



25.

A populációk tűrőképessége, és időbeli változásai

1. Mi az ökológiai környezet és a tűrőképesség? Miben különbözik az élettani és az ökológiai tűrőképesség?
2. Hogyan határozza meg a fajok elterjedését a Földön az egyes környezeti tényezőkkel szembeni tűrőképességük?
3. Mitől függ, hogy egy populáció korlátlanul vagy korlátozottan növekszik?
4. Meddig növekedhet az emberiség létszáma?



Idézd fel!

Ismételd át a 9. évfolyamon már tanult fogalmakat!

Populáció (ökológiai): valamilyen vizsgálati szempont alapján azonosnak tekintett élőlények csoportja.

Populáció (genetikai): az egy fajhoz tartozó, egymással szaporodni képes egyedek csoportja, szaporodási közösség.



Életközösség (társulás): egy időben, egy helyen élő, különböző fajokhoz tartozó, egymással kölcsönhatásban lévő populációk együttese. A társulások faji összetétele többé-kevésbé állandó, megjelenésüket az uralkodó növényfajok határozzák meg.

Biom: Az éghajlati öveknek megfelelően kialakult nagy kiterjedésű, hasonló arculatú növényzeti zónák a Földön.

Ökoszisztéma: olyan ökológiai rendszer, melyben a populációkat és a belőlük felépülő életközösségeket az élettelen környezetükkel együtt értelmezzük.

Bioszféra: a biológiai szerveződés legmagasabb szintje, amely magában foglalja az egész földi élővilágot.

Egyed feletti szerveződési szintek

A természetben az egyedek közös sajátosságokkal jellemezhető, összehangoltan működő **egyed feletti szerveződési szinteket**: populációkat, életközösségeket (társulásokat), biomokat, bioszférát alkotnak. Az **ökológia** tudománya ezeknek a szerveződési szinteknek a kialakulását, fennmaradását, változásait, valamint az ezeken a szinteken lejátszódó jelenségeket és azok okait vizsgálja. Az élőlények közösségei környezetükkel szoros kölcsönhatásban élnek, fennmaradásukat, fejlődésüket, elterjedésüket jórészt az határozza meg, mennyire sikeresen alkalmazkodnak környezetük állandó és változó elemeihez. Az állatvilág tagjainak többsége ebből a szempontból különleges helyzetben van, mert viselkedésükkel is képesek alkalmazkodni.

Gondold át!

Egy dombvidék tölgyerdeiben, a kocsányos tölgy törzsében él a nagy hősincér lárvája. Olyan sérült, de még élő fák belsejében táplálkozik és fejlődik, melyeket a napfény legalább a nap egy részében erősen megvilágít. Az erdőszélen emberi zavarás hatására megtelepedett nagy csalánon él a bogáncslepke hernyója, a kifejlett lepke röpködése közben olykor rászáll azokra a tölgyfákra is, melyekben a nagy hősincér lárvái növekednek. Az erdő lakója a fekete harkály is, mely erős csőrrel a fák kérge alól szedi ki a különböző rovarok lárváit. A kidőlt holt fák lebontásában szaprofita gombák (pl. lepketapló) és rovarlárvák (pl. nagy bíborbogár) is részt vesznek.

Mi számít a fent említett gomba-, növény- és állatfajok élőhelyeül?

Mik lehetnek azok az élő és élettelen tényezők, amik az egyes fajok környezetét kialakítják? Ugyanazok a tényezők hatnak mindegyik fajra? A tölgyerdő említett fajainak egyforma a környezete?

Az élőlények környezete

Az **ökológiai környezet** a külvilág ténylegesen és közvetlenül ható tényezőinek összessége egy adott populációra (vagy más, egyed feletti szerveződési szintre, pl. életközösségre). Az ökológiai környezet nem azonos sem a külvilággal (mindaz, ami a populációt körülveszi és lehetségesen hathat), sem az élőhellyel (az a terület, ahol az adott populáció előfordul).

A fenti példa végiggondolásából is látszik, hogy ahányféle populáció, többé-kevésbé annyiféle környezet létezik. **Élettelen környezeti tényezők** lehetnek például a víz mennyisége vagy kémiai összetétele, a levegő minősége és páratartalma, a fényerősség, a fény színeképi összetétele, a hőmérséklet, a talaj szerkezete, ásványianyag-tartalma stb. (1. ábra). Az **élő környezetet** a társulásban együtt élő populációk közötti kapcsolatok, kölcsönhatások jelentik.

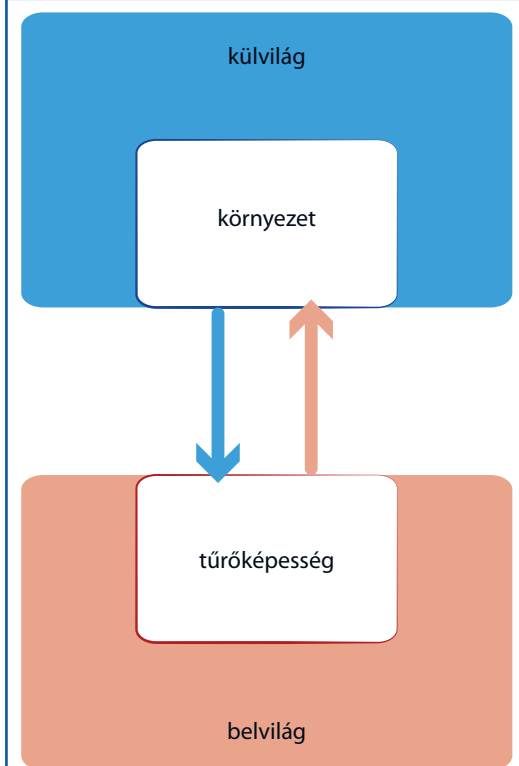
A populációk (vagy életközösségek) környezete nem **állandó, térben és időben egyaránt változhat**. Az ökológusok a környezeti tényezők közül elsősorban azokat keresik, amelyek alapvetően meghatározzák egy faj fennmaradását, szaporodását, elterjedését, vagy egy életközösség kialakulását, szerkezetét, előfordulását. A szárazföldi fajok és életközösségek többségében például nem érdemes vizsgálniuk a levegő oxigéntartalmának a hatását, mert akkora mennyiségben van jelen, hogy nem korlátozza az élőlények megtelepedését. Ugyanakkor a vízi életközösségekben a vízben oldott oxigén mennyisége gyakran olyan alacsony, ami már gátolja igen sok populáció anyagcseréjét. A trópusi esőerdők területén egyenletesen magas a hőmérséklet, és a mindennap hulló csapadéknak köszönhetően a víz hiánya sem korlátozza az élőlények elterjedését, míg a trópusi sivatagokban a nagy hőingadozás és a vízhiány korlátozó tényezők, ugyanis akadályozzák a legtöbb élőlény megjelenését.

Tűrőképesség

A populációk fontos sajátossága, hogy mely környezeti feltételek mellett fordulnak elő, mely élőhelyek alkalmasak számukra a megtelepedésre, fennmaradásra. A populációk egyedeinek egyes környezeti tényezők változásaihoz történő **öröklődő alkalmazkodóképességét** nevezzük **tűrőképességnek** vagy más néven toleranciának. A környezet és a tűrőképesség egymást kiegészítő kapcsolatban állnak, egymás nélkül nem értelmezhetők (2. ábra).



1. Élettelen és élő környezet egy társulásban



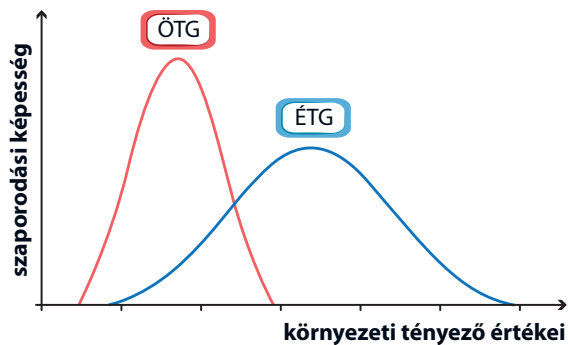
2. A környezet és a tűrőképesség viszonya

A populációk **tűrőképességi görbéi** mutatják meg, hogy egy faj populációja milyen mértékben alkalmazkodott egy adott környezeti tényező értékeihez és annak változásaihoz.

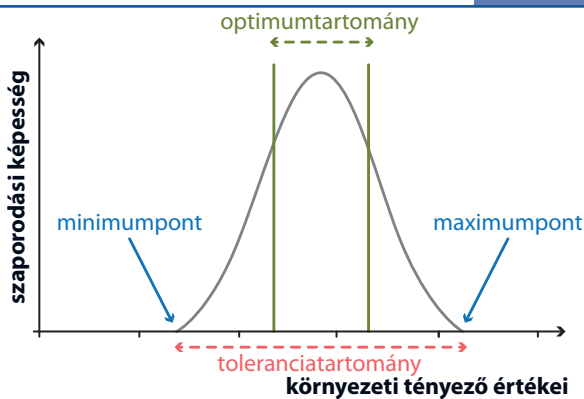
Ha az adott élettelen környezeti tényezővel szembeni tűrőképességet kontrollált laboratóriumi környezetben, más fajok kizárásával határozzák meg, akkor a faj/populáció **élettani tűrőképességi görbéjét** kapjuk meg, ami a fajoknak egy genetikailag kódolt biológiai sajátossága. A legtöbb tényező az életközösségekben korlátozottabb mennyiségben van jelen, mint amennyit az életközösségeket alkotó összes faj az élettani tűrőképességük alapján igényelne. Ezért a fajok populációi versengenek ezekért a forrásokért. A **versengés** eredményeképp alakulnak ki a fajokra ténylegesen jellemző előfordulások körülményei, amit az **ökológiai tűrőképességi görbékkel** szoktak jellemezni (3. ábra).

A tűrőképességi görbék sarkalatos pontjai a minimum- és a maximumpont. A **minimumpont** az a legkisebb érték, amely alatt, a **maximumpont** pedig az, amely felett az élőlény nem bírja tovább elviselni a környezeti tényezők megváltozását, ezért elpusztul, vagy ha lehetősége van rá, elvándorol. A minimum- és a maximumpont közötti értéktartományt nevezzük a populáció **ökológiai tűrőképességi tartományának** (toleranciatartományának). Ebben az értéktartományban képes az adott faj populációja – versenytársak nélkül – túlélni és szaporodni, itt a populáció szaporodási rátája nagyobb, mint nulla. Az értéktartománynak azt a részét, ahol a túlélési/szaporodási ráta a legmagasabb, **optimumtartomány**nak hívhatjuk (4. ábra).

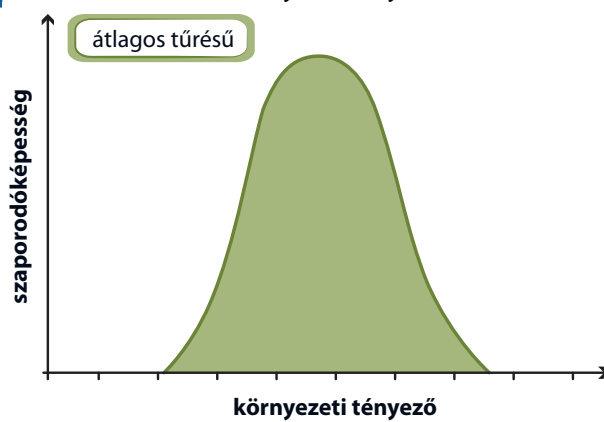
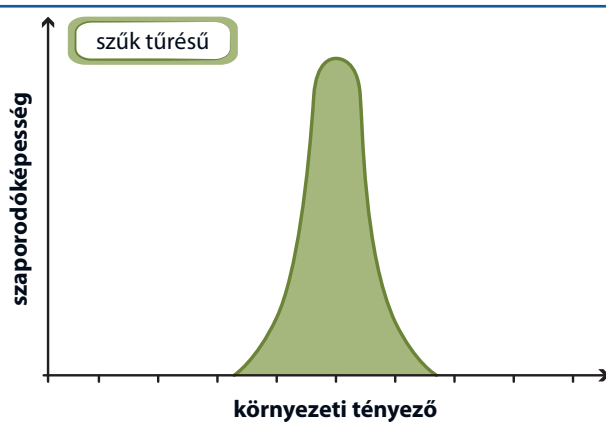
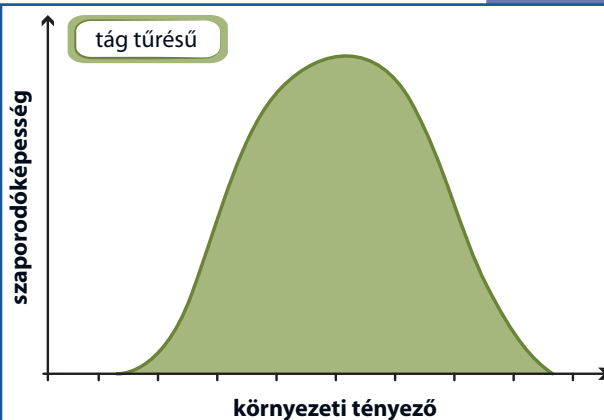
Egy adott környezeti tényezőre, a tűrőképességi tartomány szélességétől függően, egy populáció lehet **szűk, átlagos, illetve tág tűrűsű** (5. ábra).



3. Élettani (ÉTG) és ökológiai (ÖTG) tűrőképességi görbe



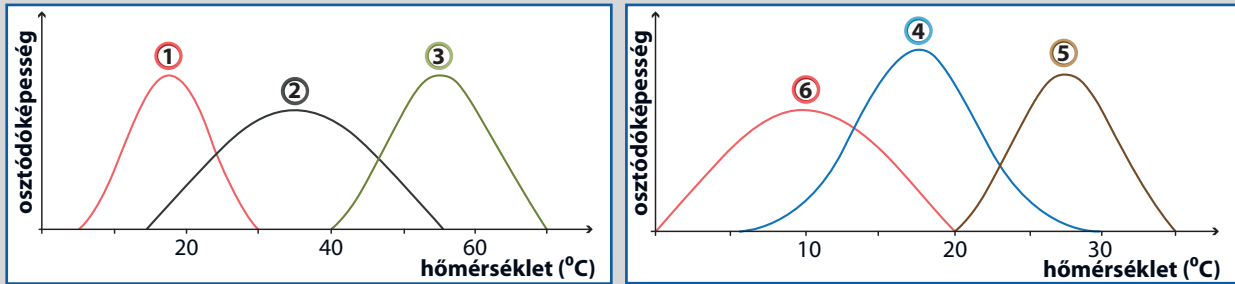
4. Tűrőképességi görbe



5. A tűrőképességi görbék típusai

Vesd össze!

A két ábrán hat baktériumfaj hőmérséklettel szembeni toleranciagörbéje látható.



Mely baktériumfajok tűrőképességi tartománya egyezik meg? Vannak-e olyan baktériumfajok, melyeknek egybeesik az optimum- vagy a tűrőképességi tartománya? Állítsd sorrendbe a baktériumfajokat a toleranciatartományuk szélessége szerint!

Egy populáció elterjedését alapvetően az a környezeti tényező határozza meg, amelyre nézve szűk tűrésű, vagyis amelyik korlátozó tényező. Azokat az egy vagy néhány környezeti tényezővel szemben szűk tűrésű fajokat, melyek populációi felhasználhatók adott környezeti változók értékeinek jelzésére, **indikátorszervezeteknek** is nevezik. Populációik megjelenésükkel vagy éppen hiányukkal jelzik az élőhely sajátosságait. A sok környezeti feltétellel szemben szűk tűrésű élőlények csak néhány speciális élőhelyen fordulhatnak elő, ezeket szokták **specialistáknak** tekinteni. Specialisták például a korallok vagy a hazai barlangi vakrák, de a kizárólag emberen élősködő fejtetű is (6. ábra). **Generalisták** azok a fajok, amelyek számos alapvető környezeti tényezőre tág tűrésűek. Nagy az elterjedési területük, akár az egész Földön elterjedhetnek. Ilyen széles elterjedésű **kozmozopolita faj** például a vándorsólyom (7. ábra), a saspáfrány (8. ábra) vagy az ember.



6. A fejtetű igen szűk tűrésű: a teljes életciklusát az ember testén éli le, más élőlényre nem is jelent veszélyt



7. Vándorsólyom



8. Saspáfrány

Gondolkozz!

A foltos maláriaszúnyog a 0 °C és +30 °C fokos hőmérsékletet is elviseli, viszont a levegő páratartalmának ingadozását nehezen tűri, az optimális számára a 90%-os páratartalom.

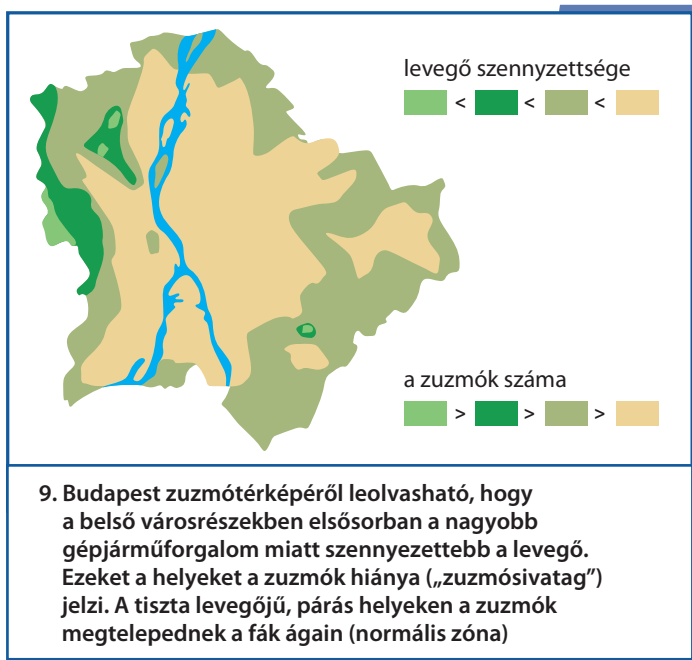
Rajzold fel a füzetedbe az adatok alapján a maláriaszúnyog hő- és páratartalom-tűrőképességi görbéjét! Mit gondolsz, annak ellenére, hogy a Kárpát-medencei hőmérsékleti viszonyok megfelelnek a maláriaszúnyog számára, mégis miért csak viszonylag ritkán fordul elő hazánkban? Specialista, generalista, vagy indikátor fajnak tekinthető-e inkább?



A városi légszennyezettség mérésére használt biológiai indikátorok a zuzmók. Sok szempontból tág tűrésű populációik azokról az élőhelyekről hiányoznak, ahol a levegőben magas a kén- és a nitrogén-oxidjainak koncentrációja (9. ábra).

Eltartóképesség

A populációk egyedszáma nem állandó, az idővel folyamatosan változik. Ha egy csészében langyos tejhez cukrot keverünk, és kis mennyiségű élesztőt adunk hozzá, a gomba sejtjei gyors osztódásnak indulnak, amit jelez az élénk anyagcsere során egyre növekvő mennyiségben képződő szén-dioxid. Egy idő után azonban az élesztő anyagcsereje, osztódásának üteme lassul, egyre kevesebb szén-dioxid képződik. Mivel magyarázható a jelenség?

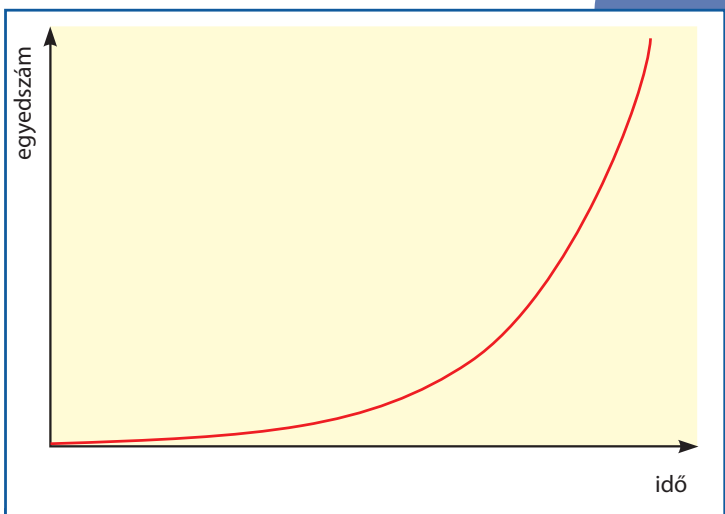


Fedezd fel! Alkoss!

Járjátok be iskolátok vagy lakóhelyetek környékét, és készítsétek el a terület zuzmótérképét! A térképeket mutassátok be osztálytársaitoknak is!

Mit lehet elmondani ezek alapján a levegő kén-dioxid-szennyezettségéről?

Kezdetben az élesztőgomba sejtjei a bőséges tápanyagellátásnak köszönhetően szakadatlanul osztódnak, az egyedszám változására az exponenciális egyenlettel leírható **korlátlan növekedés** jellemző (10. ábra). Egy idő után azonban, ha a tápanyagforrások kimerülnek, és a káros anyagcsere-termékek (etil-alkohol) felhalmozódnak az edényben, az osztódások üteme csökkenni fog, az egyedszám növekedése mérséklődik, majd egy idő után meg is szűnik, végül az élesztősejtek nagy része el fog pusztulni. Ha a megmaradt kevés élesztősejtet újra kedvező körülmények közé tudjuk helyezni (langyos tej, cukor), akkor populációjuk újra exponenciális növekedésnek indul. Hasonló populációdinamikai jelenség játszódik le a természetben a gyöttrő szünnyogok populációival is (11. ábra). Az élesztők és a gyöttrő szünnyog esetében a populáció szaporodási



10. A populációk korlátlan növekedése. Egy új élőhelyen megjelenő populáció egyedszámának növekedését a környezeti erőforrások kezdetben nem korlátozzák. Az egyedszám meredeken emelkedik

Gondolkozz!

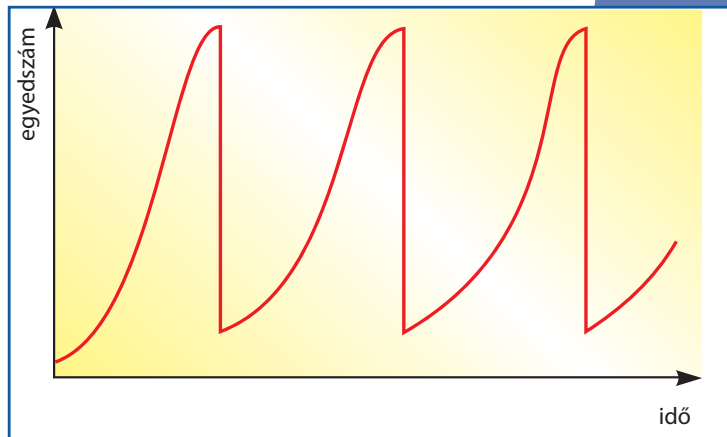
Melyik matematikai modellel írható le a rágcásalók gradációja, a gyapjaslepke elszaporodása, a tölgyfák száma egy tölgyeseknek alkalmas területen, a gyomnövények térhódítása szabad talajfelszínen és a farkaspopuláció egyedszámának várható alakulása a hazai középhegységeken?

rátája állandó, nem függ a populáció sűrűségétől (a szaporodási ráta jele: r , jelente: megmutatja, hogy egy egyedre vetítve mekkora a populáció nettó növekedése kis időegység alatt). Ameddig a környezeti feltételek kedvezőek, addig a populáció egyedei r értékkel szaporodnak, majd a hirtelen bekövetkező készlethiány miatt a populáció jelentős része elpusztul.

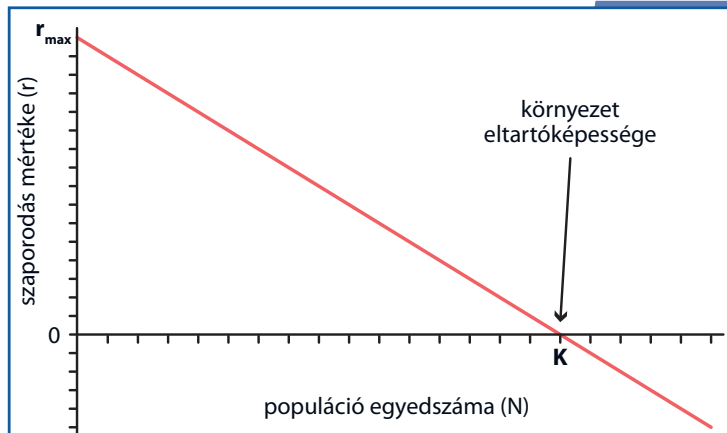
Amennyiben egy populáció szaporodási rátája függ a populáció egyedsűrűségétől (12. ábra), úgy **korlátozott növekedés** fog megvalósulni. Az ilyen görbék S alakúak, szigmoid görbéknek is nevezik őket (13. ábra). Amíg a populáció egyedszáma alacsony, és a sűrűsége kicsi, addig a populáció növekedése egy darabig exponenciális jellegű. Azonban az egyedszám s ezzel az egyedsűrűség növekedésével r értéke csökken, ami miatt a populáció növekedési görbéje ellaposodik, majd az egyedszám egy K érték körül állandósul. Ezt a K értéket hívjuk a **környezet eltartóképességének**. A környezet eltartóképessége a populációnak az az egyedszáma, amely az adott életközösségben tartósan fennmaradhat.

Nézz utána!

Hol voltak Magyarországon egykés falvak? Miért alakultak ki, mi lett a sorsuk?

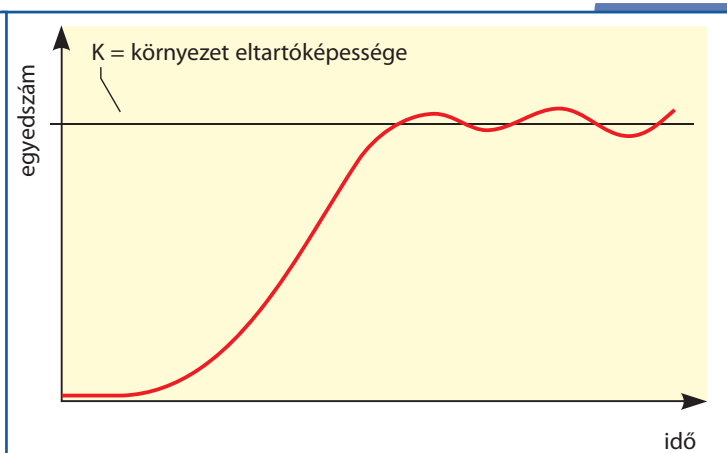


11. A gyötrő szúnyog egy populációjának egyedszámváltozása. Meleg, párás, csapadékos időben a gyötrő szúnyog egyedszáma hirtelen emelkedik, mert nagyon sok utód kel ki a petékből. Amikor az idő hidegebbre fordul, és a csapadék is kevés, az egyedszám hirtelen csökken



12. A populációméret és a növekedésének üteme közötti összefüggés. Ha a populáció egyedszáma (N) alacsony, akkor a növekedési üteme maximális (r_{max}). Ahogy nő az egyedszám, a populáció egyre kisebb mértékben növekszik. Ha $N = K$, a populáció nem növekszik tovább ($r = 0$). $N > K$ esetben a populáció egyedszáma csökken ($r < 0$)

13. Egy gímszarvas-populáció egyedszámának változása. A gímszarvas-populáció egyedszáma az életközösségben többé-kevésbé állandó. Táplálékhiány idején az utódok túlélési esélye nagyobb, a születések száma kissé meghaladja a halálozásokét, az egyedszám valamivel magasabb K -nál. A populáció egyedei között nő a versengés a táplálékért, a területért, emiatt a túlélési esély csökken. A születések száma alacsonyabb lesz a halálozások számánál, az egyedszám K alá csökken.



Az életközösség és védelme



Egy populáció története! 1944-ben az alaszakai partoktól 300 km-re fekvő, mindössze 350 km² területű Szent Máté-szigetre az amerikai parti őrség betelepített egy 29 egyedből álló rénszarvascsordát, hogy az állatok szükség esetén táplálékul szolgáljanak az arra hajózó katonáknak. A szigeten azelőtt nem éltek rénszarvasok és nagy testű ragadozók, farkasok sem. A talajt tíz centiméter vastagon zuzmó borította. A bőséges táplálék és a ragadozók hiányának köszönhetően a csorda létszáma nagyon gyorsan nőtt, 1957-ben már 1350, 1962-ben 4500, 1963-ban pedig 6000 egyed élt a kis szigeten. Ebben az évben a kutatók már azt tapasztalták, hogy az egyedek soványak, betegek. 1963–1964-ben nagyon kemény volt a tél, a hó teljesen belepte a gyér zuzmótakarót.

1964 tavaszán a kutatók mindössze 41 tehenet és egy terméketlen bikát találtak a szigeten. Ezzel a populáció sorsa végleg megpecsételődött. A kipusztulás okai: a túltelelés miatt a zuzmótakaró nem tudott megújulni, a ragadozók nem szabályozták természetes módon a populáció egyedszámát, a kis szigetről az állatok nem tudtak elvándorolni újabb legelők felé.

Alkoss!

Ábrázold grafikonon a rénszarvas-populáció egyedszámának változását!

Az ökológia az egyed feletti szerveződési szinteken lejátszódó jelenségekkel és azok okaival foglalkozó tudomány. Egyed feletti szerveződési szintek: populáció, életközösség, biom, bioszféra. Az ökológiai környezet a külvilág ténylegesen és közvetlenül ható tényezőinek összessége egy adott populációra vagy életközösségre. Élettelen környezeti tényezőnek számít például a vízmennyiség, a víz kémiai összetétele, a levegő minősége, a páratartalom, a fényerősség, a fény színképi összetétele, a hőmérséklet, a talaj szerkezete, ásványianyag-tartalma. Az élő környezetet az életközösségekben együtt élő populációk közötti kapcsolatok, kölcsönhatások jelentik.

A tűrőképesség vagy tolerancia a populációk egyedeinek egyes környezeti tényezők változásaihoz történő öröklődő alkalmazkodóképessége. Az alkalmazkodás mértéke tűrőképességi görbékkel írható le. Tűrőképességi jellemzők alapján egyes fajok indikátorszervezeteknek, specialistának vagy generalistának számítanak.

A populációk egyedszáma folyamatosan változik. Attól függően, hogy a szaporodás mértéke függ-e a populáció egyedsűrűségétől, korlátlan növekedésű, illetve korlátozott növekedésű populációkról beszélhetünk. Előbbi egyedszámváltozását exponenciális görbe, az utóbbit szigmoid görbe írja le. A szaporodási rátát r -rel, a környezet eltartóképességét K -val, a populáció egyedszámát N -nel szoktuk jelölni.

25. Összefoglalás



26. Populációk közötti kölcsönhatások

1. Hogyan befolyásolhatják a populációk egymás egyedszám-változásait az életközösségekben?
2. Mit jelent a versengés, a zsákmányszerzés, a mutualizmus, az asztalközösség és az amenzalizmus kifejezés?
3. Hogyan befolyásolják ezek a kapcsolatok egy életközösség stabilitását?

Az életközösségek szerkezetének alakulásában, változásaiban az élettelen (abiotikus) környezeti tényezők mellett a **populációk egymásra gyakorolt hatásai** mint élő (biotikus) környezeti tényezők is meghatározó jelentőségűek.

Egy életközösségben a fajok populációi különböző képpen hathatnak egymásra. Egy faj populációjának jelenléte befolyásolhatja egy másik faj populációjának egyedszámváltozását pozitívan (+), negatívan (-), de lehet közömbös is a másik populáció számára (0). Természetesen a másik faj is hasonló módokon befolyásolhatja az egyik populáció életét. Az így kialakuló populációk közötti kölcsönhatástípusokat az alábbi táblázat foglalja össze.

		Egyik faj hatása a másakra		
		-	+	0
Másik faj hatása az egyikre	-	versengés (kompetíció)	táplálkozási kapcsolat: - ragadozás (predáció) - növényevés - élősködés (parazitizmus)	amenzalizmus: - allelopátia - antibiózis
	+	táplálkozási kapcsolat: - ragadozás (predáció) - növényevés - élősködés (parazitizmus)	mutualizmus: - együttélés (szimbiózis) - szimfília - alliancia	asztalközösség (kommenzalizmus)

Versengés (kompetíció) (-, -) akkor alakul ki két populáció között, ha környezeti igényük hasonló, vagy éppen megegyezik. A versengés mindkét populáció számára kedvezőtlen, hiszen kölcsönösen korlátozzák a másik fél készletekhez való hozzáférést, ezáltal pedig az életben maradási esélyeit vagy a szaporodó-

Gondolkozz!

A táblázatban szereplő populációk közötti kölcsönhatások közül melyek jellemzőek az emberre? Mely fajokkal, élőlénycsoportokkal létesít kapcsolatot? Keresd minél több kölcsönhatást!

képességét. Egy élőhelyen a növények például versengenek a fényért, a talaj víz- és tápanyagtartalmáért, a rovarévó énekesmadarak pedig a zsákmányért és a fészkelőhelyekért. A vizsgálatok azt mutatják, hogy egy életközösségben nem élhet tartósan egymás mellett két olyan populáció, amelyeknek környezeti igényei azonosak. Az egyik populáció előbb vagy utóbb kiszorítja a közös élőhelyről a másikat (Gause-elv vagy kompetitív kizárás elve). Ha két populáció környezeti igénye legalább egy fontos tényezőben eltér egymástól, akkor tartósan élhetnek egymás mellett a közös élőhelyen. A cinegék körében például a kék cinegének és a fenyvescinegének igen hasonló a táplálékigénye, mindkét faj étlapján a 0–4 mm méretű zsákmányállatok szerepelnek 85-90% arányban. Emiatt erős versengés lenne közöttük azon az élőhelyen, ahol mindkét cinegefaj megtalálható. Mégis együtt tudnak élni egy élőhelyen, mert a kék cinegék nagyobb arányban táplálkoznak a rügyeken és a gallyakon, míg a fenyvescinegék a fák vastagabb ágain és a faleveleken, így csökken a köztük lévő versengés (1. ábra). Az erdőtürsulások hasonló hő- és vízigényű növénypopulációi fényigényükben térhetnek el egymástól. A fénykedvelők a lombkoronaszint, az árnyékkedvelők a gyepszint tagjai.

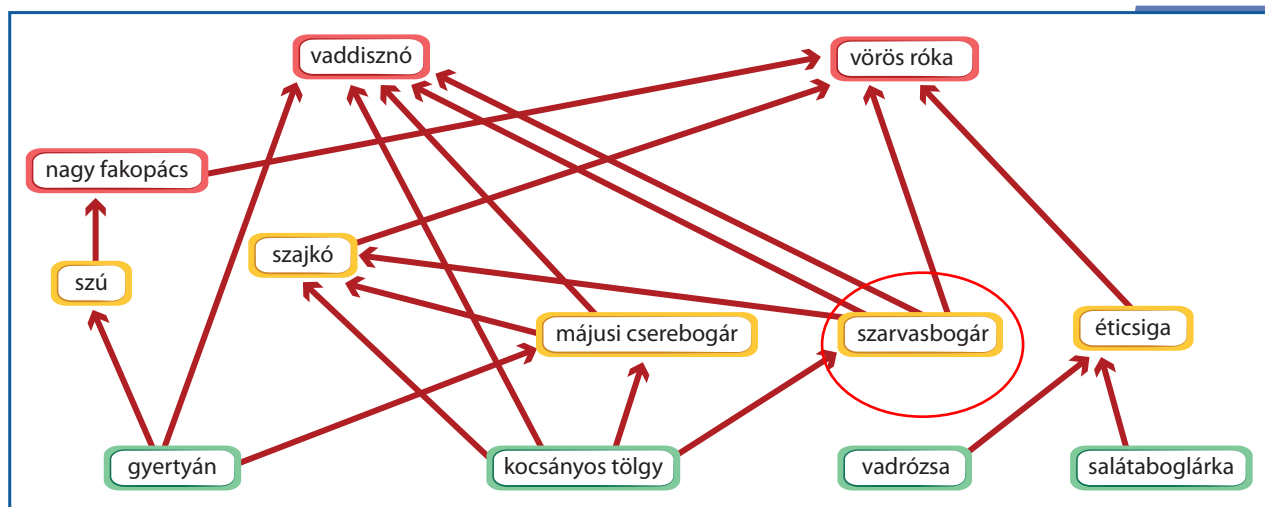


1. Versengünk, vagy nem versengünk?
Fenyvescinege (balra) és kék cinege (jobbra)
azonos élőhelyen



3. Kényes egyensúly: a mókus begyűjti és elfogyasztja a tölgy termését, de nem maradéktalanul, ezzel segíti a tölgy terjedését

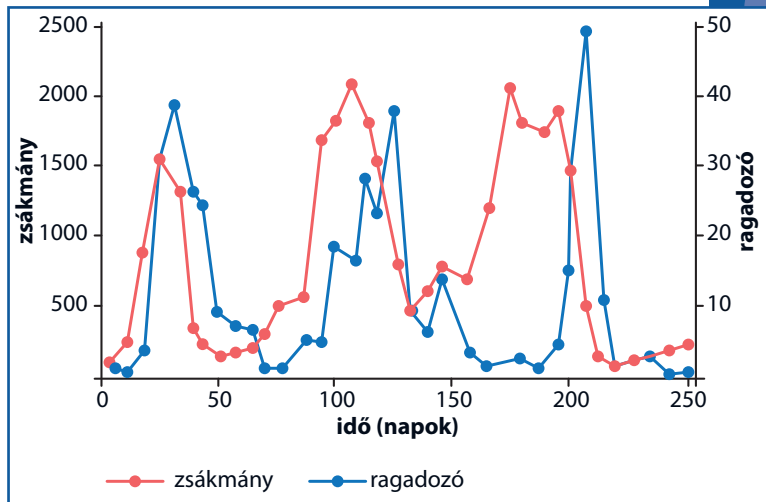
A **táplálkozási kapcsolat** (+, -) alapvető kölcsönhatás a társulások kapcsolatrendszerében. A zsákmányoló élőlények az állatok közé tartoznak, a zsákmányszerzés során elfogyasztják a prédát vagy annak egy részét. A zsákmányolók lehetnek növényevők, húsevők, dögevők vagy mindenevők. A táplálkozási kapcsolatok alapján állíthatók össze a **táplálékláncok**. A legtöbb élőlény nem csak egy populáció egyedével táplálkozik, így az életközösségekben a táplálékláncok **táplálékhálózatot** alkotnak (2. ábra). Bármilyen furcsán hangzik, a zsákmányszerzés előnyökkel is járhat a zsákmány populáció számára (3. ábra). A ragadozók többnyire a gyengébb, biológiailag kevésbé értékes egyedeket ejtik el, ezzel növelik a biológiailag értékesebb egyedek szaporodási esélyeit.



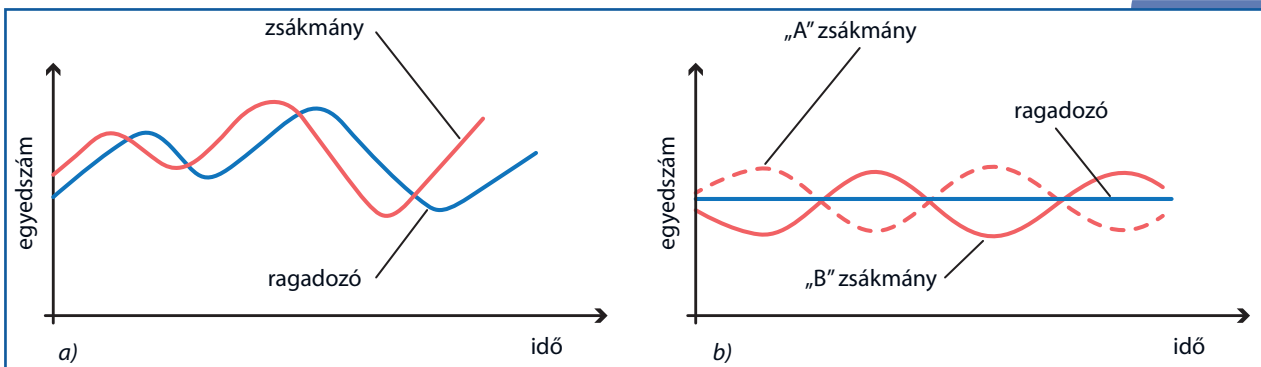
2. Gyertyános-tölgyes táplálékhálózatának részlete. Melyik zsákmányszerző populáció helyzete a legkedvezőbb az ábrán láthatók közül? Indokold a választ!



A zsákmányszerzés alapvető mind a zsákmányoló-, mind a zsákmánypopulációk egyedszámának szabályozásában. Egy atkákön végzett kísérlet eredménye mutatja be, hogy miként változik a zsákmányszerző és a zsákmányállat egyedszáma (4. ábra). Kétpopulációs modellben, ahol a ragadozónak csak egy zsákmányát vesszük figyelembe, táplálékhiány idején a zsákmányolók nagyobb mértékben szaporodnak, aminek hatására a zsákmánypopuláció egyedszáma csökken, majd ennek következtében a zsákmányolópopulációk szaporodási üteme mérséklődik. A természetben azonban egy zsákmányszerző állatnak nemcsak egy zsákmánya van, hanem több is, így ha az egyik zsákmány mennyisége csökken, akkor át tud váltani a másik zsákmány fogyasztására, ezáltal egyedszámának ingadozása kisebb mértékű lesz (5. ábra).



4. A narancson táplálkozó *Eotetranychus sexmaculatus* atkának és ragadozójának, a *Typhlodromus occidentalis* atkának egyedszámváltozása Huffaker kísérletében (1958).



5. A ragadozó- és a zsákmánypopuláció egyedszámának változása.

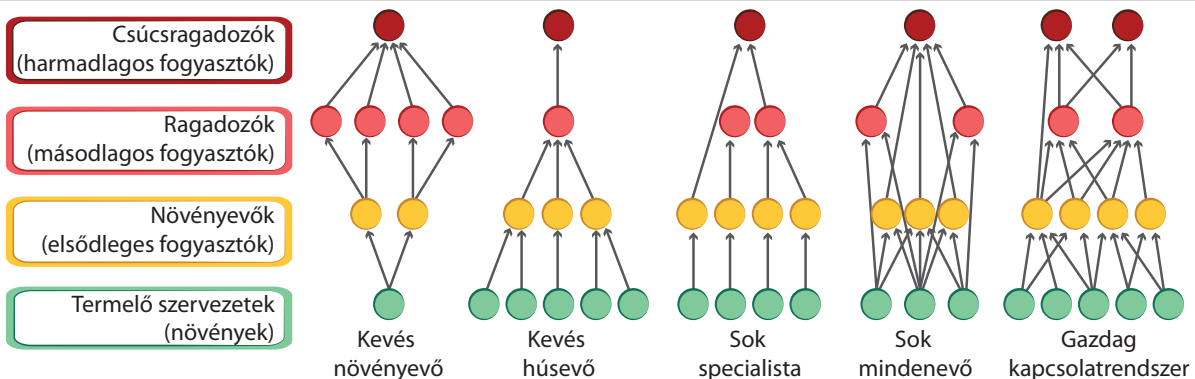
a) Az egyedszám változása, ha a ragadozónak egyféle zsákmánya van.

b) Az egyedszám változása, ha a ragadozónak kétféle zsákmánya van.

Melyik esetben van előnyösebb helyzetben a ragadozópopuláció? Miért?

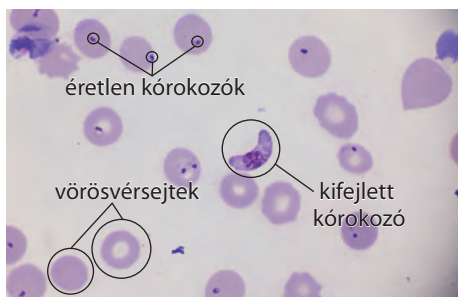
Gondolkozz! Hozz döntést!

Állapítsd meg az ábrán bemutatott néhány modellezett közösség táplálékhálózatáról, melyek lehetnek stabilabbak, és melyek kevésbé stabilak. Próbáld meg általános szabályt alkotni arról, hogy mi az, ami inkább stabilizál egy közösséget, és mi az, ami inkább csökkenti a stabilitást!



Az **élősködés** (parazitizmus) (+, -) lényegében a zsákmányszerzési kapcsolat szélsőséges formája. A parazita a gazdaszervezet anyagaival táplálkozik, de nem pusztítja el azt azonnal. Az élősködő megtelepedhet a gazdaszervezet sejtjeiben (pl. malária kórokozója, (6. ábra), a gazdaszervezet testének külső felszínén (pl. halpióca, kullancs, 7. ábra) vagy annak belső szerveiben (pl. baktériumok, horgasfejű galandféreg) (8. ábra). A kapcsolat gyakran specifikus, azaz csak meghatározott fajok között alakulhat ki.

A **mutualizmus** (+, +) a populációk közötti kölcsönösen pozitív kapcsolatok összefoglaló neve, melyben a részt vevő populációk előnyösen hatnak egymás egyedszámának növekedésére. Egyik legismertebb példája a zárvatermő növények és a beporzó rovarok közötti kapcsolat (9. ábra). A **szimbiózis** a mutualizmusnak az a fajtája, amikor a két populáció egyedei között folyamatos és szoros fizikai kapcsolat áll fenn. A szimbiózisra eddig is sok példát láttunk már: gyökérkapcsolt gombák és társnövényeik, cellulózbontró baktériumok és növényevő állatok, ember és közönséges bélbaktérium, gyökérgümők nitrogénkötő baktériumai, zuzmók stb. Társzervezetüknek köszönhetően a szimbiota élőlények olyan élőhelyeken is előfordulhatnak, amelyek nem vagy csak részben felelnek meg környezeti igényeiknek. A trópusi tengerek meleg vizében az oldott oxigén mennyisége alacsony, ennek ellenére a korallzátonyok a legnagyobb fajgazdagságú tengeri életközösségek. Ez azért lehetséges, mert a korallak fotoszintetizáló moszatokkal élnek szimbiózisban. A szimbiózis jelenségét először a remeterákok és a tengerirózsák kapcsolatában írták le (10. ábra).



6. A malária kórokozójával fertőzött emberi vér



7. Emberi bőrbe fúródott kullancs



8. Macska bélcsatornájában élősködő galandféreg



9. Mutualizmus. A méhek nektár révén táplálékhoz jutnak, a növények virágai pedig beporzódnak



10. Szimbiózis. Ez a remeterák a csigaházára két tengerirózsát is telepített magának. A remeteráktól a tengerirózsák csalánszejteikkel távol tartják a ragadozókat. A tengerirózsák részesedik a rák táplálékából, és társa szállítja is táplálékban és oxigénben gazdagabb vizekbe a helyváltoztatásra egyébként képtelen tengeri rózsát

Nézz utána!

A szimfília olyan mutualizmus, amikor az egyik populáció egyedei a másik populáció egyedeinek a testnedvével táplálkoznak, cserébe védelemben részesítik a másik populáció tagjait pl. a ragadozóktól vagy a kártevőktől. Az alliancia laza, alkalomszerű, mindkét populáció részére nélkülözhető mutualizmus (típusai: tisztogató, riasztó, rejtegető kölcsönösség).

Keress konkrét példákat a mutualizmusnak erre a két típusára!

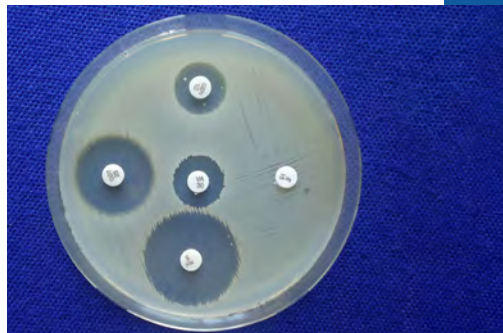
Az **asztalközösség** (kommenzalizmus) (0, +) csak az egyik populáció számára jár előnyökkel, a másik számára közömbös a kapcsolat. A fák törzsén megtelepedő mohák például több fényhez jutnak, ugyanakkor a fák számára nem jelent sem előnyt, sem hátrányt a mohák megtelepedése. A gólyák által épített fészkekben verebek is fészkelnek, de ez nem befolyásolja a gólyák költési sikerét (11. ábra).

Az **amenzalizmus** (0, -): az egyik populáció jelenléte anélkül káros a másikra nézve, hogy az első számára előnyt jelentene, pl. az egyik populáció által kiválasztott kémiai anyag hat a másik populációra. Egyik típusa az **antibiózis**, amikor bizonyos gombák olyan anyagcseretermékeket, ún. **antibiotikumokat** adnak le a környezetükbe, amelyek gátolják más élőlények anyagcseréjét, osztódását. A legismertebb ilyen szerkezet a penicillint termelő ecsetpenész. A penicillin gátolja az ecsetpenész környezetében egyes baktériumsejtek osztódását, így a baktériumsejtek pusztulása miatt nem alakul ki versengés a tápanyagokért az ecsetpenész és a baktérium között. Ezzel szemben a penicillinre nem érzékeny (ún. rezisztens) baktériumok és az ecsetpenész versengenek egymással a tápanyagokért. Ily módon kölcsönösen gátolják egymás elterjedését. Az antibiotikumokat a gyógyászatban széles körben használják a kórokozó mikroorganizmusok által okozott fertőző betegségek gyógykezelésére (12. ábra).

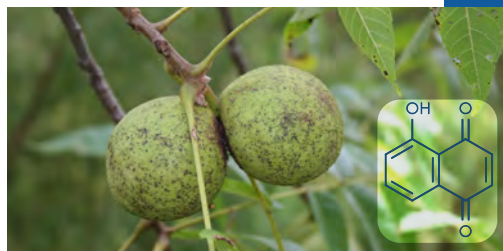
Ha növények által termelt másodlagos anyagcseretermékek gátolják más növények csírázóképeségét vagy növekedését, allelopátiáról beszélünk. Az allelopátia közismert példája, amikor a diófa lehulló leveléből a talajba kerülő juglon nevű anyag gátolja más növények, elsősorban kétszikűek csírázását. Allelopátiás hatásra utal az a kísérlet is, amelyben kimutatták, hogy a fehér libatopból és a szőrös disznóparéjból készített kivonatok hatására a kukorica és a napraforgó vegetatív szerveinek fejlődése elmaradt a kontrollcsoportétól.



11. Társasház. A verebek a gólyák albérlői

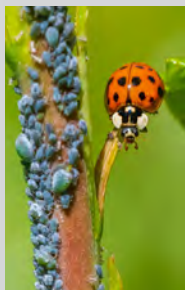


12. Baktériumtenyésztés rezisztenciavizsgálata. Melyik antibiotikum a leghatásosabb, és melyikkel szemben ellenálló a vizsgált baktériumfaj?



13. A dió és allelopátiás hatóanyaga

Gondolkozz!



Az ázsiai származású harlekinkatica a hazánkban honos katicabogarakhoz hasonlóan levéltetvekkel táplálkozó ragadozó. Jóval falánkabb és szaporább európai rokonainál, ezért a levéltetvek elleni védekezés céljából az Egyesült Államokba és Európa több országába is betelepítették a mezőgazdasági területekre. Napjainkban már Magyarországon is védekezni kell túlszaporodása ellen, és megfigyelhető az őshonos katicabogarak egyedszámának jelentős csökkenése.

A szöveg és a kép alapján sorolj fel minél több, a jelenséggel kapcsolatban érintett populációt! Állapítsd meg, milyen kapcsolat van közöttük!

Az életközösségek szerkezetének alakulásában, változásaiban a populációk egymásra gyakorolt hatásai meghatározó jelentőségűek. A kölcsönhatások a populációk egymásra gyakorolt hatásai szerint lehetnek: versengés (-, -), predáció (+, -), élősködés (+, -), mutualizmus (+, +), asztalközösség (0, +) és amenzalizmus (0, -). Az életközösségekben kialakuló kapcsolati hálókat nagyban befolyásolják az életközösség stabilitását.

26. Összefoglalás



27.

Fény-, hőmérsékleti és vízellátási viszonyok

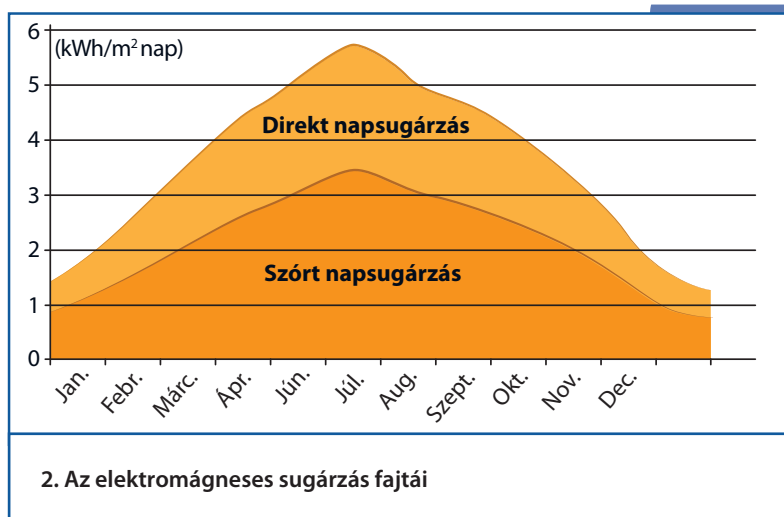
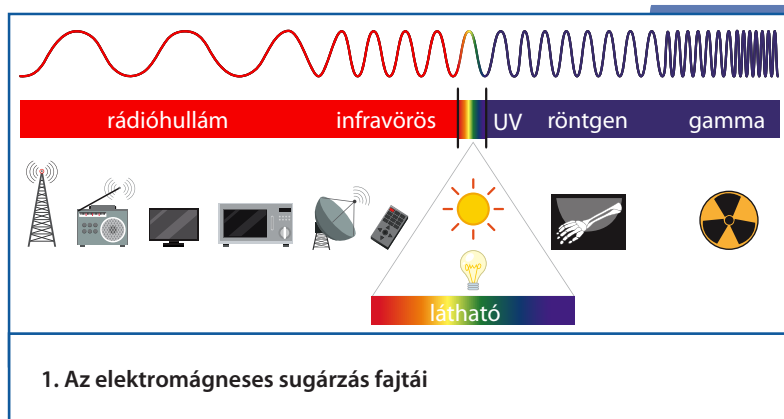
1. Mi határozza meg a földfelszín fény-, hőmérséklet- és vízviszonyait?
2. Hogyan alkalmazkodnak a növények a gyenge és az erősebb megvilágításhoz?
3. Befolyásolja-e az állatok életét a fény?
4. Hogyan tudnak védekezni a növények a magas és az alacsony hőmérséklettel szemben?

A fény

A Napból a földfelszínre érkező elektromágneses sugárzások (1. ábra) legnagyobb része a látható fény tartományába esik (380–780 nm). A látható fény egy része közvetlenül eléri a felszínt (**közvetlen fény**), más része a felhőkön vagy a levegő részecskéin szóródik (**szórt fény**) (2. ábra). Utóbbiban, mivel legfőképp a kék és ibolyaszínű fény szóródik, nagyobb az alacsonyabb energiájú, magasabb hullámhosszú vörös fényhullámok mennyisége, így kedvezőbben hat a fotoszintézisre (kisebb a melegítő hatása).

Egy terület fényviszonyait nemcsak a közvetlen és szórt fény aránya jellemzi, hanem a megvilágítás erőssége és a megvilágítás időtartama is. A fényviszonyokat legnagyobbbrészt a napsugarak földfelszínrel bezárt szöge (hajlásszöge) határozza meg, ezért az változik a földrajzi szélességgel vagy adott földrajzi szélességen az évszakokkal és a napszakokkal is. A fényviszonyokat módosíthatja a domborzat és a növényzet hatása vagy a tengerszint feletti magasság (légréteg vastagsága) is.

A látható félynél nagyobb energiájú ultraibolya (UV-) sugárzás nagy részét az ózonréteg kiszűri. A felszínre érkező UV-t mi, emberek



nem érzékeljük, ám vannak olyan élőlények (rovarok, rákok, halak, madarak egyes fajai), melyek fotoreceptorokkal képesek látni ezeket a sugarakat is, és így szerepet játszik a tájékozódásukban, táplálékszerzésükben.

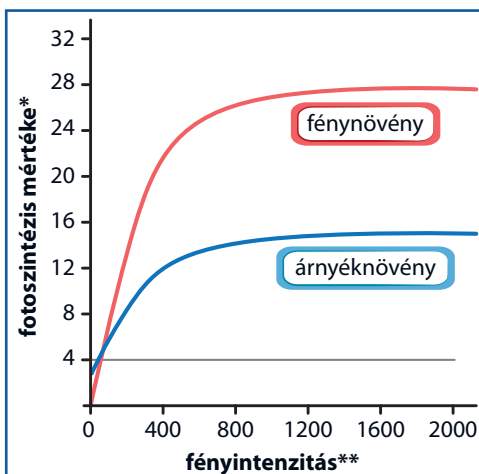
A növényfajok az evolúció során alkalmazkodtak élőhelyük fényviszonyaihoz, így megkülönböztethetünk fény- és árnyéknövényeket. Az **árnyéktűrő** növények úgy tudnak túlélni alacsonyabb fényintenzitás mellett is, hogy már kisebb fénymennyiség esetén is képesek több szén-dioxidot megkötni, mint amennyit a mitokondriumaikban a légzés során megtermelnek. Leveleikben több fotoszintetikus pigmentet találunk (főként klorofill-b-t és xantofillt), ez hatékonyabb fénybegyűjtést tesz lehetővé. Számukra az optimálisnál erősebb megvilágítás fénystresszt okoz, aminek következtében leveleik kifakulhatnak, elhalhatnak. A **fénykedvelő** növények az **árnyéktűrőkhöz** képest magasabb fényintenzitás mellett kezdenek el több szén-dioxidot megkötni, mint termelni (3. ábra).

A nap sötét és világos időszakainak hossza, váltakozása is befolyásoló tényező lehet a növények fejlődésére, szaporodására. Az ún. **rövid nappalos** növények akkor virágoznak, ha a sötét periódus (éjszakák) hossza meghalad egy kritikus értéket, és ezt a sötét periódust nem szakítja meg fényhatás. A **hosszú nappalos** növények akkor képesek virágozni, ha az éjszakák hossza nem halad meg egy kritikus értéket (4. ábra).

A sötét és világos periódusok váltakozása az állatvilágban is **bioritmus-szabályozóként** hat, hiszen meghatározza aktivitásuk időszakát. Léteznek éjjeli (éjjeli lepkék, denevérek, baglyok), szürkületkor (vörösbegy, bakcsó) és nappal aktív állatok. Míg a növények (kevés élősködő és szaprofita kivételével) képtelenek fény nélkül élni, addig az állatok között szép számmal találunk olyanokat, amelyek teljes sötétségben élnek (például vakondok, földikutya, barlangi vak bolharák).

Gondolkozz!

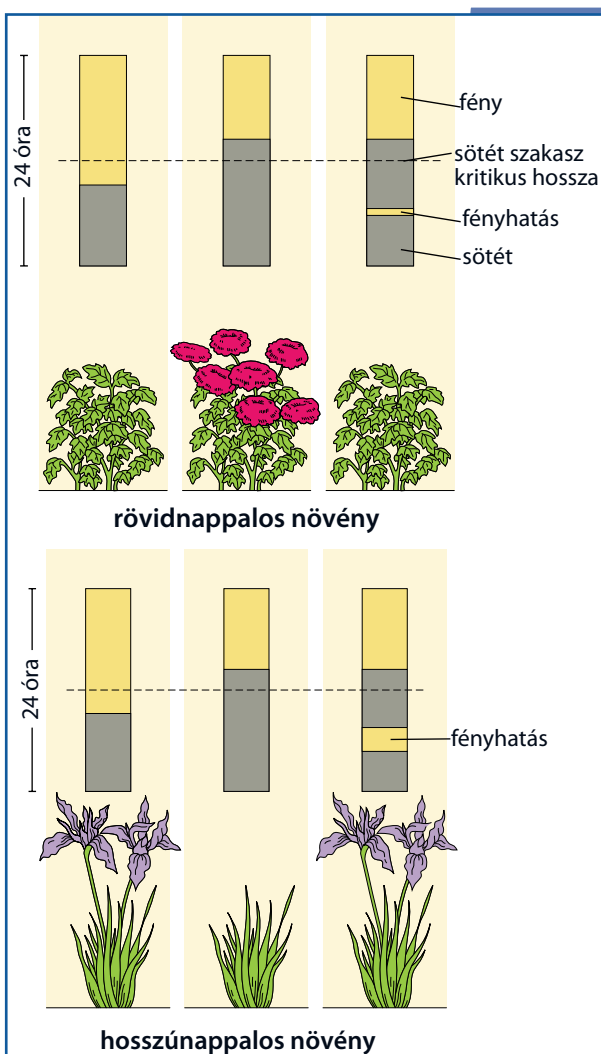
Mely földrajzi területen, mely szélességi körök mentén élnek a rövid, illetve hosszú nappalos növények?



* másodpercenként, négyzetméterenként megkötni szén-dioxid mikromolban mérve ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

** másodpercenként, négyzetméterenként beérkező fotonok mennyisége mikromolban mérve ($\mu\text{mol foton m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

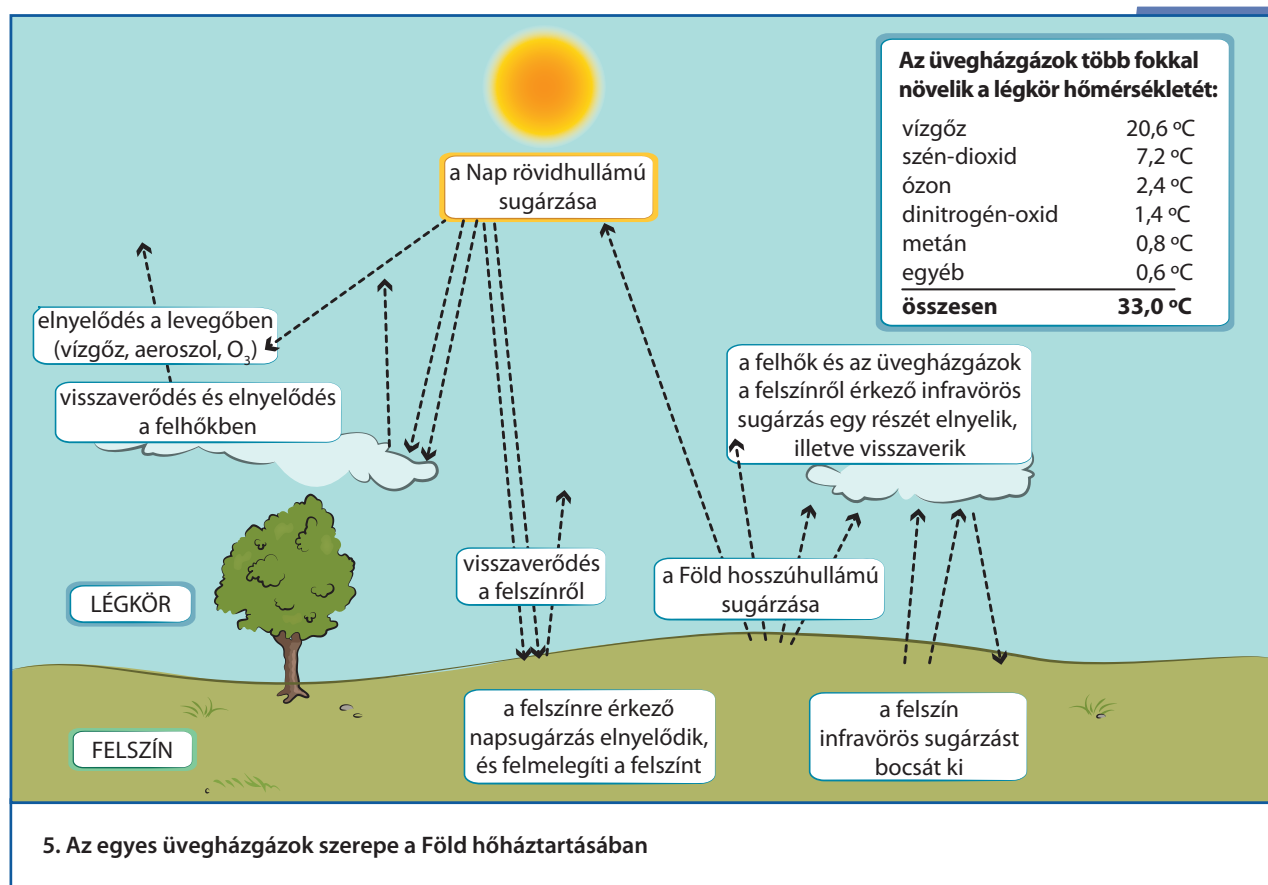
3. Két eltérő fényhasznosítási görbe



4. Rövid és hosszú nappalos növények virágzása a sötét és világos periódusok függvényében

A hőmérséklet

A Föld hőmérsékleti viszonyait alapvetően a napsugárzás határozza meg. A vizet és a talajt közvetlenül melegíti fel, a levegőt azonban közvetlenül csak nagyon kis mértékben képes felmelegíteni. A légkörön áthatoló napsugárzást a felszín elnyeli, és ezáltal felmelegszik. A felmelegedett földfelszín az energiát a felette lévő



légrétegnek vagy hűtadással, vagy infravörös kisugárással (a látható fénynél nagyobb hullámhosszú sugárzás) adja át. Az infravörös sugarakat a levegő bizonyos gázai (pl. vízgőz, szén-dioxid, metán, ózon) nem engedik át a világűr felé, hanem elnyelik vagy visszaverik (5. ábra). Ez az **üvegházhatás** jelensége, ami lehetővé teszi, hogy a Földön a levegő átlaghőmérséklete ne mínusz 15–20 °C legyen, hanem kb. +15 °C, megadva a lehetőséget így egykor az élet kialakulásának, majd fennmaradásának.

A hőmérsékleti viszonyokat – a fényviszonyokhoz hasonlóan – számos tényező módosítja, alakítja. Számít a földrajzi szélesség (az Egyenlítőtől a sarkok felé csökken az átlaghőmérséklet), a tengerszint feletti magasság (100 méterenként körülbelül 0,5 °C-kal csökken az átlaghőmérséklet), a kitettség (napsütötte domb- és hegyoldalak melegebbek, mint az árnyékos oldaliak), a felhőzet, a hóborítás, a növényzet.



Kísérletezz!

Építs talajból (vagy akár kartondobozokból) egy kisebb dombot déli és északi kitettségű oldalakkal! Tegyél a déli és az északi oldalára is egy-egy hőmérőt, és egy napsütéses napon olvasd le óránként a hőmérsékletet! Ábrázold grafikusán a mért eredményt! Mi a különbség a déli és az északi oldalon mért hőmérsékletgörbék között? Ismételd meg a mérést felhős napon is!

Nézz utána, magyarázd el!

Egymással rokon állatfajok külső megjelenésében többféle trend is megfigyelhető az Egyenlítőtől a sarkok felé haladva. Ezeket a jelenségeket fogalmazza meg az Allen-, a Bergmann- és a Gloger-szabály. Mit állapítanak meg ezek a szabályok?

**Barna medve**

testhossz: 140–280 cm, tömeg: 130–180 kg

**Jegesmedve**

testhossz: 200–300 cm, tömeg: 250–450 kg

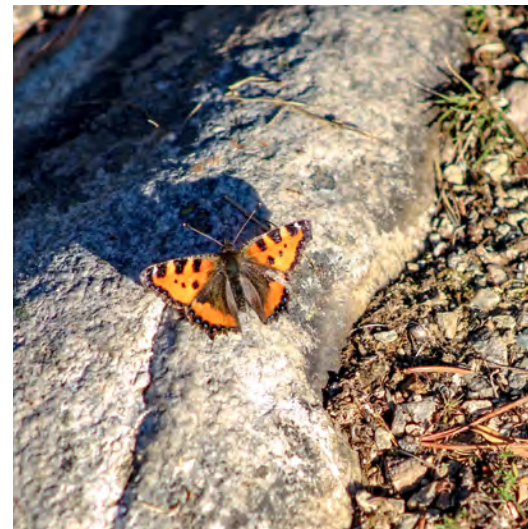
A nagy kiterjedésű vízfelületeknek pedig, a víz nagy hőkapacitása miatt, például az óceáni éghajlaton hőmérséklet-ingadozást csökkentő hatásuk van.

Az élő sejtek anyagcseréje a legtöbb esetben hőérzékeny, az enzimek, az ATP, a nukleinsavak magasabb hőmérsékleten nem stabilak, elveszíthetik működőképességüket. A hőhatás ellen az élővilág képviselői testfelépítésükkel, élettani folyamataikkal is védekeznek. Alkalmazkodóképességük és hőigényük meghatározza földrajzi elterjedésüket is.

A magasabb hőmérsékleten élő **növények** visszatükröző felületekkel (viaszréteg) csökkenthetik a hőelnyelést, párologtatással hűthetik vegetatív szerveiket, vagy a melegebb időszakokat átvészelve hőtűrő magvakat, terméseket fejleszthetnek. A párologtatást viszont nem mindig tudják alkalmazni, hiszen esetükben a hőhatást gyakran szárazság is kíséri, így a párologtatásból fakadó vízvesztés végzetes lenne számukra.

A hideg időszakhoz, a fagypon alatti hőmérsékletre a növények úgy tudnak alkalmazkodni, ha megakadályozzák a szöveteikben a jégképződést. A növényi sejtekben a jégkristályok képződéséhez ún. jégképződési pontokra van szükség, amiken az első jégkristályok kialakulhatnak, majd növekedhetnek. A hideg éghajlaton élő növényfajok egy része képes arra, hogy a jégképződési pont hőmérsékletét alacsony értékre, akár $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra szállítsa le.

Az állatok hőszabályozásuk fejlettségétől függően képesek alkalmazkodni a hőmérsékleti viszonyokhoz. A **változó testhőmérsékletű állatok** (halak, két-éltűek, hüllők) hőszabályozása fejletlen, testhőmérsékletük és tevékenységük időszaka a környezet hőmérsékletétől függ. Elterjedésüket ezért nagyban behatárolja az egyes területek hőmérséklete (6. ábra). Európában is megfigyelhető, hogy mediterrán vidékeken jóval magasabb a hüllőfauna sokfélesége, mint az északi sarkkör környékén. A változó testhőmérsékletű állatok hosszan tartó hidegebb időszakban gyakran kényszernyugalmi állapotba (téli álmom) kerülnek. Az **állandó testhőmérsékletű állatok** (madarak, emlősök) szélesebb körben képesek elterjedni, mivel fejlett hőszabályozással rendelkeznek, így az aktivitásukat nem befolyásolja közvetlenül a külvilág hőmérséklete.



6. A mérsékelt övezetben elterjedt nagy rókalepke melegszik egy kő napos oldalán

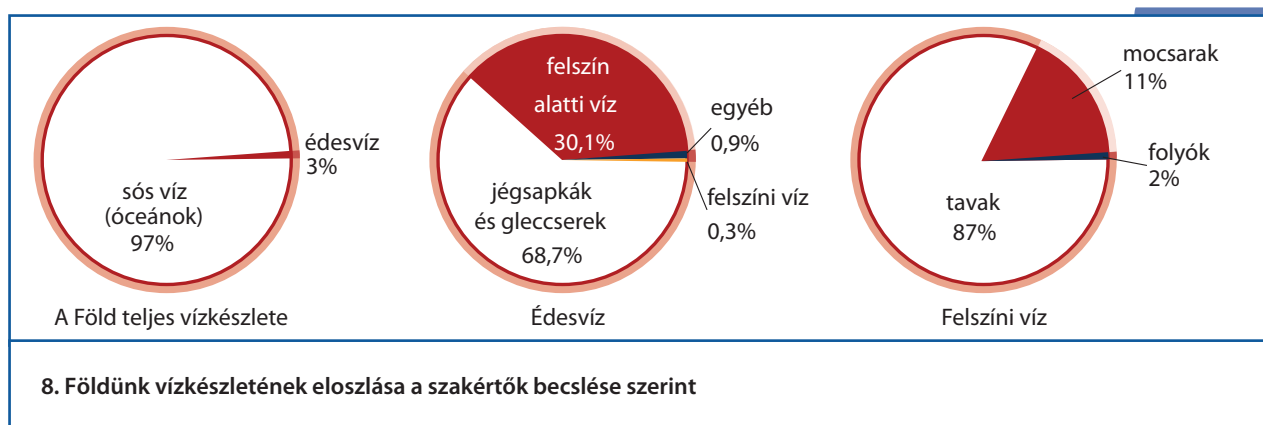
A víz

A víz az összes élőlény életjelenségeihez elengedhetetlen. Szükséges minden sejt életfolyamatához, a fotoszintézishez, az anyagszállításhoz, a hőszabályozáshoz. Jelentősen befolyásolja, meghatározza a fajok elterjedését.

A felszíni és felszín alatti vizek, a hegyvidékek és sarkvidékek állandó hó- és jégtakarója hozza létre a hidroszférát, a Föld vízburkát. A vízkészletek csaknem 3%-a édesvíz (7. ábra), a többi része tenger és óceán (8. ábra), melyek vize átlagosan kb. 3,5%-os sótartalmú. Ezen kívül a víz jelen van talajoldatként a talajban és vízgőzként a levegőben is.



7. A földi édesvíz nagy része fagyott állapotban található



A felszíni vizekben otthonra lelő élőlények számára mind a víz fizikai, mind kémiai tulajdonságai környezeti tényezőként hathatnak. Fizikai tulajdonság a víz átlátszósága, hőmérséklete, sűrűsége, s főként a mélyebb vizekben nem elhanyagolható hatás a vízoszlop által kifejtett nyomás. A kémiai tulajdonságok közül meghatározó lehet a víz ásványianyag-tartalma, a vízkeménység, a vízhőmérséklettől függő oldottóxi- és szén-dioxid-tartalom, a kémhatás és a szennyező anyagok jelenléte.

A szárazföldön a vízviszonyok kialakításában szerepet kapnak a terület hőmérsékleti viszonyai, a csapadékmennyiség, a szeles időszakok időtartama és intenzitása, a növénytakaró minősége és mennyisége.

Következtess!

Hogyan alkalmazkodnak a vízi, a mocsári, a közepes vízellátottságú és a szárazságtűrő növények szöveti felépítésükben a vízbőséghöz, illetve a vízhiányhoz? Mely szöveti struktúrák (pl. kutikula, gázcserenyílás) vagy szövettípusok (pl. víztartó és levegőztető alapszövet) hiányozhatnak vagy lehetnek jellemzőek az egyes típusokban?



A sulyom levéllyelein lévő duzzanatok a növény lebegését biztosítják

A növények alkalmazkodóképesség szempontjából lehetnek változó és állandó vízállapotú növények (9. ábra). A **változó vízállapotú növények** nem tudják szabályozni vízfelvételüket és -leadásukat, testük víztartalma környezetük vízállapotától függ. Egyes fajaik jól tűrik a kiszáradást, ilyenkor anyagcseréjük lelassul, majd kellő csapadék esetén újra gyorsan és elegendő mennyiségű vizet vesznek fel életműködésük helyreállításához. Ebbe a csoportba főleg a szövetes szerkezettel még nem rendelkező növények tartoznak (algák, mohák). A szövetes növények **állandó vízállapotúak**, az élőhelyük ingadozó víztartalma ellenére állandó értéken tudják tartani víztartalmukat, mivel vízfelvételük, vízraktározásuk, vízszállításuk és párologtatásuk szabályozható (harasztok, nyitvatermők, zárvatermők). Vízigény szempontjából további csoportokba sorolhatók. Lehetnek vízi, mocsári, közepes vízellátottságú és szárazságtűrő növények.

A víz az állatok elterjedéséhez és életműködéséhez is nélkülözhetetlen. Az állatok általában vagy édesvíziek, vagy tengeriek, ritka, hogy valamely állatfaj mindkétféle vízben meg tudjon élni (10. ábra). A szárazföldi állatok elterjedése függ egyrészt a kültakarójuk felépítésétől, annak vízmegtartó képességétől (pl. kutikula, szaruréteg), másrészt a víztől függő vagy független szaporodás módjuktól (11. ábra).

Az állatok eltérő módon viselik el a vízvesztést. A gerinctelen állatok, mint a csigák, rovarok testük akár 60%-os vízvesztését is tolerálják, míg az emlősök életét már a 15-20%-os vízvesztés is veszélyezteti.

11. A Namib-sivatagban élő ködivő bogár extrém módon alkalmazkodott a szárazsághoz: Szárnyai összenőttek, kitinpáncélját viaszos réteg fedi. Páncélja mintázata a lecsapódó harmatot a szájához vezeti.



Nézz utána!

Két jól ismert halfaj, az angolna és a lazac édesvízben és tengervízben is előfordul. Életük mely szakaszát töltik az édes-, illetve a sós vízben? Van-e különbség ezen a téren a két halfaj között?



9. Zuzmók (változó vízállapotúak) és kaktuszok (állandó vízállapotúak) Tenerife szigetén



10. A rücskösfarkú disznódelphin édesvízi tavakban, folyókban és a tengerek partmenti vizeiben is otthon érzi magát

A fény az egyik legfontosabb környezeti tényező, hiszen energiát szolgáltat a növények fotoszintéziséhez, illetve meghatározza számos állat aktivitási időszakát is. A növények különböző módokon képesek alkalmazkodni a fény hiányához vagy éppen az erősebb/hosszabb megvilágítású helyekhez. Megkülönböztethetünk árnyéktípusú és fénytípusú növényeket, rövid és hosszú nappalos növényeket.

A fény szerepet kap a Föld hőmérsékleti viszonyainak a kialakításában is, hiszen a fény energiájával felmelegített földfelszín hőkisugárzása, illetve infravörös kisugárzása által kialakuló üvegházhatás alakítja ki bolygónk élhető hőmérsékleti körülményeit.

A víz az összes élőlény életjelenségeihez nélkülözhetetlen. Mivel a földi vízkészleteknek csak nagyon kis hányada hasznosítható az élővilág számára, ezért sokszor erőteljes versengés figyelhető meg a fajok között a vízkészletekért.

27. Összefoglalás



28. A levegő

1. Mely gázok alkotják a levegőt? Közülük melyek korlátozhatják leginkább az egyes fajok populációinak a szaporodását vagy az életközösségeknek a kialakulását?
2. Mitől alakulnak ki a savas esők?
3. Mely légköri feltételek vezetnek szmogképződéshez?
4. Mi az ózonpajzs és az ózonlyuk?

Hangolódj rá!

A levegő mint gázkeverék összetételét foglalja össze az alábbi táblázat.

Az élőlények mely élettévékenységéhez van szükség az oxigénre? A bioszféra minden részén azonos mennyiségben áll rendelkezésre? Mely élőlények nem igénylik az oxigént élettévékenységükhöz?

Mi lehet a levegő szén-dioxid-tartalmának a forrása? Az élőlények mely élettévékenysége növeli, illetve csökkenti a levegő szén-dioxid-mennyiségét?

Gáz	Térfogatszázaléka a levegőben
nitrogén	78%
oxigén	21%
argon	0,9%
szén-dioxid	0,03%
egyéb gázok (pl. neon, hélium, kripton, metán)	0,07%

A levegő fizikai hatásainak és összetételének köszönhetően az alapvető környezeti tényezők közé tartozik. A levegő gázösszetétele évmilliók alatt alakult ki, és ma is változik.

A levegő összetétele

A levegő **nitrogéntartalma** (78%) a legtöbb élőlény számára nem számít környezeti tényezőnek, mivel közvetlenül nem hasznosítják, a térfogatarány megváltozása nem befolyásolja életkörülményeiket. Ugyanakkor nagyon fontosak azok a mikroorganizmusok, melyek képesek a levegő nitrogénjét megkötni (nitrogénkötő baktériumok és egyes kékbaktériumok), és a növények számára felvehető szervesetlen nitrogénvegyületté, ammóniává alakítani.



1. A csupasz turkálók sok szempontból különleges rágcsálók, többek között olyan magas szén-dioxid koncentrációt is elviselnek, ami más emlős számára már halálos



Kísérletezz!

Átokhínárból vágj le öt azonos tömegű, nagyjából azonos levélszámú darabot, és helyezd őket egy-egy kémcsőbe! Az egyik kémcsőbe tölts desztillált vizet, a többibe különböző koncentrációjú (0,1%, 1%, 2% és 5%-os) nátrium-hidrogénkarbonát oldatot!

A víz és az oldatok fedjék el a növényi részeket, és legyenek azonos térfogatúak! A kémcsöveket helyezd fényforrás elé, mindegyiket azonos távolságra. Tíz perc elteltével számold meg az egy perc alatt keletkező buborékokat! Minden kémcső esetén legalább háromszor mérj, majd a buborékszámátlagokat (a fotoszintézis mértékét) ábrázold a CO_2 -koncentráció függvényében grafikonon!

Magyarázd el!

Mi volt a vizsgálatban a független, a függő és a rögzített változó? Mi az összefüggés a CO_2 -koncentráció és a fotoszintézis között? Mit gondolsz, van-e olyan CO_2 -koncentráció, ami felett már hiába növelnénk a koncentráció mértékét, nem fokozódna a fotoszintézis mértéke? Mi lehet ennek az oka?

A légköri **oxigén** (21%) a biológiai evolúció eredményeképp érte el mai szintjét, az élet megjelenése előtt nem volt jelen a légkörben. A fotoszintézis oxigéntermelése viszont lehetővé tette az élővilágban a biológiai oxidáció kialakulását, s ezáltal a hatékonyabb energiatermelést az élőlények számára. A szárazföldön a tengerszint körüli magasságokban bőségesen áll rendelkezésre, így nem számít korlátozó tényezőnek, ellenben a magashegységekben az alacsonyabb oxigénkoncentráció és oxigénnyomás már megnehezíti az élőlények életben maradását. Vízben az oxigén rosszul oldódik, oldódását a hőmérséklet is befolyásolja. Így a vízi életközösségekben (tavak, folyók, patakok, tengerek) az oxigén limitáló tényezőnek számít.

A **szén-dioxid** elengedhetetlen a fotoszintézishez. Korábban a levegő CO_2 -tartalma jóval magasabb volt, de a fotoszintetizáló élőlények megjelenése és elterjedése után mennyisége lecsökkent. Jelenléte fontos még az üvegházhatás miatt is, ami nélkül nehezen lehetne elképzelhető a földi élet. Bár százalékos aránya (0,03–0,04%) alacsony, mégsem tekinthető korlátozó tényezőnek, mivel nagyon sokféle forrásból (légzés, vulkáni tevékenység, erdőégetés, fosszilis energiahordozók hasznosítása) nőhet a mennyisége a levegőben, és csak a fotoszintézis csökkenti (2. ábra). A szén-dioxid a vízben oldódva hidrogén-karbonát-ion (HCO_3^-) formájában a vízinövények számára jelent szénforrást a fotoszintézishez.

A **vízgőz** szintén üvegházhatású, ezenkívül pedig alapvető szerepet játszik a víz körforgásában, az időjárási jelenségek, csapadékok létrehozásában. A levegő páratartalma számos élőlény számára környezeti tényező (ld. foltos maláriaszúnyog).



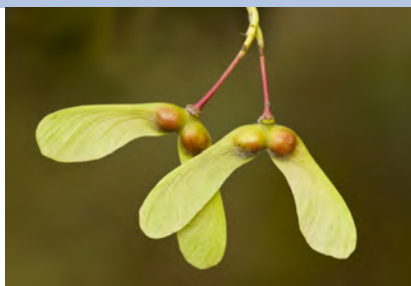
2. A hőerőművekben keletkező szén-dioxidot üvegházakba vezetve jelentősen növelhető a terméshozam

Idézd fel!

Az ökoszisztémák szénkörforgásában mely folyamatok növelik, illetve csökkentik a levegő szén-dioxid-tartalmát? Mi a feltétele annak, hogy a levegő szén-dioxid-tartalma hosszú távon állandó maradjon?

A levegő fizikai tulajdonságai

A levegő fizikai tulajdonságai közül a hőmérséklet és a légáramlás, vagyis a szél a legfontosabb környezeti tényező. A légkör helyi nyomáskülönbségei hozzák létre a levegő vízszintes irányú áramlását, vagyis a szel. A szél fokozza a párologtatást, ezáltal befolyásolja a növények vízháztartását, a virágpor, a magok, és a termések szállításával szerepe lehet a szaporodásukban (3. ábra). A szél hat az állatok mozgására és elterjedésére is, segítheti vagy nehezítheti a madarak repülését, a repülő rovarokat pedig messzebb sodorhatja eredeti élőhelyüktől. Az erős, orkánerejű szelek és a tornádók nagy károkat is okozhatnak a növényzetben, akár élőhelyek is megszűnhetnek hatásukra (4. ábra). A levegő függőleges irányú áramlása a vitorlázó madarak energiahatékony helyváltoztatását segíti elő (5. ábra).



3. A juhar és a gyermekláncfű repítőkészüléke mindenki számára ismerős



4. A szél pusztító hatása a Tatra hegységben



5. Dolmányos albatrosz. Rokonaihoz hasonlóan naponta akár ezer kilométert is megtesz egyetlen szárnycsapás nélkül, pusztán a légáramlatokat kihasználva

A levegőben található gázok közül a nitrogén a legtöbb élőlény számára nem hasznosítható. A légkör nitrogénjét a nitrogénkötő baktériumok és kékbaktériumok alakítják át ammóniává, és így hasznosítható nitrogénforrássá az élővilág számára.

Az oxigén a fotoszintézis révén dúsult fel a levegőben. A tengerszint körüli magasságokban általában nagy és elegendő mennyiségben van jelen, lehetővé teszi légzést, vagyis a biológiai oxidációt, amely révén az élőlények az erjedéshez képest nagy mennyiségű energiát (ATP) képesek maguknak előállítani.

A szén-dioxid mennyisége befolyásolja a fotoszintézis intenzitását, a levegő szén-dioxid-koncentrációjára pedig kihat a növényzet kiterjedtsége.

A levegő vízgőztartalma erősen változó, ezáltal vesz részt a víz körforgásában. A vízgőz és a szén-dioxid okozza az üvegházhatás nagy részét, az ózonnal, a metánnal és a dinitrogén-oxiddal együtt felelős az üvegház jelenség csaknem teljes egészéért.

28. Összefoglalás

29. A talaj

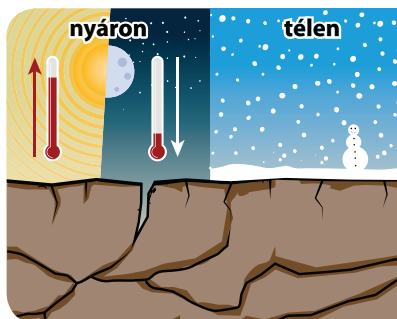
1. Mi a talaj? Hogyan lesz a felszíni kőzetekből talaj?
2. Miért alkalmasak vagy alkalmatlanok egyes talajtípusok a talajművelésre, a mezőgazdasági termelésre?
3. Hogyan befolyásolhatja, károsíthatja az emberi tevékenység a talaj tulajdonságait?

Hangolódj rá!

Tavasszal a virágládákba családdal muskátlit ültettek. A kertészetben többféle virágföldet is árulnak (A – savanyú föld, B – semleges föld, C – enyhén meszes, lúgos föld). Mi alapján és melyiket ajánlja számotokra az eladó? Ahhoz, hogy a muskátli gazdagon virágozzon, tápoldatot is javasolnak. Mely tápanyagokat kell tartalmaznia a tápoldatnak? Miért elég kéthetente csak egyszer öntözni vele, és nem szabad minden locsolást a felhígított tápoldattal végezni?

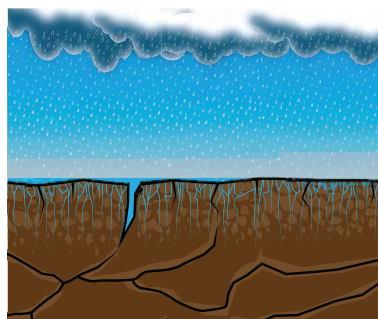
A **talaj** a földkéreg legfelső, termékeny rétege. Termékenynek nevezzük, mivel a talaj látja el a növekedéshez és szaporodáshoz szükséges tápanyagokkal és vízzel a növényeket. Vastagsága a néhány centimétertől (sziklagyepek talajai) a több méterig (agyagos talajok) változhat.

A **talajkialakulás** (1. ábra) folyamatára a kőzettani, éghajlati és biológiai folyamatok együttesen hatnak. Először az alapkőzet **fizikai aprózódása** indul meg. A kőzetekben a különböző ásványok hőtágulása nem egyforma, hőmérséklet-



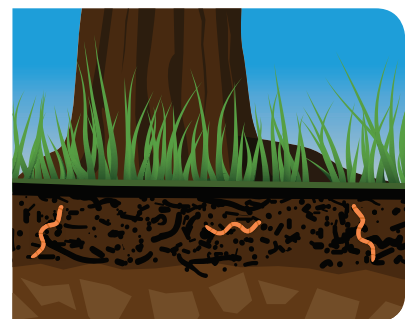
Aprózódás

A hőingás és a fagy hatására a kőzet megrepedezik, szemcsék töredeznek le róla.



Mállás

Az apró kőzetszemcsék ásványai víz jelenlétében átalakulnak, megváltozik az összetételük.

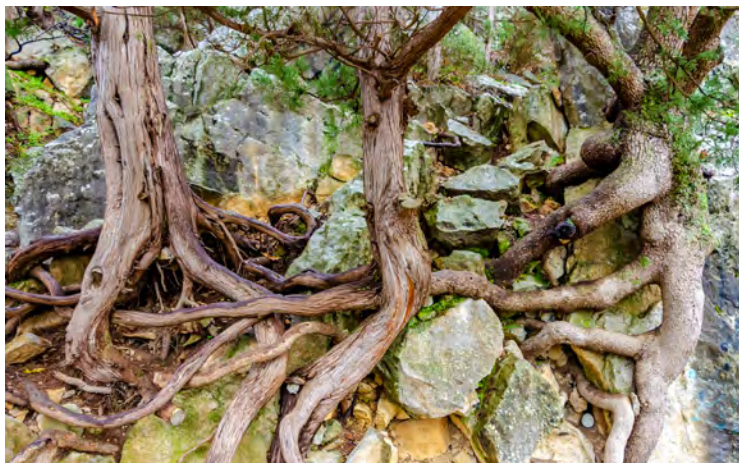


Humuszosodás

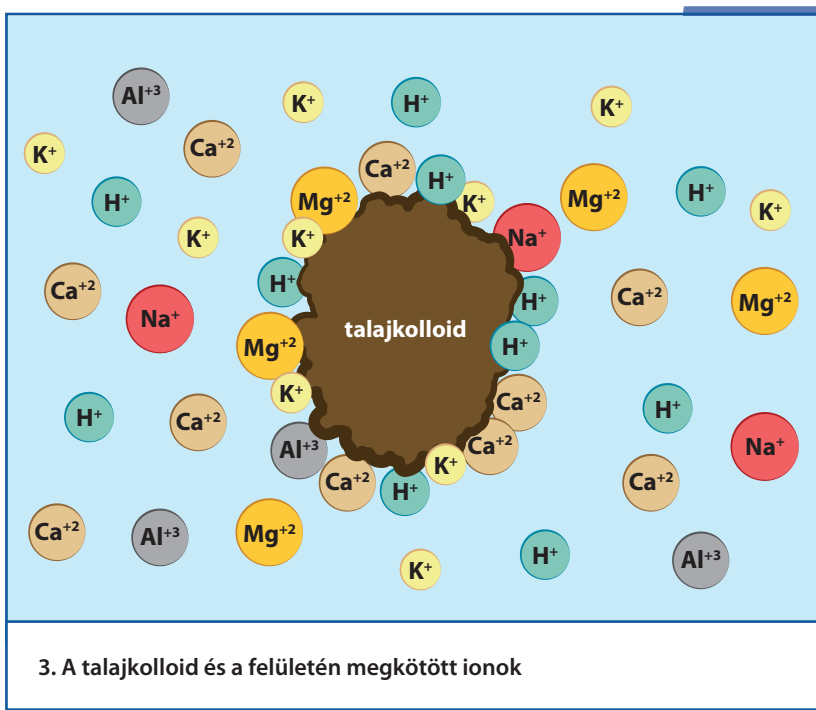
A megtelepedő élőlények szerves anyagait a talajlakó élőlények részben lebontják, átalakítják. Ebből jön létre a humusz, ami sokféle, hosszú molekulájú széntartalmú vegyületből áll.

1. A talaj kialakulásának folyamata

ingadozás hatására ezek az ásványok eltérő módon terjednek ki és húzódnak össze. A különböző ásványianyag-szemcsék között ez feszültséget idéz elő, ami repedések kialakulásához vezet. A repedésekben aztán a víz fagyása és térfogat-növekedése is olyan nagy erővel hat, hogy a kőzetek tovább aprózódnak. A fizikai aprózódás körülbelül 0,01 mm-es szemcseátmérőig mehet végbe, az ennél kisebb részecskék már **kémiai mállás** során keletkeznek. A kémiai mállás során már nemcsak a szemcseméret változik, hanem annak kémiai összetétele is. Fő folyamata az oldódás, melyben a víznek, illetve a szén-dioxiddal szén-savat képző víznek van nagy szerepe. Mész-kőhegységeken az oldási folyamatok vezetnek a karsztjelenségekhez. A levegővel érintkezve pedig redoxireakciók játszódhatnak le. A kémiai mállás végeredménye az agyag. A **biológiai mállás** során további fizikai és kémiai változások történnek, az eddigiekhez képest a fő különbség az, hogy a mállást okozó szén-sav és egyéb savak biológiai tevékenység révén jönnek létre (2. ábra). A biológiai mállásban elsősorban baktériumok, zuzmók, mohák, gombák és egyéves lágyszárúak játszák a fő szerepet. A megtelepedő élőlények elhalt anyagaiból humuszsavak képződnek, melyek összességében a sötét színű **humusz**. A humusz szerves anyagai kolloid méretűek (1–500 nm), mérsékelt éghajlati övön általában negatív töltésűek. Fajlagos felületük nagy, ezért **víz és ionokat, ásványi anyagokat kötnek meg** (3. ábra). A humusztartalom javítja a talaj szerkezetét, levegőssé teszi, fokozza a vízmegkötő képességét, nehezíti a tápanyagok kimosódását. Az elhullott élőlények maradványai fokozatosan növelik, a humusztartalom ásványosításában szerepet játszó mikroorganizmusok pedig folyamatosan csökkentik talaj humusztartalmát, kialakítva ezzel a humuszképződés és -bontás dinamikus egyensúlyát.



2. Biológiai hatás a talajképződésben. A gyökér növekedése aprózza, a gyökérsavak mállasztják az alapkőzetet



3. A talajkolloid és a felületén megkötött ionok

A talaj tulajdonságai

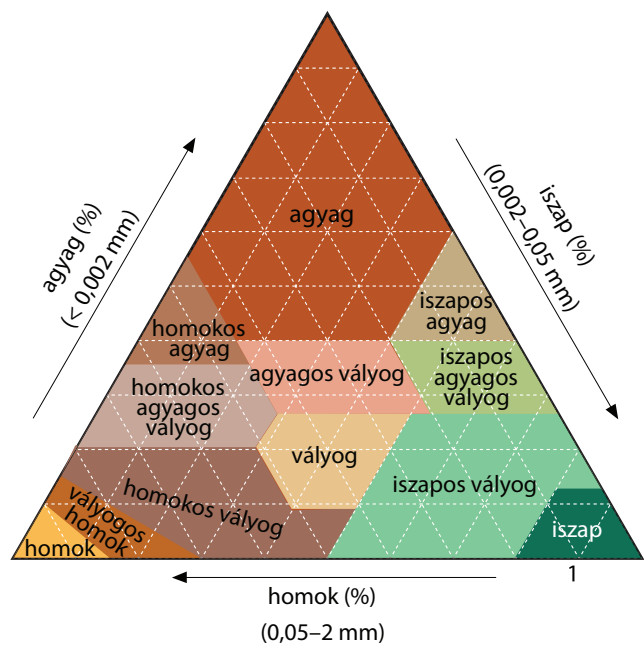
Az aprózódás és a mállás folyamatainak következményeként a talajban különböző méretű szemcsék vannak jelen. A szemcseösszetétel a talajok számos tulajdonságát meghatározza (4. ábra).

Szemcseméret neve	Szemcseméret	Vízáteresztő képesség	Víztartó képesség
durva homok	0,5–2 mm	nagyon jó	nagyon gyenge
finom homok	0,0–0,5 mm	jó	gyenge
iszap	0,002–0,05 mm	rossz	erős
agyag	0,002 mm >	nagyon rossz	nagyon erős

4. A talajszemcsék tulajdonságai

Az egyes **szemcseméretek arányai** alapján történik a talajok fizikai osztályozása (5. ábra). A talajkolloid-részecskék felületén erősen megkötődő víz nem hasznosítható a növények számára. A kolloidok felületén kötődő kationok viszont meghatározzák, hogy a talajszemcsék össze tudnak-e tapadni vagy sem, s ezáltal létre tudnak-e hozni olyan kapilláris hálózatot, ahonnan az ún. kapilláris víz már jól felvehető a növényeknek. A talajkolloidokhoz kötődő Na^+ - és K^+ -ionok nem engedik a kolloidok összetapadását, a Ca^{2+} - és Mg^{2+} -ionok viszont igen, s ezáltal morzsálékossá és kapillárisokban gazdaggá teszik a talajt.

Fontos tényező a növényvilág és a talajban élő állatok részére a talaj kémhatása (6. ábra). A **kémhatás** függ az alapkőzettől (pl. vulkanikus kőzeten általában savas, mészkővön és dolomiton bázikus talaj alakul ki), de befolyásolhatja a talaj pH-ját a növényzet is, például a fenyőerdők lehulló tűlevelei lebomlásuk során savanyítják a talajt. A kémhatás nagy hatással van a növények életére; egyes fajok a savanyú talajokat kedvelik/tűrik, mások a bázikus talajokat. A növények pH-toleranciájáról az ökológiai mutatók közül az R érték ad információt számunkra (ld. Növényismeret könyv adatbázisa).



5. A talajok fizikai osztályozása

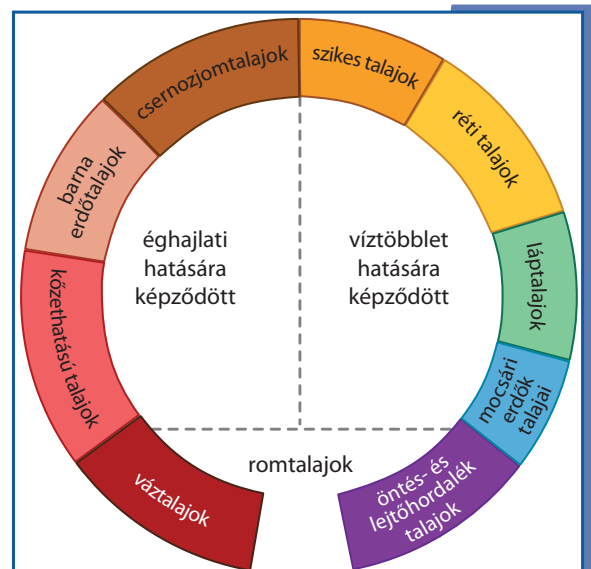
savanyú (savas)	erősen savanyú	pH < 4,5
	savanyú	pH = 4,5 < 5,5
	gyengén savanyú	pH = 5,5 < 6,8
semleges	semleges	pH = 6,8 < 7,2
	gyengén lúgos	pH = 7,2 < 8,5
lúgos (bázikus)	lúgos	pH = 8,5 < 9,0
	erősen lúgos	9,0 < pH

6. A talajok kémhatása

Magyarország főbb talajtípusai

A talajokat a különböző szemcseméretarányokon kívül (fizikai osztályozás) fejlődési típusaik szerint is osztályozhatjuk (genetikai osztályozás). Ez alapján megkülönböztetünk romtalajokat (a talajfejlődést külső vagy belső tényezők akadályozzák), éghajlati hatásra képződött zonális és a víztöbblet hatására képződött azonális talajokat (7. ábra).

Középhegységeink és dombvidékeink erdeinek leggyakoribb talajtípusa a **barna erdőtalaj**. Kialakulásában szerepe van az éghajlati tényezőknek (csapadékmennyiség), az erdő növényzete által teremtett mikroklímának és az elhalt szerves anyagokat lebontó gombáknak. Humuszban gazdag, jó vízgazdálkodású, savanyú kémhatású talaj, az erdők kiirtása után mezőgazdasági művelésre alkalmas. Az alföldi **mezőségi (csernozjom) talajok** a legalkalmasabbak a szántóföldi művelésre, mivel kellően morzsálékosak, humusztartalmuk magas, termőrétegük vastag, vízgazdálkodásuk és tápanyag-szolgáltató képességük kiváló, semleges vagy gyengén lúgos kémhatásúak. A Kiskunságban, a Nagykun-



7. A talajok genetikai osztályozása

ságban és a Kisalföldön előforduló **szikes talajok** kialakulásában a talajvíz talajfelszínhez való közelsége, sóartalma (Na_2CO_3) és a talaj víztartalmának erőteljes párolgása játssza a fő szerepet (8. ábra). A szikesedést okozó Na^+ -ionok miatt a talajkolloidok nem tapadnak össze, a talaj nem lesz morzsalékos, és minimális a talajkapillárisok mennyisége. Ezért a szikes talajok termékenysége alacsony, növénytermesztésre nem alkalmasak.

Ha a talajok az év egészében állandó vízborítás alatt képződtek vagy a vízmentes időszakokban is vízzel telítettek voltak, **láptalajokról** beszélünk. Az állandó vízhatás miatt az elhalt növényi maradványok anaerob körülmények között bomlanak le. Ilyenkor a humuszképződést tözgeketkezés kíséri. A tözeg a részlegesen elbomlott növényi szervesanyag felhalmozódását jelenti, amelyben sokszor a növényi maradványoknak még a sejtszerkezete is megőrződött. A láptalajok kémhatása savanyú, az állandó nedvesedés miatt a szerves nitrogénvegyületekből nem szabadul fel mindig elegendő, a növények számára hasznosítható szervetlen-nitrogén-forrás. A rovaremészítő növények éppen ezért a rovarok kitinpáncéljából pótolják nitrogénszükségletüket (9. ábra).

Következtess!

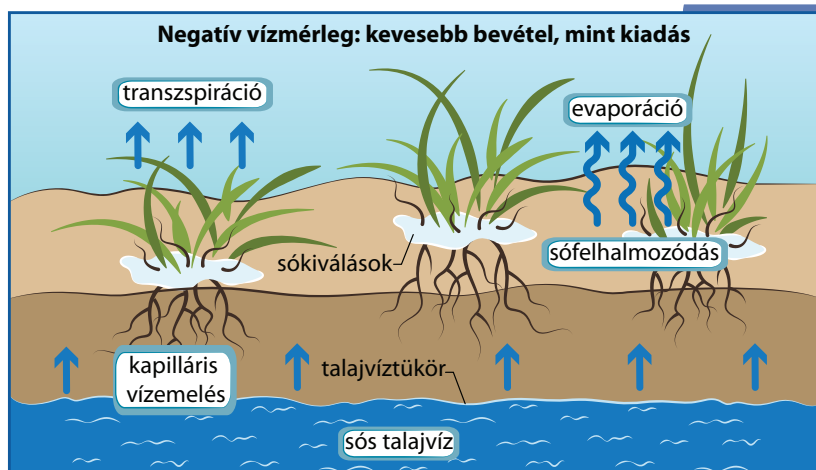
A szikes talajok felső rétegei agyagszemcsékben gazdagok. Hogyan befolyásolja ez a szikesek vízgazdálkodását? A szikes talajokban magas a Na_2CO_3 -koncentráció. Savas, semleges, vagy lúgos kémhatású lesz ettől a talaj?

Nézz utána!

Mit jelent a szolonyec és a szoloncsák típusú sófelhalmozódás?

Mely nemzeti parkjaink fő értékei a szikes tavak és a szikes puszták?

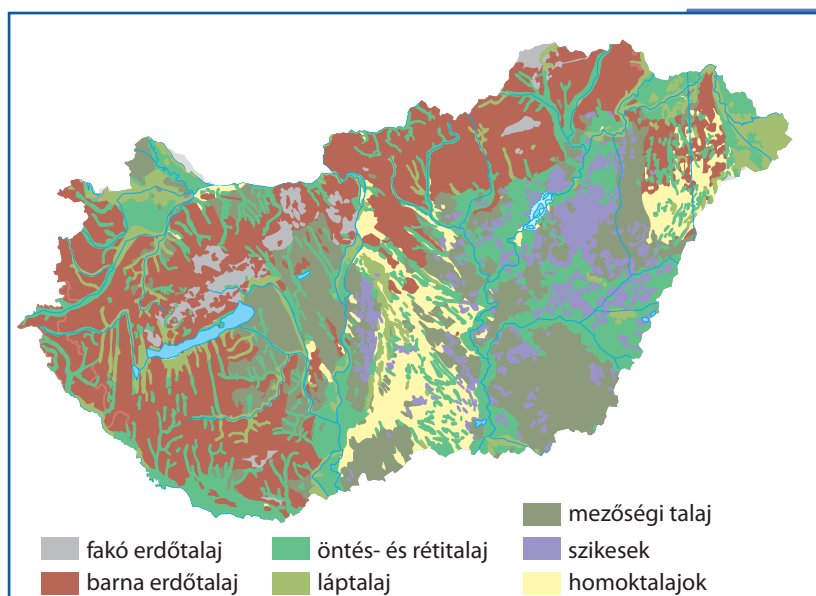
Mely madárfajok kötődnek erősen a szikesek életközösségeihez?



8. A szikesedés folyamata



9. Kereklevelű harmatfű szitakötő zsákmányával



10. Magyarország főbb talajtípusai

Kísérletezz!



1. A talaj kémhatásának vizsgálata:

Mérij zárható üveg- vagy műanyag edénybe 6 g talajt, és adj hozzá 15 ml kiforralt desztillált vizet. Lezárás után erőteljesen rázd 5 percig a palackot, majd 5 percig hagyd ülepedni a szuszpenziót.

Az 5 perces várakozás után műszeres pH-mérővel vagy univerzális indikátorpapírral mérd meg az oldat kémhatását!

Az oldat tisztájából tegyél egy-egy cm³ mennyiséget egy-egy kémcsőbe. Az egyikhez adj egy csepp 0,02 m/m%-os metilvörös, a másikhoz egy csepp 0,04 m/m% brómtimolkék indikátoroldatot!

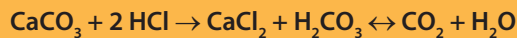
Az eredményeket az alábbi szempontok szerint rögzítsd a füzetedben:

a talajminta származási helye; pH-mérő műszerrel/indikátorpapírral mért érték; a metilvörös indikátor színe a talajkivonatban; a brómtimolkék indikátor színe a talajkivonatban;

2. Talajok mésztartalmának mennyiségi meghatározása:

A mésztartalomnak (CaCO₃) fontos szerepe van a talajban. Szabályozza a talaj kémhatását, talajszerkezetjavító anyag, képes megkötni egyes toxikus anyagokat.

A CaCO₃-t sósavval reagáltatva a következő kémiai reakció játszódik le:



Mérd meg egy 100 cm³-es főzőpohár tömegét, majd mérd bele pontosan 10,0 g talajmintát.

Mérd le egy másik, üres főzőpohárba állított üres kémcső tömegét is, majd a kémcsövet töltsd meg 20 cm³ 10%-os sósavval, és beleállítva a főzőpohárba, mérd meg újra a tömegüket.

Ezután a talajmintára öntjük a sósavat; a talaj mésztartalmától függően pezsgést, habzást fogsz tapasztalni, miközben CO₂ képződik a fenti egyenlet szerint. A reakció lejátszódása után (ha a pezsgés befejeződött) mérd meg a főzőpohár és a benne lévő anyag együttes tömegét. A tapasztalható tömegcsökkenés a távozó CO₂ tömegével lesz egyenlő. Ebből kiszámítható talaj CaCO₃-tartalma %-ban megadva.

Elemezd! Meséld el!

Elemezd és értelmezd a szikesedés ábráján a folyamatokat, majd meséld el társaidnak is a természetes (elsődleges) szikesedés menetét!

Válj szakértővé!

A talajokban emberi hatásra is beindulhat a szikesedés folyamata (másodlagos szikesedés). Miért okozhat szikesedést a helytelen öntözés, a folyószabályozás, a helytelen műtrágyázás és a túlleltetés?

A talaj a földkéreg legfelső, termékeny rétege. Kialakulásának lépései: fizikai aprózódás, kémiai és biológiai mállás. A talaj tulajdonságait meghatározza a különböző mérettartományba eső talajszemcsetípusok aránya, a víztartalom, a képződő humusz mennyisége, az ásványianyag-tartalom, a kémhatás. A talajok osztályozhatók a különböző szemcseméretarányok és a kifejlődésük alapján is. A talaj tulajdonságai nagyban meghatározzák a rajtuk kialakuló növényzet típusát, ami természetesen kihat az állatvilágra.

29. Összefoglalás