tartalmazó vegyületekkel gazdagítják. Tehát valójában **lebontó tevékenységet végeznek**. Ilyenek például a baktériumok, a gombák egy része, a férgek (pl. földigiliszta), a százlábúak, a temetőbogarak. Az életközösségek működésében igen fontosak.

OLVASNIVALÓ

Michael Scott így írja le a lebontó szervezetek tevékenységét

Az erdő talajszintjén földigiliszták, csigák, meztelencsigák, atkák, fülbemászók, hangyák és bogarak táplálkoznak a felülről aláhulló levelekből.

Az apró darabokra bontott leveleket mikroszkopikus fonalférgek, gombák, egysejtűek és baktériumok aprózzák tovább, míg belőlük a talajból felvehető tápanyag nem lesz. Egy gramm erdei földben négymilliárd baktérium él.

A talajlakó állatokra pókok és százlábúak vadásznak, és amikor elpusztulnak, az ászkarákok táplálkoznak belőlük. E fajok ürüléke segíti a tápanyagok visszajutását a talajba.

Az elpusztult fákat szintén megtámadják a lebontó szervezetek. A gombák finom fonalai vájnak utat maguknak a korhadó fában, és csak termőtesteik láthatók a fatörzseken.

A szű lárvái járatokat vágnak a fában, ezzel segítve további bomlását. Néhány gomba és bogár élő fákat is megtámad, ami végül azok pusztulásához vezethet.

A lebontó szervezetek érdeme az, hogy általuk felszabadulnak az elpusztult növények és állatok tápanyagai, és visszakerülnek a talajba. Így alakul ki a humuszban gazdag, barna erdei talaj. A tápanyagokat azután gyorsan megköti a növényvilág, és a körfolyamat tovább folytatódik.

Forrás: SCOTT, M. (1996): *Ökológia*. Fiatalok Oxford Könyvtára, Holló és Társa Könyvkiadó, Budapest. 76. p.

A táplálkozási kapcsolatok téma bevezető részében (38. p.) már utaltunk arra, hogy az egyes populációk a táplálékláncok, illetve táplálékhalózatok részei.

Hazai erdeink életközösségeiben például a következő táplálékláncok figyelhetők meg:

Fák (törzse és lombja) → rovarlárvák → cinegék → karvaly	}	növényevő (herbivora) lánc
Gyümölcsök, magvak → mókus → nyuszt		
Erdei lágyszárúak → erdei egerek, pockok → fülesbagoly		

Avar → gombák → csigák → sünn	}	korhadékevő (szaprofita) lánc
Avar → földigiliszták → vakond → egerészölyv		

Erdei fűvek → gímszarvas → kullancs → élősködő vírus ← **élősködő (parazita) lánc**

Tápláléklánc egy mezőgazdasági életközösségből:

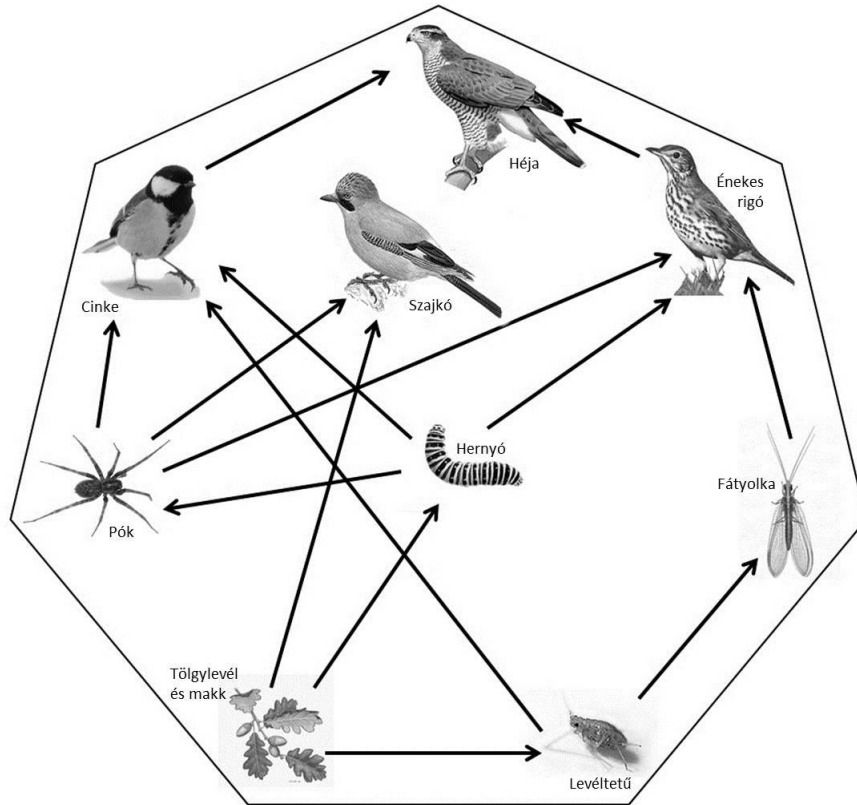
Burgonya növény → burgonyabogár és lárvája → fécán → róka	}	növényevő lánc
Gabonafélék szemtermése → mezei pocok → róka		

Tápláléklánc egy zöldségeskertből:

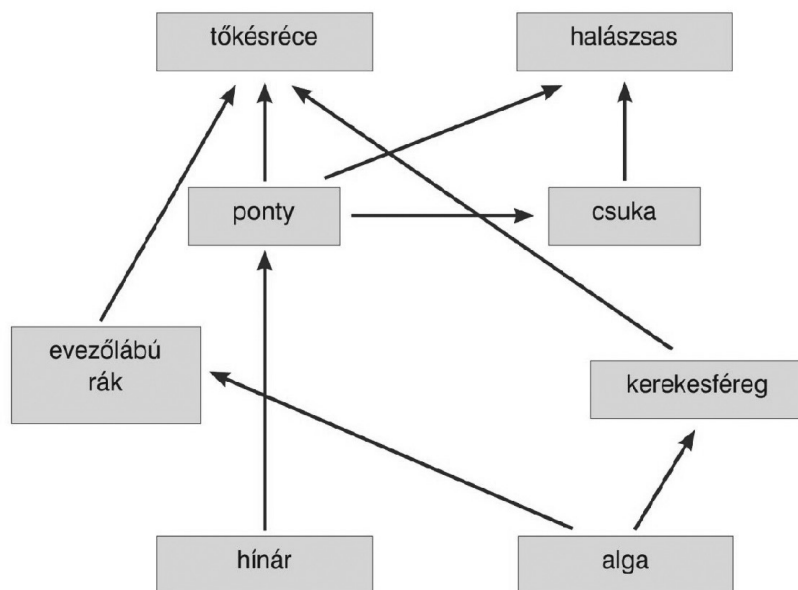
Saláta → csigák → rigók → karvaly ← **növényevő lánc**

3. KÖRNYEZETI TÉNYEZŐK

A példákból kitűnik, hogy a **táplálékláncoknak három alaptípusa – növényevő, korhadékevő, élősködő** – van. Az is nyilvánvaló, hogy a növények terméseit, magvait, leveleit, a korhadó növényrészeket stb. nemcsak a példaként említett állatok kedvelik, és azokat sem csak a felsorolt ragadozók fogyasztják. A valóságban tehát a populációk az egymás közötti kapcsolatok révén bonyolult táplálékhalózatot alkotnak. Ezt mutatják az alábbi ábrák.



5. ábra. Egy tölgyes erdő leegyszerűsített táplálékhalózata

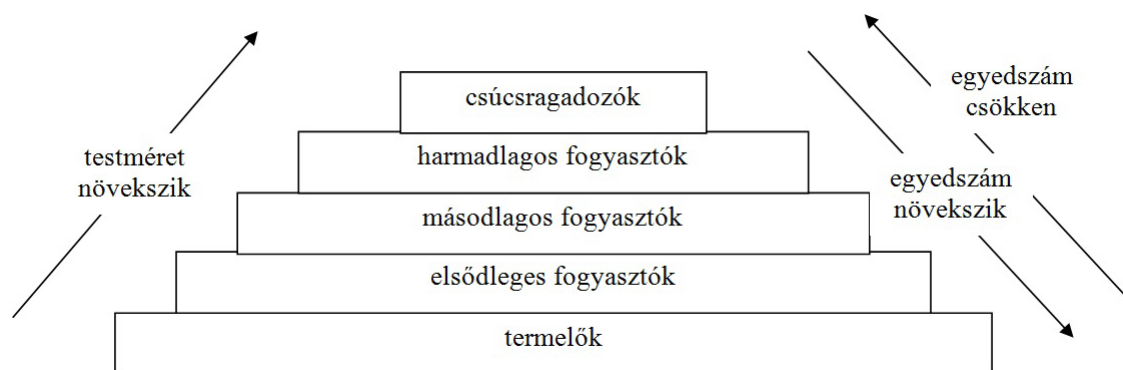


6. ábra. Vízi életközösség táplálékhalózata

Ha a táplálékláncokat, illetve -hálózatot figyelmesen tanulmányozzuk, azt tapasztaljuk, hogy annak első tagját „**láncszemét**” olyan élőlények alkotják, amelyek szerves anyagból szerves anyagot hoznak létre a Nap sugárzó energiájának felhasználásával (fotoszintézis). Ezek a zöld növények a kapcsolatrendszerben a **termelők** (producensek). Azokat legelik, rágják stb. a növényevő állatok, mint például a szarvas, az erdei egér, az őz, a fácán, a tengelic, a zöldsike. Ezek az állatok az **elsődleges fogyasztók** (konzumensek). A fácánt, az egeret stb. elejti a róka, a héja, karvaly stb. E fajok tehát ugyancsak fogyasztók, de egy második lépcsőben. Ezek a **másodlagos fogyasztók**. A **harmadlagos fogyasztók** a húsevőkkel táplálkozó ragadozók. Ilyenek például a vakond, amely többek között ragadozó rovarokat is fogyaszt, vagy a vízisikló, amely kecskebékát ragad el, vagy a vadmacska, amelynek táplálékai például a hernyókat kedvelő énekesmadarak. Ősszel lehullanak a fák levelei, a lágyszárú növények elszáradnak, s anyagaik a talajra, a talajba kerülnek. Hasonlóképpen oda jutnak az állatok anyagcsere-végtermékei, sőt elpusztulva ők maguk is. Ezeket a **lebontó szervezetek** visszaalakítják szerves anyagokká. Így azokat ismét felhasználhatóvá teszik a növényvilág számára.

3.2.2.3. Tömegviszonyok, anyag- és energiaáramlás

Az életközösségekben a táplálékláncok, illetve -hálózatok révén anyag- és energiaáramlás megy végbe. Ez teszi működőképes egységgé. Minden biocönózisban a termelőidőtt növényi szerves anyag mennyisége és minősége határozza meg a belőle élő (eltartható) állatok mennyiségét és minőségét. **Legnagyobb tömegben** mindig a növények vannak, ennél kevesebb a tömege a növényevőknek, még kevesebb az őket fogyasztó ragadozóké. A termelőidőtől az elsődleges fogyasztókig (növényevők), onnan tovább a másodlagos és harmadlagos fogyasztókig (ragadozók, csúcsragadozók) haladva a tápláléklánc tagjainak összes testtömege (biomasszája), egyedszáma egyre csökken, az egyedek testnagysága viszont általában növekszik, ahogy ezt az úgynevezett táplálék- vagy biomassza-piramis szemléletesen ábrázolja. A parazitáláncban fordított a helyzet, ott a lánc végén van a legkisebb testméretű egyed.



7. ábra. Az életközösségek táplálékpiramisa

Érdekességgé tekintjük át egy forró átmeneti övbe tartozó életközösség táplálékpiramisát is. A Tanzániában lévő Serengeti síkságain az oroszlánok nagy területeket barangolnak be táplálék után. Többnyire 13 km²-re jut egy oroszlán. Ekkora területen kb. 350 gnú, zebra és Thomson-gazella számára van elegendő táplálék. A 13 km²-en 6800 tonna fű nő, amely kb. 55 tonna legelő állatot tart el (a patások az elsődleges fogyasztók). Ez a mennyiség 0,2 tonna oroszlánnépességnek biztosít elegendő táplálékot (másodlagos fogyasztó). (SCOTT, M. (1996): *Ökológia*. Fiatalok Oxford Könyvtára, Holló és Társa Kiadó, Budapest. 25. p. ábrája alapján.)

A **tömegviszonyok tehát a tápanyag és energia hasznosításával vannak összefüggésben**. Az anyag- és az energiaforgalom mind az egyed, mind a társulás szintjén egymástól elválaszthatatlan. Az **anyagkörforgalom**, az anyagok **biológiai ciklusa** a termelő, a fogyasztó és a lebontó tevékenységet végző populációk közötti kapcsolatokban realizálódik. Ezek a lokális anyagforgalmak részei a **bioszféra szintjén végbemenő**, az egész Földre kiterjedő legnagyobb léptékű **biogeokémiai ciklusoknak**. Ezek jelentik a kapcsolatot az élő és az élettelen világ között (l. e jegyzet I.3.2.3. pontját).

Az **anyagforgalom** és az **energiaáramlás** közötti **különbségek a következők**. Az **energia útja** a társulásokban az anyag körforgásától eltérően **egyirányú**. A Nap fényenergiáját megkötő zöld növényektől, vagyis a termelő szervezetektől indul ki, majd a különböző szintű fogyasztókon át jut el a csúcsragadozóba és végül a lebontó szervezetekbe. Tehát a termelők által a szerves vegyületekben megkötött napenergia a táplálkozási (trofikus) szinteken haladva kerül a fogyasztók szintjére. A rendszeren való átáramlás közben energiavesztés keletkezik, illetve energiaformák egymásba való átalakulása megy végbe. Három úton halad az energia. Egy része szerves vegyületként (kémiai energia) **beépül a fogyasztó szervezetek testébe**, más része légzéskor, vagyis az életműködések közben **felszabadul**, és **hőenergiaként szétszóródik**. Harmadik útként az egyedekben képződő **salakanyagokkal mint kötött kémiai energia távozik** a környezetbe. Az elpusztult élőlényekben és a szerves hulladékokban (pl. ürülék) lévő kémiai energia a lebontó szervezetekbe jut. Mindezekből az következik, hogy a társulásba beépülő, szerves anyagként továbbjutó energia táplálkozási szintről szintre egyre kevesebb lesz, tehát a tápláléklánc alacsonyabb szintjei energiagazdagabbak a felsőbbeknél. Másrészt pedig az, hogy a táplálékláncok nem lehetnek bármilyen hosszúak. (Természetesen a társulásokra is érvényesek a termodinamika törvényei!)

A **táplálékláncok akkor a leggazdaságosabbak**, ha az első tagot közvetlenül használjuk fel. A mezőgazdasági és az élelmiszer-termelésben ilyen eljárásokat kellene kidolgozni az energiavesztés elkerülésére, mert másként nem lehet lépést tartani azzal a nyomasztó élelmiszerhiánnyal, amelyet az emberiség lélekszámának állandó növekedése idéz elő.

A társulások működéséhez az **energiavesztés pótolni szükséges**. Ezt **biztosítja a** légkörön át tartósan, ki-egyenlítően érkező **napenergia**.

A biocönózisokban az energia egyirányú áramlásával ellentétben **anyag állandó körforgásban van**. Eközben átalakul ugyan, de összmenyisége változatlan marad. Ez a megállapítás a bolygónkon lévő összes anyagra is igaz, ez ugyanis az élővilág evolúciója során nem változott.

3.2.2.4. A társulások térstruktúrája

A társulásokban a populációk belső, **vízszintes (horizontális) elrendeződése** adja a szüntelenül változó, sokrétű **mintázatot**, amelyet az azt alkotó populációk térbeli elhelyezkedése szab meg. Kialakulását befolyásolják a különféle populációs kölcsönhatások. Például a növényevő rovarok követik a tápnövényeiket, így azok elrendeződése táplálékuk elhelyezkedésének a függvénye.

A növénypopulációk **horizontális** térbeli eloszlása függ a magvak terjedési, a növény ivartalan szaporodási módjától, az erdő gyepszintjében a talaj víz- és tápanyagtartalmától, a fényviszonyoktól stb. Az aktív helyváltoztató állatpopulációk módosítják a társulás mintázatát.

A növénypopulációk eltérő növekedési formáiból adódik az **életközösségek függőleges (vertikális) színtezettsége**. Az egyes szinteken az élettelen környezeti tényezők értékei eltérhetnek. A **trópusi esőerdőben** talaj-, moha-, gye-, cserje- (e kettő hiányozhat), kisebb, közepes és óriásfák, rajtuk liánok és epifitonok szintjei követik egymást (l. e jegyzet I.5.1.1.1. pontját). **Hazánk lomberdei** talaj-, avar-, moha-, gye-, cserje- és lombkoronaszintre különülnek. A **talajszint** a talajéletnek, a lebontó folyamatok többségének régiója. A növények gyökerei között a víz- és a tápanyag-utánpótlást biztosító „elfoglalható területért” erős a konkurenciaharc. Az **avarszintet** a le- és elhullott növény- és állatmaradványok, az ízeltlábú fauna (pl. pókok, futrinkák) jelentős része és a gombák stb. foglalják el. Vastagsága társulásonként eltérő. A **mohaszint** (van olyan társulás, ahol önállóan is jelen van, nemcsak az avarszinttel együtt) fontos a talajfelszíni mikroklíma kialakításában, a vízmegőrzésben. A mi éghajlatunkon e szint növényei télen is fotoszintetizálnak. A **gyepszint** lágyszárúit magasságuk szerint **alj-** és **szálfüvekre** tagolják. Kora tavasszal fénykedvelő, a lombkorona záródása után árnyéktűrő és árnyékkedvelő fajok e szint alkotói. **Aljfü** például a bogláros szellőrózsa, a salátaboglárka, a szagos müge, **szálfü** a nád, a gyékényfajok stb. Vannak olyan társulások, ahol csak egy-egy faj egyedei jelentik a gyepszintet (pl. a bükkösben). A **gyepszint lehet zárótársulás** is (pl. a sztyepp, a préri, a pampa). Sokféle ízeltlábú (szöcskék, sáskák, lepkefajok és hernyók, poloskák stb.), néhány madár- (pl. mezei pacsirta, fácán) és emlősfaj (pl. sünn) találja meg e szintben az életfeltételeit. A **cserjeszint** növényei általában korábban rügyeznek és fejlesztik ki lombozatukat, mint a felettük magasodó fák, így azok ekkor még nem tudják elvenni tőlük a fényt. Poszméhek látogatják virágaikat, leveleiket gyakran rágják lepkehernyők, nedveiket kabócák szívják stb. E szintben fészkel a fekete rigó, az énekes rigó, az ökörszem stb. A legfelső, vagyis a **lombkoronaszintben** termelődik a legtöbb biomassa. Nálunk ez lehet kétszintű is. A második koronaszintben alacsonyabb fák vannak. Törzsükben például cincérlárvák fejlődhetnek, fakopáncsok, csuszkák keresik ott a táp-

lálékukat, a lombok között, az ágakon, gallyakon levéltetvek, hangyák, lepkék hernyói, szén- és kékcinege, örvös légykapó, mókus stb. élnek.

3.2.2.5. A társulások időbeni változásai

Az életközösségek populációinak időbeni változásai különböző időtartamokhoz kötöttek. **Rövid idejű**, periodikusan ismétlődő **változás** a populációk élettevékenységével kapcsolatos napi ritmus. Bolygónk tengely körüli forgásából következően ugyanis a földfelszínre érkező fény mennyisége napszakonként változik. A napi ritmus az élőlényeknek ehhez való alkalmazkodása. Néhány példa a nappal és éjszaka aktív élőlényekre: **nappal aktívak** a gyümölcsfák, a lágyszárú növények döntő többsége, a méhek, a káposztalepke, a nappali pávaszem, a kis rókalepke, a poszméh, a sáskák, a tavi békák, a gyíkok, a feketerigó, a mókus, az ürge stb. **Éjjel aktívak** az éjjeli pávaszemek, a gyapjas-, a púposzövőlepkék, a búcsújárólepkék és a kis Apolló-lepkék hernyói, a csótányfajok többsége, a barna és a zöld varangy, a sünök, a denevérek, a nagy pele, a gím- és a dámszarvasok, a vaddisznók stb.

A példaként felsorolt élőlényekből kitűnik, hogy szinte minden rendszertani egység fajai között vannak hajnalban és nappal, alkonyatkor és éjszaka táplálékot, illetve párt keresők.

A **napi ritmus** igen szembevető a virágok nyílásában. Vannak olyan fajok, amelyek csak a nap néhány órájában és néhány óráig (általában ugyanabban az időpontban) bontják szirmaikat. **Linné** (a rendszertan atyja) állította össze Uppsalában (Svédország) az első „virágórát” az egymástól eltérő időpontokban nyíló virágokból. GÁRDONYI Géza *Mai csodák* című művében ezt írta: „Persze, az ilyen óra szerint nem tanácsos a vasútra menni, mert vagy korán érkeznének, vagy elkésnének.”⁸ **Hajnalban** és **kora reggel** virít például a cserlevelű saláta (4–10^h között), a pongyola pitypang (5–12^h között), a katángkóró (6^h körül), több csenkeszfaj (6–7^h között), az illatos borjúpázsit (7–8^h körül). **Dél előtt** figyelhetők meg a bürök gémmor és a pipacs (mindkettő 8–12^h között), a kövér porcsin (9–11^h) stb. virágai. **Délben** és **kora délután** nyílik derült időben a mezei ticska, a zab (15–16^h), a tarackbúza (17^h körül). **Alkonyatkor** és **éjjel láthatók** a ligetszépe (18 órától), az estike (18^h körül), a fehér mécsvirág (19–24^h), a kisvirágú csodatölcsér (csak éjszaka) szép virágai.

Az **aszpektusok** a társulás hosszabb időtartamú (évszakos) ismétlődő változásai. A latin eredetű fogalom a társulások fajainak időben egymás utáni megjelenését, vagyis a társulás „pillanatnyi” képét jelenti.

Miért változik ez a kép jól megfigyelhetően évszakonként, miért látunk szinte hónapoként más-más virágzó lágyszárút, miért érlelik terméseiket más-más évszakban a növényfajok, miért rajzanak eltérő időpontban a gerinctelenek állatok, kezdenek párt keresni, utódot nevelni a madarak, az emlősök stb.? A sok miértre a válasz egyszerű. Az aszpektus kialakulása az élettelen környezeti tényezőktől, így a nappalok hosszától és ezzel összefüggésben a megvilágítás időtartamától, erősségétől, a levegő, a talaj hőmérsékletétől, a csapadékellátottságtól stb. (l. e jegyzet I.3.1.1. – 3.1.5. pontjait) és természetesen az élőlényeknek ezekre vonatkozó eltérő igényeitől függ. Mivel ezek évszakonként mások, így hol az egyik, hol a másik populáció jelenik meg, illetve „tűnik el”, húzódik vissza. Ahogy évről évre ismétlődnek az évszakok, úgy változik, ismétlődik a társulás „képe” is. Eközben a szerkezete változatlan marad.

Lomberdeink, így például a gyertyános-tölgyesek **kora tavaszi aljnövényzetére** a fénykedvelő hagymás, gumós fajok jellemzők. Például a hóvirág, a keltikék, a szellőrózsák, a galambvirág. Ezek megjelenése a koronaszinten ekkor még bőségben bejutó fénytől függ. A föld alatti szerveikben – gumó, hagyma, gyöktörzs stb. – az előző tavasszal elraktározott tápanyagokból képesek megkezdeni vegetációs időszakukat. A fák kilombosodásával ezek ismét visszahúzódnak a talajba, és helyüket a **tavasz végére, nyár elejére jellemző** árnyéktűrő fajok, így fűfélék, harangvirágok, szagos müge, méhfű stb. foglalják el. Folyamatosan rajzanak a rovarok, amelyek közül sokan keresik fel a virágokat pollenért, nektárért. Visszatérnek a vonuló madarak, megkezdik tojásaik kiköltését, utódaik felnevelését stb.

Az augusztus végéig tartó **nyári aszpektusban** már tömegesen virít a katángkóró (legelőkön, útszéleken stb.), a tölgyesekben, a gyomtársulásokban az aggófűvek, a közönséges cickafark, a ligeterdőkben a sédkender, az erdőszéleken, a cserjésekben a kis ezerjófű stb.

A szeptember elejétől kb. november elejéig az **őszi aszpektus** növényei – például bokorerdőkben, erdőszéleken a csillagöszirózsa, hegyi réteken, tölgyesekben stb. az őszi kikerics – jelennek meg, a még virágzó nyárutói egyéb fészkes és ernyős virágzatú növény mellett. Fokozatosan elcsendesednek a madarak, egy részük a telelőhelyére

⁸ MOLNÁR V. Attila: Szirmos időmérők. Természetbúvár, 2005. 4. sz. 32. p.

vonul, téli pihenőre készülnek vagy elpusztulnak az ízeltlábúak (az imágóik). Rejtekhelyükre húzódnak a kételtűek, a hullók, a téli álmot alvó emlősök. Az őszi erdő visszhangzik a hím gímszarvasok bőgésétől, a dámvadak barcozásától, mert ezeknek a fajoknak ez a párzási időszaka.

A novembertől márciusig tartó **téli aszpektusra** a hajtásos növények nyugalmi állapota jellemző. A gerinctelenek többsége, a gerincesek egy része, mint arra már utaltunk az előzőekben, szintén passzív állapotban van. A társulások madárfaj-összetétele ideiglenesen az északi, északkeleti tájakról érkező madárvendégekkel gyarapodik. Ilyenek például a csonttollú, a zseze, a sarkantyús sármány, a pusztai ölyv, a kis sólyom, a kis bukó, a füstös, a hegyi réce.

A **szukcesszió** (latin eredetű szó, jelentése egymásutániság) a társulások hosszabb időtávú megváltozása, amely a populációk kicserélődésével, új összetételű másik társulás létrejöttével jár. **Típusai** a szekuláris és a biotikus. A **szekuláris** földtörténeti léptékű, sok ezer év alatt bekövetkező, igen jelentős változásokkal járó egyirányú folyamat. Erre példák hazánk területén az éghajlatváltozásokat követő társulásváltozások a jégkor végi későglaciális klímaszakasztól napjainkig (l. e. jegyzet I.3.2.2.6.1. pontját). A **biotikus szukcesszió** a társulásnak a szekulárisnál rövidebb idő alatt, változatlan éghajlati adottságoknál végbemenő törvényszerű fejlődési folyamata. E folyamatban kölcsönösen megváltoznak az élőhely élő és élettelen tényezői. A már ott lévő populációk módosítják az élettelen összetevőket, megteremtve ezzel új populációk életfeltételeit. A biotikus szukcesszióknak van egy kiindulási és egy végpontja. A kettő között változik a fajösszetétel, a diverzitás (általában növekszik), nő a biomassza. A társulások változása tehát az egyszerűtől az összetettebb, a változatosabb felé halad. A **végpont a záró- vagy klimaxtársulás**, amelyben igen sokrétűek a populációs kölcsönhatások. Az adott terület ökológiai viszonyai számára ez a legjobban megfelelő, legösszetettebb és legstabilabb társulás. A fény- vagy energiahasznosulás mértéke is ezekben a legnagyobb, ugyanis hatékonysága összefügg a társulás szintekre tagoltságának számával (minél több a szint, annál hatékonyabb a fényelnyelés). Típusa függ az éghajlattól, a talajtól. Ebből következően az egymástól eltérő adottságú élőhelyeken más-más társulások követik egymást.

A **futóhomok biotikus szukcessziójának lépései** a következők: zuzmók, mohák (pionír társulás) megjelenése → egyéves, egyényári fajokból (pl. fedélrozsok) álló gyepek → évelő, nyílt homokpusztai gyepek (itt még mozaikszerűen változik a gyepek és a homok; jellemző faja a magyar csenkesz) → zárt homokpusztai gyepek (árvalányhajfajok stb.) → homoki tölgyes, amely lehet nyílt és zárt (ez a klimaxtársulás, amely kocsányos tölgyekből áll, gyepszintjét főként gyöngyvirág alkotja).

Az **állóvizek szabad vízfelületének feltöltődése**, növényzettel való borítottságának változása is **biotikus szukcesszió**. Ennek lépései a következők: iszaposodás megindulása az elpusztult szervezetek szerves anyagainak felhalmozódásából → gyökerező hínárnövények (pl. békaszőlőfajok) → nádistársulás növényei (nád, káka, széleslevelű gyékény stb.) → zombékos (sásfajok stb.) → mocsárrét vagy láprét – bokorfűzesek → fűz-nyár puhafás ligeterdő (ez a zárótársulás). E folyamatban a tavi életközösség alakult át erdővé.

Biotikus szukcesszió a folyami feltöltések, meddőhányók, sziklák, felhagyott kőbányák stb. beerdősülési folyamata, de egy kidőlt fa talajjá alakulása is.

OLVASNIVALÓ

Mi is a szukcesszió?

Egy *korhadó farönk* amilyen kicsi, olyan lenyűgöző, s szinte teljesen önálló életközösségnek adhat otthont. Jól megfigyelhetjük rajta a **szukcesszió** folyamatát: fajok különböző együttesei váltják egymást, míg végül stabilizálódik a fajösszetétel (ez esetben úgy, hogy a kivájt farönk maradványai visszajutnak a talajba). A gyakorlott természetbúvár a bármely adott időpontban fennálló fajösszetételből meg tudja állapítani, mikor pusztult el a fa.

1. *Amikor kidől a fa*, elsőként a nedvességkedvelő állatok – meztelencsigák, ászkák – találhatnak benne menedéket, amelyek éjszaka jönnek elő, és a környezet bomló növényzetével táplálkoznak. Hamarosan követik őket a ragadozók: százlábúak és pókok. A félelmetes *Dysdera* (pók) ászkákat kebelezz be hatalmas állkapcsaival.

2. *Egy év múlva* a fa még felismerhető, de már sebhelyes a bogarak járataitól, mohák borítják, és gombák tenyésznek rajta. Kéregpoloskák préselik be lapított testüket a pattogzó fakéreg alá. A nagy bíborbogár lárvája a korhadó fával, a kifejtett bogár nektárral él.

3. *Két év múlva* a farönköket most már szitává lyuggatták a farontó rovarok, bőségesen ellátván csipkednivalóval a harkályokat. A fémdarázs erdei darazsak fészkebe rakja a petéit. A kaparódadarázs kis legyeket raktároz el a költőkamráiban. A szarvasbogárlárvák kifejlődése több évig tart.

Forrás: DURELL, G. – DURELL, L. (1984): *Az amatőr természetbúvár*. Gondolat Könyvkiadó, Budapest. 116. p

A **biotikus szukcesszió iránya** lehet **progresszív** (előrehaladó) és **regresszív**. Az előbbieken leírt folyamatok a progresszív szukcesszió példái. A **regresszív szukcesszió** kiváltója elsősorban valamilyen emberi beavatkozás. Ilyen például a dolomitkopárok fásítása, a futóhomok megkötése a tájidegen fehér akáccal, az ártéri tölgy-, kőris-, szil-, keményfás ligeterdők kivágása, amely után a fehér nyár visszaszorítja az eredeti társulás fainak növekvő sarjait és az ártéri cserjések fajait.

3.2.2.6. Hazánk néhány jellemző zonális és intrazonális (edafikus) fás és fátlan társulása

3.2.2.6.1. Hazánk vegetációtörténete a jelenkorban

Területünk **jelenlegi természeti képének alakulása a jégkor** (pleisztocén, amelyben glaciális-interglaciális klímaciklusok váltakoztak) **után kezdődő jelenkorban** (holocén) ment végbe. A jégkor végi **későglaciális** idején (Kr. e. 15 000–8300 év) már megkezdődött az éghajlat javulása és a térség beerdősülése. (E korszak hidegperiódusait, a magcsákó növény latin nevére Dryas I., II., III.-nak nevezik.) Európa északi felén ekkor tundravegetáció volt, **hazánk síkságain** nagy valószínűséggel fátlan vagy ligetes **puszták**. **E korszakból fennmaradt növényeink** (reliktumok vagy maradványszemek) például a medvefű kankalin, a zergeboglár, a lisztes kankalin, a tőzegáfonya (KÁRÁSZ, 1990). A jelzett klímazakaszok az őskőkornak (paleolitikum) felelnek meg. A Kárpát-medencében élő népcsoportok gyűjtögető-vadászó életmódot folytattak. Nagy valószínűséggel rájuk is a szelektív vadászat, vagyis egy-egy állatfaj közös elejtése volt jellemző.

A jelenkor **preboreális** (hagyományos nevén fenyő–nyír-korszak) fokozatosan melegező klímazakaszában (Kr. e. 8300–6800 év) az Alföldön **nyíres erdősztyepp**, a domb- és hegyvidéki területeinken **összefüggő fenyvesek** és **lombos erdők** fordultak elő. Az egyes korszakok hagyományos elnevezése a domináns fa-, illetve cserjefajok neve. A jégkor utáni növényzetben ugyanis először a pionír fafajok, a nyírek és fenyők (pl. erdefenyő) telepedtek meg, a lombos fák megjelenése ezeket kiszorította. Ezt a folyamatot, amely a szekuláris szukcesszióra (l. e. jegyzet I.3.2.2.5. pontját) példa, döntően éghajlati okok, így a hőmérséklet és a csapadék változása indukálta. Megkezdődött a vizes élőhelyek, főként a nyílt vizek benépesülése is. E klímazakaszban még élt néhány, a pleisztocén végére jellemző állatfaj, így például a rénszarvas, a szibériai pocok, gyakori volt az őstulok, a gímszarvas, a hód, a farkas, és egyre több lett a rovarevő is. E korszak **reliktumtársulása a fenyőfői erdefenyves**.

[A **Bakonyban a Fenyőfő és Bakonyszentlászló közötti homokvidéken lévő erdefenyves** őshonossága a hazai botanikai és erdészeti kutatások régóta vitatott kérdése. MAJER Antal kutatásai a vitát eldöntötték. A válasz egyértelműen igen (MAJER Antal (1988): *Fenyves a Bakonyalján*. Akadémiai Kiadó, Budapest.) Itt **talajtani** és nem **klímatis** **oka van az erdefenyő-állomány preboreálistól napjainkig való megmaradásának**. A tápanyagban szegény homoktalaj ugyanis nem biztosította a lombos fák életfeltételeit. Az ősfenyves 1954 óta **természetvédelmi terület**. Eredeti kiterjedése a térségben 1982-ben kezdődött bauxitbányászat miatt változott. Az e tevékenységgel okozott környezeti károk kivédhetetlenek.]

A **boreális** (hagyományos mogyoró-kor) klímazakaszra (Kr. e. 6800–5500) a hirtelen felmelegedés, a csapadék mennyiségének csökkenése és ezekből következően térségünk szárazabbá válása jellemző. Az **Alföldet** ekkor döntően **fátlan sztyepp** borította. Tölgy-, hárs- és erdefenyő-foltok csak mozaikosan voltak jelen. A hajdani löszpusztákról, sztyeppékről napjainkban már csak néhány lágyszárú maradványnövény, például az erdélyi hérics (fokozottan védett faj, Orosháza környéki populációja már csak kb. 200 egyedből áll), a vetővirág, a magyar kökörtő, a tátorján (ez a fokozottan védett növényünk Balatonkenesén, Pakson, a Gödöllői-dombvidéken stb.

figyelhető meg) ad ízelítőt. E korból fennmaradó társulások például a löszgyepek (Dunaföldvár, Kalocsa térsége stb.), a Kerecsend környéki tatárjuharos lösztölgyesek (l. e jegyzet 3.2.2.6.2. és 3.2.2.6.3. pontjait).

Középhegységeinkben kevert lombhullató erdők, tölgyesek, mogyorócsérjében gazdag **bokorerdők** nőttek. Faszénmaradványokból tudjuk (SÁRKÁNY–STIEBER, 1950, 1952), hogy az akkori erdőket tölgy-, kőris-, hárs- és juharfajok, továbbá szelídgesztenye alkották. E korszakból maradt fenn a keleti gyertyán a Vértesben, a cselling páfrány a Szent György-hegyen (van olyan feltételezés is, miszerint a jégkor előtti melegebb harmadidőszaki reliktum). A vizek partjain szárazságtűrő lágyszárúak jelentek meg, az állóvizek, még a Balaton is elmocsarasodtak (ZÓLYOMI, 1987). Erre a klímaszakaszra jellemző a kétéltűek, főként a varangyok és az ásó-, a kecske-, a mocsári stb. békafajok elszaporodása. A bordás, a sokfogú, a háromfogú stb. csigafajok is jelzik térségünk mérsékelt övi sztyeppi környezetét. A **preboreális** és a **boreális** klímaszakaszok a **mezolitikummal** (középső kőkor) esnek egybe. Az emberi tevékenységben még ekkor is a gyűjtögetés és a vadászat dominált.

Az **atlantikus** (hagyományosan tölgy-kor) szakasz (Kr. e. 5500–3000 év) éghajlata Európa egészén, így Közép-Európában is szélsőségektől mentes, a jelenleginél melegebb és csapadékosabb volt. Az **Alföldet erdős sztyepp** borította. Leggyakoribb faja a kocsányos tölgy, cserjéje a borostyán és a magyal volt (JÁRAINÉ KOMLÓDI M., 1968). **Középhegységeink erdeinek** fajösszetétele fokozatosan megváltozott. Visszaszorult a mogyorócsérje, az alacsonyabb régiókban **összefüggő tölgyesek**, a magasabbakban **gyertyánosok** és **bükkösök** jelentek meg. A csapadékbőség a folyó- és állóvizek szintjének emelkedését, a **lebegő** (békalencse, békatutaj) és az **alámerülő hínárvegetáció** nagyobb területeken való megtelepedését vonta maga után. A vizek partjain a feltöltődési szukcesszió sorozata (l. e jegyzet 3.2.2.5. pontját) a **nádas**, a **zsombékos** és a **mocsárrét** követték egymást. A magasabban fekvő, szárazabb részeken **ligeterdők**, a lefolyástalan, pangóvízes medencékben **láperdők** alakultak ki. Az egyes fafajok, így a tölgyek, a bükk jégkorszak utáni Kárpát-medencei visszatelepülésére az éghajlati okok mellett terjedési sajátosságaik is hatottak (MÁTYÁS Csaba, 2006). Terméseik terjesztéséhez az azzal táplálkozó, azt raktározó számos gerinces állat (pl. mókus, szajkó), sőt a prehisztorikus ember is hozzájárult. A **nagyemlősök** közül az őstulok egyedszáma ekkor volt a legmagasabb. A holocénnak ebben a fázisában telepedett meg véglegesen a vaddisznó és az őz, jelent meg az ürge. Jelentős volt az erdei pocok és az erdei egér létszáma is.

Az atlantikus szakasz a **neolitikumnak** (csiszolt vagy újkőkorszak) felel meg. Ekkor már a Kárpát-medencei népcsoportok földet műveltek, háziállatokat tenyésztettek. Bevethető területet a nyílt sztyepp feltörésével és valószínűleg erdők felégetésével nyertek. Termeltek tönköly és közönséges búzát, árpát, kölest, borsót, lencsét is. Készítettek textilt len- és kenderrostokból, sőt gyékényfajok leveleiből is. Agyagból edényeket formáztak.

A **szubboreális** (hagyományosan tölgy-bükk-kor) klímaszakaszban (Kr. e. 3000–800 év) az éghajlat területünkön is hűvösebb és még csapadékosabb lett. Ebből következően a **síkvidékeken** is kialakultak a **kocsányos tölgyesek** mellett a **gyertyános-tölgyesek**, sőt kisebb foltokban **bükkösök** is. E kor maradvány síkvidéki bükköse Belső-Somogyban (BORHIDI, 1958) figyelhető meg. A **középhegységi erdőkben** a tölgyest **gyertyános** és **bükkös társulások** váltották fel, amelyekben szálanként jegenyefenyő is élt. **Mocsarak, átmeneti lápok**, a vizek mentén pedig ekkor is **liget- és láperdők** voltak. A tölgy-bükk-korban – elsősorban a síkságokon – egyre nagyobb területeken jelentkezett az állattartó, földművelő ember tájalakító hatása. Megjelentek a **gyomtársulások** is, bennük az útifű, a keserűfű, a lórom voltak a leggyakoribb lágyszárúak.

A szubboreális klímaszakra esik a **réz-**, a **bronz-** és a **vaskor**, vagyis a fémművesség megjelenése és fejlődése. Az éghajlat kedvezőtlenebbé válásával a földművelés egyre inkább visszaszorult, a sok termékfelesleget létrehozó **nagyállattartó pásztorkodás** tört előre. Megindult a jelentős helyváltoztatással, szállítással együtt járó **kereskedelem**. A **fémművesség**, az **edénygyártás**, a **halotthamvasztás**, a **földvárak építése** nagy természeti átalakítással – így fakivágással, ércbányák, agyaglelőhelyek, temetkezőhelyek (pl. mesterséges halmok), kohók stb. – kialakításával járt együtt. A **vaskori népek** a jobb hatásfokú mezőgazdasági eszközökkel **sokféle haszonnövényt termeltek**. Például búzát, árpát, kölest, lencsét, borsót, takarmánybúkkönyt, szilvát, barackot, borszőlőt.

A **szubatlantikus** (hagyományosan bükk II. kor) szakasz nagyobbik része már a történelmi korra esik. Az **éghajlat kontinentálisabbá és szárazabbá** vált. Főbb vonásaiban már a kezdetétől hasonlított a maihoz. A növényzet a szubboreálishoz képest az erdők mennyiségében és a fafajok területi elhelyezkedésében változott meg. Az **Alföld erdős pusztái** a földművelés és az állattenyésztés miatt **egyre kisebb területre szorultak vissza**, a szélsőségesebb hőmérséklet- és csapadéviszonyok pedig a síkvidéki bükkösök és gyertyánosok megfogyatkozását vonták maguk után.

A **középhegységeken a gyertyánosok és a bükkösök öve a magasabb régiókba húzódtott**. Az alacsonyabban fekvő lejtőkön a maihoz hasonló fajösszetételű lombos erdők voltak. Az **ember** (e klímaszakasz a római kort, a népvándor-

lás idejét és a középkort foglalja magába) egyre nagyobb területeket igénylő **gazdasági tevékenysége**, a vizek szabályozása, a mesterséges halastavak, utak kialakítása, a világi és egyházi építkezések újabb és újabb erdők kiirtásával, szikesek, fátlan füves puszták megjelenésével jártak együtt. A Kárpát-medence területén folyamatosan zsugorodott a természetes táj aránya, élőhelyek szűkültek le, illetve szűntek meg folyamatosan, **megnövekedett a kultúrtáj aránya**. Ez a változás, valamint egyes fajok intenzív vadászata maga után vonta a fauna elszegényedését és egyes fajok kiirtását. Eltűnt hazánkból az őstulok, a hód (visszatelepítése a WWF támogatásával 1996-ban kezdődött), az európai bölény, a barna medve, a farkas, a nádifarkas (aranyasakál) stb. A flóra- és a faunaváltozás napjainkig tartó folyamat.

Hazánk jelenleg a szubmediterrán, a kontinentális és az atlanti–alpesi klímátípus határterülete. Az ennek megfelelő **klímazonális vegetációövek** a következők (BORHIDI, 1999): **erdős puszták, szubmediterrán molyhos tölgyesek, szubkontinentális tölgyesek, gyertyános-tölgyesek, bükkösök**.

OLVASNIVALÓ

A virágpor szem sok mindent elárul

A talajban eltemetett, oxigéntől elzárt virágpor szemek rendkívül erős, ellenálló burka, az úgynevezett exine távoli földtörténeti korok eseményeit, így egész kontinensek elmozdulását, a hegységképződéseket, roppant jégtakarók nyomását, a tengervíz borítását képesek jelentős változás, károsodás nélkül átvészelni.

Ezért tudnak a **virágpor szemekkel foglalkozó palinológus** kutatók a sarki jégtakarókban, az óceánok mélyén, a lápok, mocsarak fenekén eltemetett, néha több százmillió éves rétegekben talált virágpor szemek segítségével az **egykor élt növényzetre és az uralkodó éghajlatra következtetni**. Ez a **paleopalínológia**.

...Minél több a virágpor szem egy adott réteg mintájában, annál megbízhatóbb, valóságosabb a rekonstrukció. Földünk mérsékelt övi [a könyv megjelenése idején még nem az övezet, hanem az öv fogalmat használták] területein a növények zöme szélmegporzású, s mivel ezek bőségesen termelik a virágpor szemeket, ezeken a területeken a paleopalínológiai vizsgálatok informatívabbak, hiszen a talajokban, kőzetekben talált fossziliák és a régészeti leletek pollentartalma statisztikus kiértékelésre is alkalmas.

...Ha már mikroszkóp alatt van a pollenminta, a kutató ideje nagy részét a mikroszkópba nézve tölti, mert a parányi virágpor szemeket egyenként kell kiszámolnia és meghatározni. Ez a **pollenanalízis**.

...Virágpor szem-elemzéssel bárhol ki lehet mutatni a földművelés, a mezőgazdasági kultúra kezdetét. Ahol a pollendiagramban hirtelen csökken a fapollen (erdőirtásos földművelés), és ezt követően megjelenik, illetve emelkedik a gabona- és a gyomnövények, illetve a pásztorodással járó fűvek és más növények virágpor szeme, az már az ember természetbe való beavatkozásának egyértelmű jele. Ha az elerdőtlenedés a libatopfélék (Chenopodiaceae) vagy útifűvek (Plantaginaceae) virágpor szemeinek gazdagodásával egyidejű, akkor nagyon valószínű, hogy **pásztorodás** nyomaira bukkanhatunk. Az erdőt azért irtották ki, hogy legelőt nyerjenek, a lombot gyakran alomnak, sőt takarmánynak is használták. Az **állattartás** a talaj tömörödésével és nitrogénben való dúsulásával jár. A libatopfélék között sok olyan nitrogénkedvelő faj van, amelyek elszaporodásának ezek a körülmények kedveznek...

...Ha az erdő eltűnését kutatva termesztett gabonának vagy gyomnövényeinek, például a búzavirágnak (*Centaurea cyanus*) virágpor szemei kerülnek elő, nyilvánvaló, hogy az erdőt azért irtották ki, hogy szántóföldet kapjanak, tehát a **földművelés** nyomaira bukkanunk...

Forrás: JÁRAINÉ KOMLÓDI Magda (1988): *Pollenhábortú*. Móra Ferenc Könyvkiadó, Budapest. 59–70. p.

3.2.2.6.2. Hazai zonális és intrazonális fás társulások

Klimazonális erdők

Magyarország területén az előbbieken már említett tájalakító emberi tevékenység következtében az erdők aránya a honfoglaláskori 35–40%-ról (SOLYMOS Rezső, 1997) a 17. századra 30%-ra, Trianon után kb. 11%-ra csökkent. A II. világháború utáni jelentős erdőtelepítésekkel ez 1995-re 18,4%-ra, 2005-re pedig 19,8%-ra (BARTHA Dénes 2002; TEMESI Géza 2005), míg 2015-re már 21% fölé növekedett. Ennek azonban csak kb. az 50-55%-a az ún. természetközeli, természetyszerű, tehát önregenerálódó, a többi telepített, ültetvényszerű, önregenerálódásra nem, vagy csak kis mértékben képes erdő. **A klimazonális erdők létrejöttében a makroklima a meghatározó ökológiai tényező. Nálunk a klimazonális erdők a következők:** az erdős puszták vegetációs övében a pusztai tölgyes, a szubkontinentális tölgyesek övében a cseres-tölgyesek, a gyertyános-tölgyesek övében a gyertyános tölgyesek és a bükkösök övében a különböző bükkös társulások.

A valaha nagy kiterjedésű (9%) alföldi tatárjuharos lösztölgyesekből (alföldi erdő) mára csak kis foltok maradtak fenn. Például a Kerecsendi-erdő. Ugyancsak töredékek formájában ismerjük a mezei juharos-, a hársas-, a homokos talajon kialakult pusztai és gyöngyvirágos tölgyeseket. A tölgyet a **lombkoronaszintben** általában négy faj (kocsányos, kocsánytalan, cser, molyhos – ez mediterrán elem) képviseli. A tatár- a mezei juhar, a mezei szil az alacsonyabb **második lombkoronaszintet** adják. A **cserjeszint** növényei például a kökény, a cseregalagonya, a kecskerágók, a fagyal, a mandula, a parlagi rózsza. A **lágyszárúak** között megtaláljuk a bársonyos tüdőfűvet, a gyöngyperjét éppúgy, mint a kőrislevelű ezerjófűvet, a szálkaperjét stb.

A **cseres-tölgyesek** dombvidékeink és középhegységeink alacsonyabb térszíneinek (kb. 250–450 m tszf. magasságban) jellemző társulásai. A **lombkoronaszint fái** a laza záródású kocsánytalan, cser- és molyhos tölgy, mezei juhar, vadkörte, vadalma, barkócafa. A jó fényviszonyokból következően gazdag **cserjeszintet** egybibés galagonya, bibircses és csíkos kecskerágó, varjútövis benge, ostorménfa, közönséges fagyal, húsos som, kökény stb. alkotják. A **lágyszárúak** között tavasztól késő ősziig szinte mindig találunk virágzó fajokat (pl. tavaszi lednek, bársonyos tüdőfű, fehér pimpó, ösztörűs veronika, salamonpecsét, baracklevelű harangvirág, nagyvirágú méhfű). A hazai erdőkben a cseres-tölgyesek aránya a legnagyobb (kb. 30%).

A **gyertyános-tölgyesek** (erdeink kb. 25%-át adják) döntően 400–600 m közötti magasságban alakulnak ki, de az északi lejtőkön ennél alacsonyabban, a délies kitettségűeken ennél magasabban is megjelenhetnek. Legnagyobb a **gyertyános-kocsánytalan tölgyesek** aránya. **Lombkoronaszintjük**et, amely zártabb, mint a cseres-tölgyeseké, a tölgyfajok és a gyertyán mellett a szálanként növekvő bükk, korai és mezei juhar, mezei szil, kislevelű hárs, vadcsereesznye stb. adják. Az erdőbe bejutó kevesebb fény miatt a **cserjeszint** közepes fejlettségű. Nő itt például közönséges fagyal, mogorós hólyagfa, ükörke lonc, közönséges mogoró, csíkos kecskerágó. A **lágyszárúak** között sok a fényigényes, ezért lombfakadás előtt virágzó hagymás-gumós (geofiton) faj, például a hóvirág, az odvas keltike, a bogláros szellőrózsza, a medvehagyma.

Szinte teljesen **zárt lombkoronát** képező, sűrű, sötét, hűvösséget kedvelő erdő a **bükkös**. Főként a 600 m fölé emelkedő középhegységeink erdeje. Előfordulhat alacsonyabb tengerszint feletti magasságban is, az északi kitettségű lejtőkön. A kb. 600–800 m közötti magasságban a **szubmontán gyertyánelegyes**, a 800 m feletti részekben pedig az elegyetlen **montán (hegyvidéki) bükkös** a jellemző. (A magyarországi erdőknek kb. 14%-a bükkös.) A **szubmontán típusúban** a bükkfák között, a gyertyán mellett előfordulhat hegyi juhar, magas kőris stb. is. **Cserjeszintjét** szinte csak a felnövekvő fiatal fák alkotják. A **lágyszárú** szint itt is főként tavasszal fajgazdag, amikor nyílnak a gyertyános-tölgyes társulásnál már ismert geofitonok. Sokszor tömeges a szagos müge, az olocsán csillaghúr, a szélfű. Jellemző árnyéktűrő növényfajai még a madársóska, a kapotnyak, a bükksás, a sárga árvacsáln, az erdei kutyatej stb.

A **molyhos tölgyes** erdők és bokorerdők hazánk középhegységeinek délies lejtőin **extrazonálisak**. **Extrazonális** az olyan társulás, amely „...a saját vegetációján kívül jelenik meg valamilyen helyi hatás (lejtő, völgy) felerősödésének következtében.”⁹ A Mecsek, a Villányi-hegység, a Balaton-felvidék 200–550 m közötti részein a molyhos-tölgyes szálerdők a hegygerincen is megtalálhatók. A névadó tölgyfajokon kívül a kocsánytalan, a cser-, néhol az olasz és a sokmagvú tölgy, a virágos kőris, a mezei juhar a domináns fafajok. A **cserjeszintben** leggyakrabban sóska-borbolya, egybibés galagonya, bibircses kecskerágó, kökény, cserszömörce stb. él. A **gyepszint** növényei a bablevelű varjúháj, a soktérű salamonpecsét, az ernyős margitvirág, a piros golyaorr, a nagy ezerjófű, a méreggyilok, a farkaskutyatej, a közönséges galaj stb.

⁹ LÁNG István (2002, főszerk.): *Környezet- és Természetvédelmi Lexikon I.* Akadémiai Kiadó, Budapest. 319. p.

Dombvidéki és középhegységi erdeink táplálékot, búvó- és fészkelőhelyet nyújtó **élőhelyei** számtalan **gerinctelen** és **gerinces állatfajnak**, **termőhelyei** sok-sok **gombafajnak**. A talajban fonálférgék, gyűrűsférgék (földigiliszták), atkák, ugróvillások, különböző rovarok (pl. cserebogár) lárvái, százlábúak, ászkák, pókok élnek, vagy néhány gerinceshez (pl. borz, róka) hasonlóan búvóhelyük van ott. A hangyabolyok részben a talajba nyúlnak le, részben felette emelkednek. Állandó gerinces talajlakója a vakond. A nedves avartakaróban bársonylegyek, lószúnyogok lárvái fejlődnek, az avar alatt csigák, futóbogarak élnek.

Növényfogyasztó rovarok között vannak olyanok, amelyek a gazdanövény nedveit (pl. poloskák, kabócafajok) szívják, olyanok, amelyek lárvái élő és elhalt fás növényi részekben fejlődnek, vagy azt eszik (cincérek, szarvasbogarok, aknázó rovarok, ormányosbogarok, levéldarazsak, lepkék hernyói stb.) (l. e jegyzet I.3.2.2.2. fejezetét).

A **talajon táplálékkeresők** közé tartozó ragadozó futrinkák, bábrablók, erdei vöröshangyák stb. lepkehernyókat, más lárvákat, rovarokat, csigákat, a hajtáson például a katicabogarok levél- és pajzstetveket fogyasztanak.

Öreg lomberdők **tiszta vizű patakjainak környezetében**, gazdag aljnövényzetű szurdokokban él a meztelencsigákkal, különböző rovarokkal, férgekkel táplálkozó foltos szalamandra, az Aggteleki Nemzeti Park emblémaállata. Hegy- és dombvidékek csapadékosabb területeinek, kisebb vizeinek, olykor pocsolyáknak békafaja a férgeket, kisebb állatokat fogyasztó sárgahasú unka. A szintén ízeltlábúakat kedvelő zöld levelibéka főként az apró vízfelületekben gazdag lombos és vegyes erdők kételtűje.

A **hazai gyíkfajok** közül a rovarokkal, kisebb csigákkal, madártojásokkal táplálkozó zöld gyík nemcsak erdőszéleken, hanem utak menti bokrosokban, cserjés lejtőkön is megtalálja az életfeltételeit. A táplálékkal szemben nem túl válogatós (pl. tücskök, sáskák, pókok, hangyák, darazsak) fürge gyík erdőszélek, töltések, felhagyott kőbányák stb. lakója. Középhegységi gazdag vegetációjú gyepek és cserjeszintű erdeink gyakori **hüllője** a szintén ragadozó életmódú (meztelencsigák, földigiliszták, pókok, rovarlárva stb.) törékenygyík. A **hazai kígyófajok** közül lomboserdők széli cserjésekben, aljnövényzetben bővelkedő ligetekben találkozhatunk a kisemlősök, madarak és kicsinyeik pusztítójával, az erdei siklóval. A rézsikló főként a ritkás erdőket, a növényzettel fedett hegyvidéki lejtőket, erdőszéleket kedveli. E faj egyedei sem vetik meg a kisemlősöket, de a fiatal kígyókat sem. Az idős, odvas fákban bővelkedő elegyes lombkoronaszintű, dús cserjeszintű erdei, erdőszéli életközösségekben **sokféle madárfaj** él. Így például fakopáncsok, zöld küllő, cinegefajok, csuszka, ökörszem, légykapó, vörösbegy, feketerigó, meggyvágó, galambfajok, szajkó, szarka, holló, baglyok, nappali ragadozók.

A **kistermetű emlősfajok** között vannak rovarevők (sün, vakond, cickányok), a szintén rovarokat fogyasztó, nappal és télen a fák odvaiban (is) tartózkodó denevérek, rágcsálók (pelefafajok, egerek, pockok, mókus stb.) és ragadozók (pl. görény, nyest, nyuszt, menyét, róka, vadmacska, hiúz). Az erdei életközösségekben ma öt faj tartozik a **nagyemlősökhöz**. Közülük növényevők a gímszarvas, a dāmvađ, az őz, a betelepített muflon, mindenevő pedig a vaddisznó.

OLVASNIVALÓ

Csöndes helyen – Gondolatok a tölgyesről...

Az erdő szélén köszönt a *rezgőnyárfa*, melynek ingós szárú levele akkor is mozog, ha az arcod meg sem érzi a fuvalmat. A levél egyik oldala hófehér, a másik téli-zöld.

Aztán megsűrűsödik a sok fa, egy-egy *galagonya* még pereskedik az életért a *berkenyék* és *juhár*ok között, a *csipkebokor* is belevegyül a sűrűbe, ahol még teheti, mintha tüskéivel meg akarná nehezíteni a belépést.

A *jávorf*a¹ éppen hinti a szárnyas magot, mely hullás közben orsó módra forog s tovaszáll, jelzi, hogy a magasban, a fák koronáiban a szellő játszik.

Ekkor megered az a titokzatos sűgás-bűgás, melyet az ingó levelek támasztanak, s mely más-keppen hangzik a bűkkben, másképp a tölgyesben, és egészen hiányzik a *fenyves*ben.

Beköszöntenek az alkonyat első árnyai.

Az erdő szélén a *feketerigó* felkap a berkenye csúcsára, az erdő belsejében ugyanazt teszi a *jávorf*akon a *hűrosrigó*,² s elkezdődik az erdő zenéje: tilió-tililió-tililió-ló.

A kis *pele* fölébred nappali álmából, mert a rigódallal elkövetkezett az ő ideje is. Kis fejét kidugja az odúból, neszel, aztán kiül az ágra, s kézserű mellső lábaival szépen mosakodik.

A nagy odvakból szinte rajzani kezd a *sok éjjeli pillangó*, némelyik úgy surran, hogy a szárnya mint valami ködfolt veszi körül, mások csapongva röpülnek tova.

Egy majdnem kereplő hang azt mondja, hogy a *szarvasbogár* szintén elindult, körülzsongja az egyes tölgyeket, nehéz a feje, s csak úgy apránként halad.

Az *esti bogár* zúgva siet, vaktában nekimegy a fa derekának, egyet koppan, lepottyán, aztán ott kapálódzik a földön, mert a hátára esett.

A *rigó* dala szünetelni kezd, jele, hogy beesteledett.

A koronák felett a *denevér* megkezdi csapongó, kanyargó, néha bukfencező repülését.

Forrás: HERMAN Ottó (1986): *Erdők, rétek, nádasok*. Móra Ferenc Könyvkiadó, Budapest. 15. p.

¹ jávorfa – juharfa

² húsrigó – léprigó

A bükkerdő

Gyermekéveim legszebb emlékei *bükkerdő*ből mosolyognak felém. Hányszor osontam ki a házból, mélyedtem be a bükkösbe, az egyetlen templomba, amelyben igazán szívem és eszem szerint tudok ájtatos lenni!

És milyen is ez a templom! Földjét haloványsárga levelek borítják, oly szépen, mintha nem is a szél, hanem gondos kéz hintette volna el. A sudarak oly egyenesen, oly merészen állanak, mint a gót templom oszlopai, de nem oly komoran, mert kérgük szép világosszürke, fehérrel átfuttatott, s a márványozást a moha végzi rajtuk. A koronák is úgy érnek össze, mint a gót bolthajtás ívezete; de a bükkerdő bolthajtása kacagó zöld, s mesterlyukain nem padlás szennye, hanem a tiszta kék ég nézeget be, belopódzik rajtuk a napsugár, mely a rezgő levelek árnyékával játékot űz a sudarakon, s ha forrásra talál, mint tükörről, úgy pattan vissza róla, hogy valamelyik sudár derekára titokzatos Máriákat rajzoljon.

Fenn az ág-bogas karzaton ekkor megszólal az *aranybegy*. Hangja oly mélázó, mint a furulya szava, valóságos ének – akár a Mozart miseszólója. A csepp *fitiszmadár* szólama úgy avatkozik belé, mint a ministráns felelete. A *csuszkák*, *cinégék*, *légykapók*, *rigók* hívogatása adja e közösség énekét. Most egyszerre megszólal a *pintyőke*, a templom csengettyűje, mintha igazán leborulásra intene.

Azalatt az *apácapillangó*³ – torzonborz bundájába vonva fejét – úgy szundikál, mint az olvasózó vénasszony. A *szatiruszpille*⁴ sudárról sudárra szállva pajkoskodik, mint a rakoncátlan iskolásgyerek. Az *írisz-pille*⁵ pedig szárnyait nyitogatva úgy kényeskedik, mint az új ruhás kisleány, kit csak a ruhája vitt a templomba. A *bükkfatapló* is úgy áll ki a fa derekán, mint a szenteltvíztartó a gót oszlopon. A kis sziklatömb *moh-* és *folyókadíszt*ítésével az oltár, a korhadó törzsök, melyek redvesedő kérgét az ifjú sarjak zöldje fedezgeti, a keresztelőmedence...”

Forrás: HERMAN Ottó (1986): *Erdők, rétek, nádasok*. Móra Ferenc Könyvkiadó, Budapest. 15. p.

³ apácapillangó – gyapjaspillefaj

⁴ szatiruszpille – nappali lepke, sötét színű, világos szárnyszegélyén két szemfolttal

⁵ írisz-pille – nagy színjátárszölepike

Néhány hazai intrazonális (edafikus) erdő

Ezek megjelenéséért döntően nem a makroklimatikus hatások, hanem „...elsősorban a szélsőséges talajviszonyok felelősek”¹⁰ Vannak közöttük olyanok, amelyeknek a kialakulásában a helyi hidrológiai, alapközi viszonyok, domborzati tényezők játszanak szerepet. Több vegetációöbven is kialakulhatnak. A következőkben csak azokat jellemezzük, amelyeket nagy valószínűséggel felkeresnek a gyerekek az óvodapedagógusok.

A **víz által befolyásolt erdők a fűzligetek, a puhafás** (fűz–nyár) és a **keményfás** (tölgy–kőris–szil) **ligeterdők, láperdők, szubmontán égerligetek.**

A **puhafás ligeterdők** a felszíni vízfolyások menti, évente többször vízzel borított, főként alföldi területek fás társulásai. Gyakori fafajok itt a fekete és a fehér nyár, fűzek, zöld juhar, enyves éger, vénic-szil. A cserjeszintben fellelhetők a veresgyűrű som, a kisebb termetű fűzek (rekettye-, mandulalevelű stb.), fákra, bokrokra felkúszó liánok (pl. ligeti szőlő, komló, hamvas szeder, iszalag, süntök). A gypszint fajai: a farkasalma, a ragadós galaj, a nagy csalán, a nyári tűzike stb. **Lombfogyasztó rovarok** közül gyakoriak a levélbogarak, az ormányosok, a lepkék közül az araszolók, a bagolylepkék hernyói. A gémtelepeken bakcsó, kis kócsag, szürkegém és egyre több kormorán fészkel. Látni fekete gólyát, rétisast, barna kányát. Odúlakó **madarak** közül a zöld küllő, a balkáni fakopáncs, a fekete harkály a jellemző.

A **keményfás ligeterdők** a folyóink melletti, többnyire ármentes térségek zárótársulásai. Kialakulásuk a talajvíztől függ. Az árvízvédelmi munkálatok előtt az ország területének mintegy 19%-án volt ilyen erdő, jelenleg 1% alatti a területi részesedésük. Erdőinknek viszont kb. a 10%-át adják. Lombkoronaszintjükben kocsányos tölgy, magyar kőris, vénic-szil, zselence, madárcseresznye, nyárfajok, ritkán gyertyán él.

Dús cserjeszintjének növényei a tatárjuhar, a veresgyűrű som, a cseregalagonya, a kutyabenge stb. Gypszintjében sóska, óriás csenkesz, sásfélék, gyepű bükköny, tavasszal salátaboglárka, hóvirág, odvas keltike, tűzike virít. **Faunájára csiga és lepkefajok** (pl. púposzövőök, díszes tarkalepkék, kis Apolló lepke), sokféle **madárfaj** (kék galamb, szürke küllő, nagy fülemüle, fekete gólya, rétisas stb.) és gímszarvas-populációk jellemzők.

Az **alapközet által befolyásolt társulások** a homoki (nyílt és zárt homoki tölgyesek), a mészkerülő tölgyes és bükkös erdők, a sziki tölgyesek.

Elsősorban a **domborzati tényezők miatt kialakult erdők** a mészkezdvelő tölgyesek, az elegyes karszterdők, a melegkedvelő tölgyesek, a sziklai és törmeléklejtő-erdők (pl. hársas-kőrisesek, szurdokerdők, sziklai bükkösök).

3.2.2.6.3. Hazai fátlan növénytársulások

Közülk **klimazonális** csak az **alföldi löszpuszta-gyep**, amely jelenleg kis maradványfoltokban van jelen (pl. kunhalmokon, ősi földvárakon). Tátorján, zsályafajok, erdélyi hérics, piros kigyószisz, vetővirág stb. voltak a jellemző fajai. Ma védett ritkaságaink.

A többi **fátlan társulás intrazonális**, tehát valamilyen edafikus hatásra (alapközet, talajjelleg, vízháztartás vagy a felsoroltak kombinációi) jöttek létre. **Ezek a következők: homoki gyepek** (Nyírség, Duna-Tisza köze, Kisalföld, Belső-Somogy stb.), **szikések** (az Alföldön), **sziklagyepek** (a Dunántúli- és az Északi-középhegységben), amelyek az alapközet szerint lehetnek szilikát- (vulkáni közeteken), illetve mészkő- és dolomit-sziklagyepek (utóbbin fordul elő többek között a magyar gurgolya és az endemikus pilisi len). A **lejtősztyepprétek** típusai a szilikát, a mészkő és a dolomit lejtősztyeppréte. A **szilikát sztyeppréteken** keskenylevelű árvalányhaj, pimpók, harangvirág, búzavirág, szegfűfélék, tejoltó galaj stb., a **mészkő sztyeppréteken** pusztai csenkeszek, kései perje, árvalányhajak, tavaszi hérics stb., a **dolomit sztyeppréten** pedig lappangó sás, pimpók, tavaszi hérics, leánykőöröcsin, kakukkfű, homoki nőszirm, csikófark, bunkós hagyma, napvirág stb. nyílnak.

Fátlan társulásokhoz tartoznak a **hínárok** (lebegő és gyökerező v. rögzült), (l. e jegyzet I.3.1.3. fejezetét), a **nádasok** (tavi káka, gyékényfajok, vízi hídör, nyílfű, sárga nőszirm stb. a jellemző növényei) (l. e jegyzet I.3.1.3. fejezetét), a **lápok** (lehetnek átmeneti, forrás- és dagadólápok), a **hegyi kaszálórét** (sokféle fűvel) és a **gyomnövényzet** (van vetési és romtalajon kialakult).

¹⁰ LÁNG István (2002, főszerk.): *Környezet- és Természetvédelmi Lexikon I.* Akadémiai Kiadó, Budapest. 514 p.

3.2.3. Bioszféra

A **bioszféra általános értelemben** az „...élet elterjedésének tere a Föld felületén, a litoszféra felső részén, különösen a málláskérgen, a troposzférában és a hidroszférában. A bioszféra az élőlények lakóhelye, amit élőlények hoztak létre élőlények számára...”¹¹

Biológiai értelemben magába foglalja az egyedeket, a populációkat és a társulásokat, minőségileg a legmagasabb egyed fölötti szerveződési szint. A **bioszféra** tehát Földünk egységes, működő biológiai rendszere, építőegységei, a társulások, illetve társulásegysétek e nagy rendszer alrendszerének tekinthetők (SZERÉNYI G., 2003). A bioszféra képes – természetesen csak bizonyos határok között – az esetenként labilissá váló, egyensúlyukat veszített alrendszerek változásainak kompenzálására. Fennmaradása, működése a társulások, illetve az azokat alkotó populációk közötti kapcsolatokon, kölcsönhatásokon alapul.

Előző tanulmányaikban már részben megismerték azokat a folyamatokat, jelenségeket, amelyek a bioszféra szintjén, illetve méretében értelmezhetők. Ilyenek például az éghajlat és azzal összefüggésben a talaj, a vegetáció, illetve az állatvilág, az övezetesség (zonalitás), a biomok diverzitásának az Egyenlítőtől a sarkok felé való csökkenése. A társulások anyagforgalma fejezetben (I.3.2.2.3.) már utaltunk a bioszféra szintjén és méretében zajló **biogeokémiai ciklusokra**, amelyek a földkéreg, a vízburok és a légkör közötti anyagforgalmat bonyolítják. Ilyen körforgást végez például a nitrogén, az oxigén, a szén és a víz, összefoglaló nevükön a **gázciklusok**.

Az **üledékes ciklusban** részt vevő elemeket (foszfor, kén, kalcium, magnézium, vas stb.) többnyire az üledékes kőzetek tárolják. Lassabban, a gázciklusokhoz képest kevésbé egyenletesen kerülnek újra vissza az anyag körforgalmába.

A **nitrogén körforgása**. A levegő molekuláris nitrogénje (N_2) a légköri elektromos és fotokémiai reakciókban, továbbá nitrogéngyűjtő baktériumok tevékenysége révén nitrogén-oxidá, majd nitrátokká alakul. A lehullott növényi részek, elpusztult állatok, ürülékük stb. fehérjetartalmú anyagait a lebontó szervezetek ammóniává (NH_3) alakítják, a nitrifikáló baktériumok pedig ezt is a növények számára felvehető nitráttá (NO_3) oxidálják. Ezt a kötött nitrogént veszik fel oldat formájában gyökereikkel a növények és használják fel a fehérjeszintézisükhöz. A növényi fehérjék a fogyasztók révén bekerülnek a táplálékláncba, és átalakulnak állati fehérjékké.

Az ionok, a nitrit és a nitrát egy része a denitrikáló baktériumok tevékenysége révén molekuláris nitrogénként visszakerül a légkörbe.

A **szén körforgása**. A légköri széndioxidot az autotróf módon (foto- és kemoszintézis) asszimiláló szervezetek megkötik és szénhidrátokká, vagyis szerves vegyületekké alakítják. Ebből egyéb szerves anyagokat (fehérjéket és lipideket stb.) állítanak elő. Ezek a vegyületek az állatok és az emberek táplálékai. A szén-dioxid természetes úton az élőlények légzése, az elpusztult élő szerves anyagainak lebontása, vulkáni tevékenység, földpátok mállása révén, míg emberi tevékenység hatására kőszén, kőolaj, földgáz égése révén jut vissza a légkörbe.

Kötött állapotban különböző kőzetekben (pl. mészkő, dolomit) és a hidroszférában (oldott formában) van jelen. Óceánok, tengerek üledékeiben is raktározódik.

Az **oxigén** a növények fotoszintézisekor keletkezik, illetve részben a szén-dioxid, részben a víz alkotórészeként vesz részt az anyagok körforgásában.

A **víz körforgása**. A földfelszínről, a vízfelületekről, a napenergia hatására elpárolog, a növények leveleik gázcserenyílásain keresztül elpárologtatják, az élőlényekből légzéskor vízgőzként távozik. A vízgőzmolekulák a levegőben lévő kicsapódási magvakra kerülve felhőelemekké, majd felhővé alakulnak. Csapadék formájában ismét visszajutnak a szárazföldre és a vizekbe. A talajba beszivárgó víz egy részét a növények felveszik, más része talajvíz vagy kőzetvíz formájában a felszín alatt halmozódik fel. Onnan vagy természetes (forrás) vagy mesterséges (kutak) úton jut a felszínre, illetve a körforgásba. Egy része pedig az állati szervezetekbe kerülve lesz részese ennek a folyamatnak. A növények a víz oxigéntartalmát a környezetbe juttatják, a hidrogénjét pedig beépítik a szerves vegyületekbe.

¹¹ LÁNG István (2002, főszerk.): *Környezet- és Természetvédelmi Lexikon I.* Akadémiai Kiadó, Budapest. 152. p.

4. ÖKOSZISZTÉMA

A tudományos kutatás, így az ökológiai is működő matematikai modelleket, konstrukciókat alkalmaz a vizsgált rendszer folyamatainak jobb megismeréséhez. Így például a rendszerként működő társulások anyagforgalmának tanulmányozására a valós kapcsolatokhoz hasonló függvénykapcsolatokat alkalmaznak. Az anyagforgalom körfolyamatát egyenletrendszerekkel írják le, a biocönózisban végbemenő különböző folyamatokat számítógépes szimulációval tanulmányozzák. Tehát az **ökoszisztéma**: „...rendszerként értelmezett, rendszermodellel reprezentált ökológiai objektum. Ha ökoszisztémaként értelmezzünk egy biocönózist, akkor egyféle kitüntetést végzünk. Kiemelünk egy dinamikus aspektust – például az anyag- vagy energiaforgalmat –, és azt rendszermodellel írjuk le és kezeljük...”¹²

A Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai Bizottsága a következőképpen fogalmazta meg a fogalom tartalmát: „**Ökoszisztéma (ökológiai rendszer)** egy populáció vagy populációkollektívum ökológiai szemléletű tanulmányozására létrehozott, absztrakción alapuló rendszermodell (határozott módon elrendezett és összekapcsolt elemekből álló kvantifikálható egység). Alkalmas arra, hogy a valóság bonyolult jelenségeiből az adott szempontból leglényesebb folyamatokat és összefüggéseket (pl. trofikus kapcsolatokat, energiaáramlási folyamatokat) egyszerűsített formában, hűen tükrözze s a rendszerelemzés eszköztárával leírhatóvá és tanulmányozhatóvá tegye.”¹³

Természetesen ökológiai rendszerként, vagyis ökoszisztémaként vizsgálhatók az **erdők**, a **rétek**, a **vízpartok**, a **tavak**, a **települések** stb. életközösségei vagy nagyobb léptékben az **ezeket magába foglaló bioszféra**, amelynek elemei, a biomok a nagy biogeokémiai ciklusokban vesznek részt.

Az ökológiai rendszerek nyílt rendszerként működnek, környezetükből felvesznek, illetve oda leadnak anyagokat, vezéreltek és szabályozottak (l. e jegyzet I.3.2.2.1. pontját).

Az ökológiai rendszerek károsítása az utóbbi évtizedekben felgyorsult.

¹² LÁNG István (2002, főszerk.): *Környezet- és Természetvédelmi lexikon II.* Akadémiai Kiadó, Budapest. 152.

¹³ KÁRÁSZ Imre (1990): *Ökológiai és környezetvédelmi alapismeretek.* KTM. 135–136. p.

5. BIOMOK

A **biom ökológiai** és nem növényföldrajzi **fogalom**. Nem egyed fölötti szerveződési szint, tehát nem áll a társulás és a bioszféra szupraindividuális szintek között. Ugyanis a biomok sem felépítettségben, sem szerkezetben, sem törvényszerűségeikben nem térnek el a társulásoktól, csak méret- és kiterjedésbeli, vagyis mennyiségi és nem minőségi különbségek vannak közöttük. A **biomok** tehát a szárazföldi életközösségeknek földrészekre kiterjedő nagyobb, hasonló megjelenésű egységei. Magukba foglalják az életközösséget alkotó növény-, állat- és gombapopulációkat. A növénytakarónak a biomoknak megfelelő nagy egységei a **formációk**. Mivel a biomok megjelenésében a növényzet a meghatározó, ezért elnevezésüket is azok adják (pl. trópusi esőerdő, tajga, tundra).

A biomok kialakulása az éghajlati tényezőktől függ, ebből következően elrendeződésük a klímaövezetekével azonos. Ez az övezetes elrendeződés a **zonalitás**. [Az éghajlat és növényzet összefüggéseit először Alexander von HUMBOLDT német (1769–1859), a talajok zonalitását Vaszilij DOKUCSÁJEV orosz (1846–1903) tudós ismerte fel.] A jelenség, mármint a zonalitás a hegységek növény- és állatpopulációinak elrendeződésében is megfigyelhető.

A **forró (trópusi) éghajlati övezet** öveinek és vidékeinek biomjai az Egyenlítőtől kiindulva a trópusi esőerdők (egyenlítői öv), a lombhullató monszunerdek (forró monszunvidékek), a szavannák (forró átmeneti öv) és a sivatagok (térítői öv). A **mérsékelt éghajlati övezet** meleg-mérsékelt övében a babérlombú (monszun tartomány) és a keménylombú (mediterrán tartományok) erdők, valódi mérsékelt övében a mérsékelt övi sivatagok (szélsőségesen szárazföldi tartományok), a füves puszták (szárazföldi tartományok), a lombos erdők (mérsékelt szárazföldi tartományok), hideg mérsékelt övében pedig a tajga (túlevelű erdők) található. A **hideg éghajlati övezet** jellemző biomja a tundra.

5.1. Nagy földi biomok

5.1.1. A forró (trópusi) éghajlati övezet biomjai

5.1.1.1. A trópusi esőerdők

Az Egyenlítőtől északra és délre, kb. a 10. szélességi fokig fordulnak elő. Nedves monszunvidékeken, óceáni szigeteken ennél északabbra és délebbre is kialakulhatnak. A forró (trópusi) éghajlati övezetet egyenletes meleg (évi középhőmérséklet 15–27 °C), bőséges csapadék (1500–10 000 mm között), magas relatív (90–100%) páratartalom, erősen kilúgozott, humuszban szegény talaj (vörösföld) jellemzi.

A trópusi **esőerdőnek két biomja** ismert, a **síkvidéki** és a **hegyvidéki**. **Több lombkoronaszintre** tagolódó, összetett, bonyolult vertikális tagozódású, fajgazdag erdők. A legfelső szintet ritkán álló, 40–50 m magas óriásfák (egy részük lombhullató), a másodikat 20–25 m magas, zárt lombkoronájú, a harmadikat kistermetű, többnyire fiatal fák alkotják. Többségük örökzöld, fokozatosan válik meg leveleitől. Ebből következően évgűrűik általában nincsenek. Az óriásfákat az eldőléstől „támpillérek”, ún. palánk-, illetve pányvagykerek védik. Tekintélyes nagyságú, fényes felületű, hegyes csúcsú leveleikről lecsöpög a víz az alsóbb szintekre. Nagyméretű, élénk színű virágaik gyakran a törzsön jelennek meg (pl. kakaó-, kenyérfák). Azokat rovarok, kolibrik, mézmadarak, denevérek porozzák be. A **cserjeszintben** bambuszok, pálmafajok (pl. cukorpálma, szágópálma), a **gyepszintben** páfrányok, gyömbér- és kontyvirágfélék, akantuszok stb. nőnek.

A fényhiány következtében a trópusi esőerdőkben **liánok**, **epifitonok** (fánlakó) és **hemiepifitonok** is óriási számban fordulnak elő. A **liánok** szára egyenesen vastag, kevésbé ágazik el, különféle, kapaszkodásra módosult szervekkel (tüskék, kacsok, kapaszkodógyökerek) bírnak. A fákat átfogó, behálózó, elfásodó és lágy szárú liánok szinte áthatolhatatlan akadályt képeznek. A **fásszárúak** közül a kúszópálma vagy rotang azért érdemel említést, mert a belőlük előállított „rattan” bútorok már nálunk is közismertek. Az iskolai fenyítés egyik régi eszköze, a nádpálca is e növényből készült. **Lágyszárú** például a vanília (éretlenül begyűjtött húsos toktermését a napon megszárazítják, majd vízben áztatják. E folyamat többszöri megismétlésével nyerik a vaníliarudat) és sok borsféle (termésfüzére csonthéjas termésekből áll. A fekete borsot a zöld, éretlenül szárított, a fehéret a pirosra érett, szárított és hántolt termésekből állítják elő). Az **epifitonok** nemcsak a több fényért, hanem a fák leveleiről aláhulló csapadék jobb hasznosításáért telepednek a fák törzsére, ágaira. Gyökereik a talajig nem érnek le. Vízszükségletüket a fákról lelógó, szerteágazó, sűrű léggökereik a felesleges csapadékból és a levegő páratartalmából biztosítják. Ásványianyag-igényüket a fák kérgének málladékából, valamint az itt előforduló rovarok által odahordott talajszemcsékből elégítik ki. Az epifitonok között sokféle orchidea-, páfrány-, moha- és zuzmófaj van. A **hemiepifitonok** olyan fán lakó növények, amelyek életük egy időszakában a talajjal is kapcsolatba kerülnek. Ilyenek például a filodendronfajok (trópusi Amerika).

Az ember tevékenysége következtében létrejött **másodlagos esőerdőkben sokféle** melegigényes **haszonnövényt termesztnek**. A síkvidékiek területén például a **kakaót** (toktermésben fejlődő magvait erjesztik, pörkölik és őrlik), a **banánt**, a **kókuszpalmát**, a **kámforfát** (feldarabolt gyökerének és kérgének lepárlásával állítják elő az illatszer-alapanyagként és fájdalomcsillapítóként is használt kámforolajat), a **fahéjfát** (kérgét édességek, italok ízesítésére, a leveleiből, szárából, gyökeréből nyert illóolajat ételízesítésre és illatszerként alkalmazzák), a **kaukucsfát**, az **aréka-vagy bételpalmát** (a nagy magjából készülő bétel élénkítő, fogerősítő, emésztést gyorsító élvezeti cikk), **rizst**. A hegyi esőerdőzónában (1000–2500 m magasságban) nő a **tea** (örökzöld leveleit évente többször szedik le a fiatal hajtásokról. A fekete teát szárítással és érleléssel, a zöldet csak szárítással állítják elő), a **kávét** (árnyékkedvelő, örökzöld, csonthéjas termésében lévő két magját szárítják és pörkölik), a **koka vagy kokaincserje** (az illegális drogként ismert kokain a cserje levelében van, már igen kis mennyisége – 0,05 g – is hat a központi idegrendszerre) és a fatermetű, kinint adó **kínafa**.

OLVASNIVALÓ

A trópusi esőerdőkről

Nyugat-Afrika legnagyobb érintetlen esőerdővel borított területét a Tai Nemzeti Park foglalja magába. Az erdő napsütötte, mindent beborító lombkoronájának baldachinja alatti örök árnyék az emlékezetből kitörölhetetlen nyugalmat áraszt. Körös-körül fatörzsek emelkednek a homályból a zöldellő magasságokba. Róluk liánok és kúszónövények lógnak le, mint tekergő, kemény kötelek. A csendes és mégis élettől kicsattanó erdő titkaival éppoly torokszorító érzést kelt, mint a mozdulatlan, párás levegő. *Tai menedéke marad azoknak az állatoknak és növényeknek, amelyeket Nyugat-Afrika nagy részén már kiirtottak.* Értékes keményfafajok nőnek Tai világtól távoli belsejében, és bár az orvvadászoktól háborgatva, de az elefántok továbbra is kóborolnak az erdők alján. A több mint 3500 km² kiterjedésű Tai Nemzeti Park Elefántcsontpart délnyugati részén, a Sassandra folyó és Libéria határa között fekszik.

Tai vegetációjának fényűző burjánzását, mint minden esőerdőét, az állandó meleg és nedvesség táplálja. A 26 °C-os éves átlaghőmérséklet körül csak jelentéktelen ingadozások mérhetők. Az eső mennyisége még mindig bőséges. A decembertől februárig terjedő időszak általában szárazabb, mint a többi, de esőtlen hónapok nincsenek. Az erdő növényzete állandó növekedésben van. A virágok és gyümölcsök mindig jelen vannak. A fák leveleinek nagyobb része a közepes méretű fák lombkoronaszintjében található. Elszórtan, gyakran törnek a lombkoronaszint fölé magas, alapjukon támasztóbordákkal megerősített masszív törzsű fák, amelyek mint őrszemek emelkednek ki a napsütötte felszínből. A növényi élet sokfélesége csodálatos – csupán fákból 600 különböző faj élhet itt.

Az állatvilág változatossága a lombkoronaszinten, és a belőle kiemelkedő fákon figyelhető meg. Itt számtalan *bogár*, *méh* és *pók*, *gyík*, *kígyó* és *levelibéka* nyüzsög. Az erdő csendjét a gyümölcsöt termő fák köré sereglő madarak magasból visszhangzó kiáltása töri meg. Az érő gyümölcs az erdő távoli pontjairól is látogatókat hívogat. Nem szokatlan itt, ha egymás mellett táplálkozó *papagájokat*, gyümölcssevő *galambokat*, *orrszarvú madarakat* látunk. Összeverődhetnek egy helyen néhány különböző fajból álló, csevegő és táplálkozó majomcsoportok is, köztük a vörös-, a zöld- és a tarka *zászlósfarkú majmok*, a *kormos mangábék* vagy *szerecsenmajmok* és az élénk mintázatú *Diána-majmok*.

Harminc méterrel a lombkoronaszint alatt távoli világnak tűnik a talajszint, árnyékhoz alkalmazkodott aljnövényzetével, a mohákkal, páfrányokkal és gombákkal borított kidőlt rönkjeivel és a fatörzsek tövében sötétlő bomló anyagok halmaival. A legtöbb lombkoronaszinten élő állat fél alászállni magas otthonából, míg a talajszint lakói nem tudnak magasra kapaszkodni. Utóbbiak közül sokan előbújnak rejtekükből, hogy az alacsonyabban lévő növényzetet legelésszék, vagy az avart kutassák át. A Nemzeti Park biztosít menedéket többek között az *óriás erdei disznónak* – ez a legnagyobb vaddisznó – és a *törpevízilónak*, amely nílusi rokonának arányosan kicsinyített unokatestvére.

Gyér számú ragadozó, elsősorban *leopárd* és *arany macska* vadászik a talajszinten is, meg a fákon is. A ritka, de fel-feltűnő *csimpánzok* ugyancsak a talaj- és a lombkoronaszint között kóborolnak.

Forrás: FEW, R. (1995): *Vadregényes tájakon*. Magyar Könyvklub, Budapest. 115–117. p.

5.1.1.2. A lombhullató monszunerdők

Az Egyenlítőttől távolodva már száraz és nedves évszakok váltják egymást. A jelzett biom ott jön létre, ahol a száraz időszak 2-3 hónap, a csapadék kb. 1000-2000 mm, a hőingadozás kicsi, a talaj laterit. A fák alacsonyabbak, mint az esőerdőkben, és kevesebb a fajok száma is. Virágaik a száraz évszakban nyílnak, amely időszakot lombvesztéssel vészelik át. A biomra az ausztráliai kontinensen eukaliptuszfák (a táplálékspecialista koalák csak ezen fajok leveleit fogyasztják), Ázsiában a hajóépítésre is alkalmas teakfa, az igen kemény vasfa, Közép-Amerikában a gazdaságilag jelentős mahagóni a jellemzők.

Ázsia monszunerdeiben él a tigris, számos szarvasfaj, ajakosmedve stb. A kiirtott erdők helyén cukornád-, rizs-, kávé- és teaültetvények vannak.

5.1.1.3. A szavannák

A száraz évszak hosszabbodása új biom, a szavanna létrejöttét váltja ki. A trópusi esőerdőzónától távolodva ott, ahol a szárazság 4–6 hónapig tart, az **erdős, ligetes szavanna**, ahol az előbbinél hosszabb ideig, 7–9 hónapig, ott a nagytermetű fűfélékből álló **füves (hosszú- és rövidfűvű) szavanna** jelenik meg. A csapadék mennyisége 1500 mm-ről 400 mm-re csökken. A napi hőingadozás nagy, a levegő alacsony páratartalmú. Rozsdabarna, illetve sötét szavannatalaj jellemzi.

A **szavannaerdők** 15-20 m magasra növő fafajainak lombja lazán záródik. Afrikában sokféle pozsgás kutyatejfaj, a hordóra emlékeztető törzsű baobab vagy majomkenyérfa, az érdekes alakú terméseket hozó szalámifa és az esernyőszerűen elterülő ágrendszerű akáciák, Ausztráliában az utóbbiak mellett az eukaliptuszok, Mexikóban kaktuszok, Közép-Amerikában királypálma, legyezőpálmafajok, Dél-Amerikában fenyőfélék (pl. araukária) a jellemző fajok. A **gyepszintet** pázsítfűfélék adják.

A **füves szavannákon** a csapadék mennyiségének csökkenésével egyenes arányban egyre kevesebb a fatermetű fajok száma, majd teljesen eltűnnek. A száraz évszak végére a fű kiszárad, és gyakran kigyullad. Ez a térség anyagforgalmában azért fontos, mert a hamuban sok az ásványi anyag. Az újabban egyre gyakoribb szándékos szavanna-tüzek és a túllegetetés azonban az elsivatagosodást gyorsítja.

A szavanna **állatvilága** faj- és egyedgazdag. Az **afrikai kontinensen** antilopok, gazellák, zebrák, kafferbivalyok, afrikai elefánt, fehér és fekete orrszarvúak legelnek, és jelentenek táplálékot a ragadozó oroszlánnak, hiénának, gepárdnak, leopárdnak. A gyepszint futómadara itt a strucc, a fákról lelógó fantasztikus formájú fészkeket szövőmadarak építik. **Ausztrália** füves szavannáján élnek az erszéyes emlősök, így a növényevő kengurufajok, a rovarevő hangyász, a rágcsló vombat, a ragadozó erszéyes farkas, az emuk (futómadár) a nagy számban ott legelő, kiváló minőségű gyapjút adó juhok szomszédságában. **Ázsia** erdős szavannáinak patásai a bivaly, az elefánt és igen kis számban az orrszarvú. Nevezetes macskaféle ragadozója pedig a tigris. **Dél-Amerika** futómadara a nandu, nagytermetű rágcslója a vízidisznó, foghíjas rovarevője a hangyász és a tatu.

A szavannazónák ma a legjelentősebb gyapot- és cukornádtermelő térségei a kontinenseknek.

OLVASNIVALÓ

A szavannáról...

...A *Serengeti* 1500 méterrel a tengerszint felett, nagy kiterjedésű vulkáni talajfelszínen kialakult szavannai élőhelyek együttese. A terület közepén kialakított Serengeti Nemzeti Park 14 750 négyzetkilométernyi védett területet jelent, de a teljes Serengeti ennek mintegy kétszerese. A délről az Eyasi-tó, keletről magasföld, nyugaton a Viktória-tó által határolt terület északon magában foglalja a Kenya határán is átnyúló Maszaj Mara Vadrezervátumot (Masai Mara Game Reserve) is. A kiterjedt délkeleti *rövidfüves* lapos *síkság* előbb magasfűvű területekbe, majd északon és nyugaton az *erdős szavanna* széles sávjába megy át, ahol tüskés akáciák és a környező fűcsofók küzdenek egymással a helyért. Néhol a fűvek kerekednek felül, az akáciákat csak elszórtan engedve érvényesülni, máshol viszont a tüskés fák magas bozóttá zsúfolódnak össze, amelyek alatt az alacsonyabb növényzet csak foltokban csoportosulhat. Bár az *akáciaerdők* változatossá teszik a tájképet és jelentősen megnövelik a vadon fajainak számát, a Serengeti uralkodó jellegzetessége mégis a füves pusztá, a gyepp marad. A *hatalmas csordák* táplálói főként a pázsitfűfélék és a közöttük termő kisebb lágyszárú növények. Ez biztosítja kb. 15 millió gnú, további 1 millió zebra, gazella és bivaly, valamint a természetből származó struccokig számtalan további teremtmény táplálékát.

...A gyepp hallatlanul rugalmas: tűri a tüzek okozta sérülést, a taposást, a legelést. Ameddig a legelés nem megy túlzásba, leveleinek és szárainak lecsippentése után újra és újra kihajt, megújul. Ez azért van így, mert a növény növekedő részei az alapjainál vannak, idősebb részei pedig a csúcsokon, amelyeket a növekedés szüntelenül felfelé nyom. De még a fű igénytelenségének is vannak korlátai. A túlzott legelés hamar feléli a táplálékot, különösen, ha közben száraz évszakok fosztják meg a gyeppet értékes nedvességtartalmától. A változó időjárási feltételek a világ legelő csordáinak legnagyobbikát friss legelőt kereső drámai vándorlásra készítik. Nagyarányú mozgásaik sok, a Serengetiben velük együtt élő állatra is kihatnak.

...A libasorban északnyugatra tartó kisebb csordák csatlakoznak egymáshoz, és ahogy a csapatok összefutnak, a nagyobb csordák is egybeolvadnak. A *gnúk* hamarosan óriási fekete hadoszlopokba tömörülnek, amelyek egyetlen céltól vezérelve hömpölyögnek a nyílt mezőn át a magasfűvű zónákba, sőt azokon túlra. A gnúk és a borjaik jobb legelők felé tartó menetéhez mások is csatlakoznak. Világosan felismerhető a *zebrák* csíkozata és a *gazellák* homokszínű kabátja. Bár mindannyian legelészők, ezek a különböző állatok csak kevésbé harcolnak az élelemért. Amikor a vándorló csordák pihenés és táplálkozás céljából szünetet tartanak, megfigyelhető, hogy a fű különböző részeit részesítik előnyben. A zebrák beérik a hosszabb fűvek meglehetősen durva csúcsi részeivel. Harapásaik hozzáférhetővé teszik az alsóbb, lágyabb részeket. A gnúk további darabokat csípnek le a torzsokról, de meghagyják a legsós, legújabbban nőtt részeket a *Thomson-* és *Grant-gazelláknak*. A vándorlók keresztezte síkság más állatoknak

állandó lakóhelyük. Néhányan közülük szintén legelészők, de nem vesznek részt a vándorlásban. *A bivaly, a ritka, fehér farkú gnú és a topi* inkább helyben marad, és rágcsál, amit tud a száraz évszakban.”

Forrás: FEW, R. (1995): *Vadregényes tájakon*. Magyar Könyvklub, Budapest. 107–111. p.

5.1.1.4. A sivatagok

Bolygónk szélsőségesen száraz – évi csapadékuk 0–150, illetve 150–300 mm –, talajjal és növényzettel hézagosan fedett, gyér állatvilágú részei. A napi hőingadozás jelentős, a levegő páratartalma alacsony (10–25%). A forró övezeti sivatagok a passzát szélrendszer száraz, leszálló ágában alakultak ki. Ilyen például Afrikában a Szahara, a Líbiai-sivatag, a Kalahári, Ázsiában az Arab-sivatag, Dél-Amerikában az Atacama.

A **szukkulens életforma** a szárazsághoz való alkalmazkodás jellegzetes formája (l. e jegyzet I.3.1.3. pontját). Az amerikai kontinens sokféle alakú (oszlopos, faszzerűen elágazó stb.) kaktuszféléi és az agavék ilyenek. Afrikában ezekhez hasonlóak a szavannák leírásánál már említett kutyatejfélék és az aloe (az agavét helyettesíti). Ismerünk olyan sivatagi fajokat is, amelyek a száraz időszakban latens állapotban vannak, vízhez jutva válnak ismét életképessekké. Például a mannazuzmók, az arab sivatag jerikói rózsája.

A **fajszegény állatvilágot** többek között ugróegerek, sivatagi egerek (rágcsálók), mendeszantilopok, sivatagi rókák és hiúzok képviselik. Életük természetszerűleg a hűvösebb éjszakai órákban zajlik, nappal többségük a talajba húzódik vissza.

A sivatagokban csak a források körüli **oázisokban** folyik öntözéses növénytermesztés. Észak-Afrikában azokban datolyapálmát termesztenek.

OLVASNIVALÓ

A sivatagról...

A *sivatag* szó hallatán sokak képzeletében sivár homoktenger képe jelenik meg. A buckákon tevekaraván halad, fehér lepelbe öltözött hajcsárok kísérik az állatokat. Az emberek arcukat is kendővel bugyolálják be, csak a szemük előtt hagytak keskeny nyílást. A homokmező vibrál a hőségtől, de sehol egy árnyat adó fa, ahol a fáradt vándorok megpihenhetnének. Az ember torkát kiszikkasztja a száraz levegő, és kínzó szomjúság gyötri. Néha elhalványul a tűző nap, s irtózatossá válik a homokvihar kerekedik. Mindez a sivatagnak csak az egyik arca. Van egy másik is, amely már nem ilyen zord, sőt ellenkezőleg: barátságos, szívet-lelket gyönyörködtető. Feledhetetlen látvány például egy napfelkelte a *Szaharában*...

...Rőtfényű, óriás korong jelenik meg a horizont peremén. Átellenben a bizarr sziklatornyok mintha lángot fogtak volna – vöröslően felizzanak. A távolban néhány karcsú pálma sziluettje bontakozik ki. A napkorong már derékig magasodik, mire a sziklatornyok levetik égő palástjukat, és felöltik sötét köznapi ruhájukat. ...A kifli alakú *homokbuckák* később ébrednek, s aranyárga mezbe öltözködnek. Amint a nap első sugarai a lábunkhoz érnek, meglevenedik körülöttünk az élettelennek vélt homok. Színes potrohú *bogár* fut keresztül előttünk, és egy kő tövében gyors lapátolással ássa el magát a homokban. Ha szerencsénk van, megfigyelhetünk egy *sivatagi vipérát*, mely oly ügyesen temeti be magát, hogy csak a két nagy szeme látszik ki a homokból. Míg az állatok a közelgő hőség elől rejtőzködnek el, egy kavicsnak vélt különös növény éppen akkor bontogatja ki lilás szirmait. Hirtelen egy *ugróegér* szökell át a homokfodrok fölött. Közben a távoli

oázisból elnyújtott énekhangot hoz a hajnali szellő. A müezzín szólítja imára híveit a minaret tornyából. Énekét egy szentségtörő számár iázása zavarja meg. Azután csend, *végtelen, síri csend* következik, csak a *pálmák* levelei susognak a szellők leple alatt...

Forrás: BALÁZS Dénes (1982): *A sivatagok világa*. Móra Ferenc Könyvkiadó, Budapest. 7. p.

5.1.2. A mérsékelt éghajlati övezet biomjai

5.1.2.1. A babérlombú erdők

A mérsékelt és a forró övezet közötti átmeneti övben mind az északi, mind a déli féltekén a 30. és a 35. szélességi fokok között fordulnak elő. Ott az évi átlaghőmérséklet kb. 15 °C, viszonylag kiegyenlített a csapadék, hűvös, de 0 °C alatti hőmérsékletet ritkán elérő a tél. Az erdők talaja sárga és vörös podzol. A biom nevét a fényes, bőrnemű, középnagy levelű növényfajokról kapta.

Ázsiában fajgazdag mind a lombkorona, mind a cserjeszint. Jellegzetesek a bambusz-, a tea-, a babér-, a magnólia- és a varázsdíófélék családjába tartozó fajok, a fenyőflórát kb. 20 nemzetség képviseli. Reliktumfajai a páfrányfenyő (*Ginkgo biloba*) és a kínai mamutfenyő (ezek a hazai botanikus kertekben, arborétumokban is élnek).

Észak-Amerikában a hikoridió, a virginiai tölgy- és a szilfajok vannak többségben, ültetve pedig a tulipánfák (magnóliafajok). A ligeterdőkben a felszínre emelkedő légzőgyökereket fejlesztő mocsárciprus, a vörösfűz, a színpompás őszi lombosodó, apró, zöld virágú, csonthéjas termésű, az ámbrafa (összességében narancssárga, bíborvörös színeket öltenek a levelei, virágai aprók, sárgászöldek, termése barna színű tok) figyelhető meg.

5.1.2.2. A keménylombú erdők

A mediterrán éghajlat változatos, fajgazdag erdei. Legnagyobb kiterjedésben a Földközi-tenger mentén találhatók. Ezt azonban az évezredek emberi tevékenysége átalakította, a kivágott fenyőkből és tölgyekből hajókat ácsoltak, a kialakult legelőkön állatokat tartottak. Az erdők így képtelenek voltak megújulni, helyüket a tüskés macchiacserjések foglalták el. Az eredeti, ma már csak néhány helyen fellelhető keménylombú erdő jellegzetes fái a para- és a magyaltölgy, az erikafélékhez tartozó szárcsafa (*kérge vörösbarna, csupor alakú virágai fűrtökbe állnak a hajtásvégeken, termése húsos*), a tengerparti mandulafenyő és az aleppói fenyő, a nyugati életfa, az atlasz- és a libanoni cédrus. Cserjéi a magyal, a babérmeggy, a mirtusz, a jázmin, a szömörcefajok stb. Gyepszintjében sok az illóolaj-tartalmú félcserje, így például a rozmaring, a levendula, a zsálya.

Kaliforniában a hatalmas (100 m-t is meghaladó magasságú) parti mamutfenyő a páradús völgyek növénye. Az 1000 m alatti dombvidékeken lombhullató tölgyek, szürkefenyő, az efölötti térszíneken sárgafenyő, gyantás cédrus, zöld duglász stb. nőnek.

A **termesztett növények** közül jellegzetes az olajfa, a szentjánoskenyérfa, a füge, a citrusfélék (citrom, narancs, mandarin, grépfrút), a szőlő stb. A mediterráneum a gabonatermelés őshazája is.

Az eredeti növénytakaróhoz hasonlóan állatvilága is majdnem teljesen eltűnt. Őshonos itt a muflon (hozzánk betelepítették), a mezopotámiai dāmavad, macskaféléje a párduchiúz (veszélyeztetett faj).

5.1.2.3. A mérsékelt övi sivatagok

Ilyenek például az elő- és a belső-ázsiaiak – így a Góbi, a Kara-Kum, a Kizil-Kum, melyek a tengerektől távol, a szárazföldek belsejében vagy a tengerektől, magashegységek által elzárt területeken, esőárnyékban jöttek létre. Az utóbbiak az ún. **domborzati sivatagok** (például az USA-ban a Nagy-Sós-tó környéke). Hosszú, meleg nyár, hideg tél, 0 °C körüli évi középhőmérséklet, kevés csapadék jellemzi őket. Az igen nagy szárazság miatt a rövid tavaszi esőzések kivételével alig van növényzet ezekben a sivatagokban. Szürke sivatagi talajukon a lágyszárú ürömfélék, néhány sótűrő cserje (pl. tamariskuszfajok) viselik el a térség szélsőséges időjárását.

Mongóliában a vadon élő kétpúpú teve, a tatárantilop, a varánuszok és a kirgiz teknős stb. alkalmazkodtak a szárazsághoz. Az utóbbi faj a homokban kb. 8 hónapi „nyári álmot” alszik.

A mérsékelt éghajlati övezeti sivatagról...

A Góbi sivatag egyedülállóan vad természeti képét óriási kopár sziklamezők, kődarabokkal tűzdelt földek, futóhomok jellemzik, amelyek hegyvonulatokkal és sóval kiveret mélyedésekkel változnak. Ez a roppant kiterjedésű kontinentális vidék *Mongólia és Észak-Kína között oszlik meg*. Nemcsak éghajlatának szárazságáról, hanem az évszakok szélsőséges hőmérsékletéről is híres. Bár a nyár hője perzselő, a tél mégis fagyos hideget hoz. A Góbi sivatag a világ egyik legnagyobb kiterjedésű száraz éghajlatú zónája. A környező magas hegyláncokból folynak a vizek a Góbiba, de egyetlen folyó sem vezet kifelé. A folyók mind kiszáradnak a sivatag melegében, akár úgy, hogy sós tavak vagy mocsarak mélyedéseibe vezetnek, akár úgy, hogy egyszerűen eltűnnek a durva, homokos törmeléktaíajban.

A kipárolgási zóna alatt mindenütt van talajvíz a Góbiban. A földfelszín azonban ennek ellenére majdnem teljesen száraz, kevés termőtalajjal. A növényvilág ritkásan, de mind a homokos, mind a sziklás részekén jelen van a Góbi egész területén. Rendszerint azonban csupán *néhány fűfélére, lágý szárúra és csenevész cserjékre* korlátozódik, mint amilyen például a szaxaul. A sőtűró növények ennél sűrűbb növényzetet alkoíhatnak az esővizet gyűjtő sós mélyedések körül. A *tamariszkuszok* mindenütt megjelenhetnek, ahol mélyre ható gyökérzetükkel megcsapolhatják a talajvizet. A sivatag néhány állandó vize közül csak kevés körül alakultak ki *nyárfák és szibériai szílek oázisai*.

Ahol csak egy kis növényzet van, megjelennek a magvakat felhalmozó rágcsálók, például az ugróegerek. Ezek föld alatti üregeikben vészeli át a nappali meleget, hogy az éjszaka hűvösében jöjjenek elő. Kis éjjeli gyíkok, a *gekkók* ugyanezt a stratégiát követik, bár ők rovarokra, például bogarakra indulnak vadászni üregükből.

A tél élesen különböző állapotokat hoz. Magas földrajzi szélességi foka miatt a Góbi télen különösen hideg. A sivatagot söprő hideg, északi szelek -40 °C -ra is lehűthetik a hőmérsékletet, pusztító homok- és hóviharokat kavarhatnak. A *hőmérséklet* hónapokig 0 °C alatt marad.

A sivatagban élő nagyobb emlősállatoknak a testük felhalmozott zsírkészlete és vastag bundájuk által kölcsönzött sajátos hőszigetelésre van szükségük, hogy a hideget túlélhessék. A *Pallas-macsának* például nemcsak hosszú szőrű bundája van, de lába és az orra rövid, hogy a hidegnek kitett testfelszínei a lehető legkisebbre csökkenjenek. A *kétpúpú teve*, amely vadon csakis a Góbi sivatagban él, különösen vastag, bozontos bundát növeszt, amely bármilyen téiben elegendő. Az ilyen alkalmazkodás elkerülhetetlen, hiszen egy teve méretű állat semmilyen fedezéket nem talál a nyílt sivatagi környezetben. Néhány sivatagi madár, például a *homoki lúd*, a *sivatagi hantmadár* vagy a *pacsirta* az elvándorlást választja, hogy a legkeményebb teleket elkerülhesse.

Forrás: FEW, R.(1995): *Vadregényes tájakon*. Magyar Könyvklub. 162–165. p.

5.1.2.4. A füves puszták

E vidék biomjai ott jöttek létre, ahol az évi csapadék kb. 200–550 mm, a tél hideg, a nyár pedig meleg. A növényzet ezen évszakokban van nyugalmi állapotban. A csapadék tavasszal és ősszel hullik. A talaj jó minőségű, növénytermesztésre kiválóan alkalmas fekete föld (csernozjom) és gesztenyebarna mezősegi talaj.

A gyepeken, a pusztai környezeti feltételekhez jól alkalmazkodott pázsitfüvek (pl. csenkesz- és árvalányhajfajok) és sások, illetve a csapadékosabb évszakokban virágot bontó hagymás-gumós liliomfélék, boglárkafélék stb. nőnek.

Azokban a szárazföldi tartományokban, ahol 550–450 mm az évi csapadék, ott *hosszúfüvű*, ahol pedig 450–300 mm közötti, ott *rövidfüvű mezőség* van. Az utóbbi megy át a félsivatagba. Eurázsiaiban *sztyepp*, Észak-Amerikában

préri (itt a pázsitfűvek, a préri- és a bölényfűvek, az élesmosófű mellett pillangósok és fészekvirágzatúak stb. a jellemző növények), Dél-Amerikában **pampa** (itt pampaszfűvek, perjék, az ernyős virágzatúakhoz tartozó iringók is élnek) a füves puszták biomjainak a nevei.

Az **állatvilágot** főként rágcsáló és patás emlősök képviselik. Eurázsia rágcsálói a pockok, egerek, hörcsögök, nyulak, ürgék, a földikutya (hazánkban a Hajdúbagosi természetvédelmi területen él) és a mezei mormota, Észak-Amerikáé a prérikutya, a tengerimalac stb. Az észak-amerikai prérin élő patások az amerikai bölény, a villásszarvú antilop, az eurázsiai sztyeppén a tatárantilop. Onnan valók a házi ló (tarpán, taki) és a szarvasmarha (őstulok) ősei is. A pampák patása a láma. A madarak többsége a tyúkidomúakhoz tartozik [pl. prérifajd, fogoly, fűrj, túzok, reznek (hazánkból kipusztult)]. A pampák futómadara a nandu. A préri ragadozója a fehér fejű rétság (az USA címermadara).

A sztyeppzónában a **gabonatermesztés** belül a búzatermesztés dominál, de jelentős a **legeltető állattartás** is (Mongólia, Argentína).

5.1.2.5. A lombos erdők biomjának

kialakulásához évi 500–800 mm csapadék és legalább 4–6 hónapos vegetációs idő szükséges. A tél hideg, a nyár száraz és meleg. 9 °C az évi középhőmérséklet. Leggyakoribb a barna erdőtalaj. Az északi féltekén a lombhullató, a délin az örökzöld növényfajok vannak túlsúlyban.

Szintezettségük illetve a cserje- és gyepszint fajgazdagsága az **erdőtípusok** fényviszonyainak függvényében különböző. Leggyakoribb erdőtársulások az északi féltekén a tölgyesek és a bükkösök, a délen pedig az ún. Nothofagus erdők (a bükk közeli rokonai, nagyrészt örökzöldek). Észak-Amerikában (USA) a fehér és a vörös tölgy stb., a tulipánfa, a hikoridió, kőris- és hársfajok, a tűlevelű erdők biomjához közeledve a cukorjuhar, az amerikai bükk már elegyednek a sima és a keleti hemlok fenyőkkel.

Az európai, azon belül a közép-európai lombos erdők társulásainak részletes jellemzése e jegyzet 3.2.2.6. fejezetében olvasható.

Változatos **faunájukat** sokféle faj alkotja (l. e jegyzet 3.2.2.6. pontját).

Ezen éghajlati tartományban gabona-, zöltség- és gyümölcsféléket, kapásnövényeket **termesztenek** a kiirtott erdők helyén (is) létrejött szántóföldeken.

5.1.2.6. A tűlevelű erdők (tajga)

Biomja főként az északi féltekén alkot összefüggő erdőségeket. Létrejöttének környezeti feltételei a következők: 0 °C-os évi középhőmérséklet, hosszú, hideg tél, rövid, meleg nyár, 4 hónapnál rövidebb vegetációs idő, 400–600 mm csapadék, amelyből a legtöbb a nyáron leesett eső. Igen nagy (30–70 °C) az évi közepes hőingadozás. A fenyők alatti talaj a savas kémhatású podzol. Diverzitása a fás társulások között a legkisebb.

Az **európai tajga fafajai** a luc-, az erdei fenyő, **Szibéria** nyugati és középső részein a szibériai luc- és a jegenyefenyő, leghidegebb keleti térségein a lombhullató vörösfenyők az erdőfenyőkkel elegyednek. **Kanadában** a fehér és a fekete luc és a balzsamfenyő a leggyakoribb. A lombos fák közül a nyír- és nyárfajok nőnek a fenyők között, az aljnövényzetben törpecserjék, áfonyák és körtikék, zuzmó- és mohafajok élnek.

E biom jellegzetes **emlősei** a növényevő jávorszarvas, a finn taráncszarvas, a kanadai karibu stb., a ragadozó fehér hermelin, coboly, nyérc, rozsomák, farkas, hiúz, a mindenevő barna medve. A **madárfaunát** a különböző fajdfajok (siket-, hó-, nyír-), császármadár, csonttollú stb. képviselik.

5.1.3. A hideg éghajlati övezet biomjai

5.1.3.1. A tundra

Biomja a sarkkörök mentén, kb. 100–300 km-es sávban jelenik meg, a szárazföldek és a tengerek eloszlása miatt szinte csak az északi féltekén. A tél hosszú és hideg, a rövid tavaszt, kb. 2 hónapig tartó hűvös nyár követi. Mivel ezen idő alatt csak a talaj felső 50–60 cm-es rétege tud felengedni, alatta állandóan fagyott marad a talaj. Ennek következtében a felső részen képződött víz nem tud a mélyebb rétegekbe beszivárogni, az alacsony nyári középhőmérséklet miatt pedig nem tud elpárologni sem. Ilyenkor mocsártengert látni mindenfelé.

A tajga biomja közelében még vannak elszórtan alacsonyra növő fenyő- és nyírfacsoportok – ez az **erdős tundra**, amelyet északabbra haladva a **füves tundra** néhány cm magas, hidegtűrő törpecserjéi (hangafélék, áfonyák, törpe-

nyír stb.) és rövid tenyészidejű, hosszúnappalos lágy szárú növényei (pázsitfűvek, pillangósok, boglárkafélék stb.), még északabbra pedig a virágos növények társulásait moha- és zuzmógyepek váltják fel.

Faunája csak a tengerközeli részeken gazdag. Számos vonuló vízi- és gázlómadár (hattyú, darvak, ludak, récék, lilék stb.), a magevő és más növényi maradványokat fogyasztó hófajd, a ragadozó hóbagoly találja meg itt – sokak csak időszakosan – életfeltételeit. A tengerekből fókák, rozmárok, jegesmedvék táplálkoznak. A szárazföld zord teleit néhány üreglakó rágcsáló emlős (pl. lemming, pocok- és ürgefélék), a nagytestű, hosszú gyapjat növesztő, a tundra gyér növényzetével táplálkozó pézsmatulok (Észak-Amerika) vészeli át. A csordákba verődő rénszarvasok télen az erdős tundrát keresik fel. A sarki róka a már említett hóbagollyal együtt főként rágcsálókat fogyaszt.

OLVASNIVALÓ

A Vrangel-szigeti tundráról...

A rövid arktiszi nyáron számos patak és folyó szállítja az elolvadt hólét kis tavakon és mocsarakon keresztül a partokhoz. Az egyenetlen *tundrás tájat* – a vörösesbarna és a barna árnyalataira festi a több mint 10 cm magasra növő, ritkásan elhelyezkedő *gyér vegetáció*. Ezek között a parányi növények között számos virágzó faj van – például pipacsok, mezei perjék, ötlevelű lóherék – amelyek egyedülállók a maguk nemében.

A *növények alacsony mérete* két okra vezethető vissza: az egyik a rövid növekedési időszak, a másik pedig az *alkalmazkodás* az ottani klímához. Az alacsony növények kisebb mértékben vannak kitéve a téli viharoknak, és jobban védve vannak az erős hideg ellen. A legszívósabb növények, mint a mohák és a zuzmók, képesek megélni a völgyeken és az alföldeken kívül is, de egyik sem tud megmaradni a sziget legmagasabb részein.

A *Vrangel-sziget* az egyetlen hely az Északi-sarkvidéken, ahol nagy csapatokban fészkelnek a *kis sarki ludak*. Májusban az egész égboltot elárasztják ezek a gyönyörű, kis fehér madarak, ide-oda röpködve a többeszes kolóniák között. A *hóbaglyok* gyakran a telepek mellett fészkelnek. A szándékos együttélés kölcsönös védelmet jelent a fészekrablók ellen. Az éber ludak gondoskodnak a korai riasztásról, így a baglyok – lecsapva a közeledő rabló *sirályokra, szkuákra* és *sarki rókákra* – el tudják kergetni a betolakodókat.

A parti jégpáncél feltöredezése lehetőséget ad a tengeri emlősöknek a partok megközelítésére, ahol a sekélyebb vízben könnyebben találnak élelmet. Amint megjelennek a jégen a repedések, a *szakállas és gyűrűs fókák* is feltűnnek a partokon. Júliusban a *rozmárok* is elvonszolják magukat a megszokott partjukra, hogy ott udvaroljanak, megverekeedjenek a nőstényért, párosodjanak és felneveljék utódaikat. A Vrangel-sziget a rozmárok egyik legjelentősebb élettere, ahol ebből a hatalmas, agyaras tengeri emlősből akár 80 000 példány is összegyűlik.

Egy másik gyönyörű állat, a *jegesmedve* is a sziget lakója. Vastag bundája és bőr alatti zsírrétege védi, úszó jégtáblákon utazik és – dacolva a jeges vízzel – zsákmányért még rövid úszásokra is hajlamos. Legfőbb zsákmánya a fóka, amit vagy a jégen kap el, vagy megvárja, míg a jégréseken a felszínre jön, és akkor a mancsával leüti.

Novemberben, amikor a szigetre visszatér a tél, a néhány száz medve elindul magányos útjára a sziget belseje felé, hogy elfoglalják barlangjukat a havas hegyoldalakban. Sok a vemhes nőstény, akik a hosszú, sötét sarki tél folyamán szülik meg bocsaikat a vastag hótakaró alatt. A bocskok ápriliséig nem jöhetnek elő a barlangokból.

Forrás: FEW, R. (1995): *Vadregényes tájakon*. Magyar Könyvklub, Budapest. 12–13. p.

ÁLTALÁNOS BIBLIOGRÁFIA

- BALOGH János (1982): *A megsebzett bolygó*. Móra Ferenc Kiadó, Budapest.
- BORHIDI Attila – SÁNTA Antal (1999): *Vörös Könyv Magyarország növénytakarsulásairól I–II*. Természetbúvár Alapítvány Kiadó.
- BRIGHT, M. (1993): *Vadászó vadak*. Aquila Könyvkiadó, Budapest.
- DURRELL, G. – DURRELL, L. (1989): *Az amatőr természetbúvár*. Gondolat Könyvkiadó, Budapest.
- FEW, R. (1995): *Vadregényes tájakon*. Magyar Könyvklub.
- FRANK Tamás (2000): *Természet – Erdő – Gazdálkodás*. Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület – Pro Silvia Hungaria Egyesület, Eger.
- FÜLEKY György (1988): *A talaj*. Gondolat zsebkönyvek.
- HEINDRICH, D. – HERGT, M. (1994): *SH Atlasz – Ökológia*. Springer-Verlag, Budapest–Berlin.
- HERMAN Ottó (1980): *Halászlélet, pásztorkodás*. Gondolat, Budapest.
- HEVESI Attila (1997): *Természetföldrajzi kislexikon*. Pannon Klett Kiadó.
- HORTOBÁGYI Tibor – SIMON Tibor (1991, szerk.): *Növényföldrajz, társulástani és ökológia*. Tankönyvkiadó.
- JAKUCS Erzsébet (1997): Egy kölcsönösen előnyös kapcsolat: a mikorrhiza. *Természet Világa*, 1997. június.
- JÁRAINÉ KOMLÓDI Magda (1988): *Pollenháború*. Móra Ferenc Könyvkiadó, Budapest.
- JORDÁN Ferenc (1998): A táplálékhálózatok szerkezete. *Természetbúvár*, 1998. 6. sz.
- JUHÁSZ NAGY Pál – ZSOLNAI László (1992): *Humánökológia. Az ökológia reménytelen reménye*. ELTE TTK.
- KANCZLER Gyuláné (2002): Gondolatok az erdőben megfigyelhető ökológiai összefüggésekről. In BIHARINÉ KREKÓ Ilona (szerk.): *Környezeti nevelés az erdőben*. ÖKO-Fórum Alapítvány.
- KÁRÁSZ Imre (1990): *Ökológiai és környezetvédelmi alapismeretek*. KTM.
- KÁRÁSZ Imre (1992): *Ember és környezete. Ökológiai és környezetvédelmi terepgyakorlatok*. Nemzeti Szakképzési Intézet.
- LAKATOS Gyula (1995): Fókuszban a vizes élőhelyek. *Természet Világa*, 1995. III. különszám.
- LÁNG Edit – VÍZY Istvánné (1987): *Ökológiai olvasókönyv*. OPI-OKTH.
- LÁNG István (2002, főszerk.): *Környezet-és Természetvédelmi lexikon I–II. kötet*. Budapest, Akadémiai Kiadó.
- LENDVAI (1995): A biológiai sokféleség megőrzésének stratégiája. *Természetbúvár*, 1995/6. sz.
- MAJER Antal (1988): *Fenyves a Bakonyalján*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- MÁTYÁS Csaba (1996, szerk.): *Erdészeti ökológia*. Mezőgazda Kiadó.
- MOLNÁR V. Attila (2005): Szirmos időmérők. *Természetbúvár*, 2005. 4. sz.
- NYILASI János (1976): *A víz*. Gondolat zsebkönyvek.
- REICHHOLF, J. (1998): *A vizek világa*. Magyar Könyvklub (Természetkalauz sorozat).
- REICHHOLF, J. (1999): *A települések ökológiája – Falvak, városok, utak*. Magyar Könyvklub (Természetkalauz sorozat).
- REICHHOLF J. (1999): *Az erdő – A közép-európai erdők ökológiája*. Magyar Könyvklub.
- REICHHOLF, J. (1999): *Él és túlélés a természetben*. Magyar Könyvklub (Természetkalauz sorozat).
- REICHHOLF, J. (1999): *Szántók és mezők világa – A közép-európai kultúrtáj ökológiájáról*. Magyar Könyvklub.
- SCOTT, M. (1996): *Ökológia*. Fialatok Oxford Könyvtára. Holló és Társa Könyvkiadó.
- SZÁRAZ Péter (1987): *Ökológiai zsebkönyv*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- SZÉKELY Tibor (1994): *A város, ahol élünk*. Krakkó Kiadó.

SZÉKY Pál (1983): *Ökológia. Kislexikon.* Natura.

SZERÉNYI Gábor (1995–2007): Ökológia címszavakban. *Természetbúvár* cikksorozat, 1995–2007 között.

VARGA Ilona (2003): Az Európai Unió ökológiai hálózata. Natura 2000. *Természetbúvár*, 2003/3. sz.

VARGA Zoltán (1999): A biológiai sokféleség foglalatja – A Kárpát-medence. *Természetbúvár*, 1999/5. sz.

VARGA Zoltán (2000): A Kárpát-medence – A biológiai sokféleség változásai. *Természetbúvár*, 2000/5. sz.

VÍZY Istvánné (1985): *Ökológiai kisenciklopédia.* OPI, Budapest.

Az ökológia interdiszciplináris tudomány. Tárnya lényegét rendkívül röviden megfogalmazva: az élettelen (talaj, levegő, víz, hőmérséklet, fény) és élő környezeti tényezők (populáció, társulás, bioszféra) törvényszerűségeinek, kölcsönhatásainak vizsgálata (élettelen- élettelen, élettelen-élő, élő-élő vonatkozásában).

Az irodalomjegyzék olyan alkotásokat tartalmaz, amelyek a különböző témákban való alapos elmélyülést, illetve a környezeti nevelésre való közvetlen felkészülést, a fenntartható fejlődés eszmeiségének felismerését és elsajátítását szolgálja.

A szövegben lévő idegen szavak, illetve ismeretlen fogalmak értelmezése, magyarázata csak azok első előfordulásakor van feltüntetve.

Az Olvasnivaló... címszó alatt, a témára vonatkozó érdekességek találhatók. Ezek figyelemfelkeltők, illetve az ajánlott szakirodalom tanulmányozására ösztönzők.

