



# DIGITÁLIS ÁLLATKERT ZOOTANODA

ZOOPEDAGÓGIAI CSOPORT



A Digitális Állatkert tanároknak készült sorozatával az állatkerti pedagógiai foglalkozásokat, tanulmányi vezetéseket is szeretnénk megidézni, amennyire lehet, pótolni. Népszerű oktatási témáinkhoz készítettünk letölthető és a digitális iskolai órákon felhasználható segédanyagokat, amelyeket elsősorban a pedagógusoknak szántunk, de a gyerekekkel otthon foglalkozó szülők is hasznát vehetik. A csomagok a tananyaghoz illeszthető ismereteket, állatainkkal kapcsolatos érdekességeket, a gyerekeknek adható feladatokat, módszertani ötleteket, valamint filmek és forrásanyagok linkjeit tartalmazzák. Az anyagok letölthetők, nyomtathatók, összefűzhetőek, és a járvány elmúltával az állatkerti iskolai programok, tanulmányi órák során is jól használhatók.

- 1. BEVEZETŐ. AZ ÉRZÉKELÉS BIOLÓGIÁJÁRÓL  
12. O. ÉRETTSÉGI SEGÉDANYAG**
- 2. AZ ÉRZÉKELÉS BIOLÓGIÁJÁRÓL EGYSZERŰBEN (7-8. O.)**
- 3. ÁLLATI SZUPERÉRZÉKEK**
- 4. NÉHÁNY ÉRDEKES TÉNY AZ ÁLLATKERTBEN IS MEGFIGYELHETŐ  
ÁLLATOK ÉRZÉKELÉSÉVEL KAPCSOLATBAN**
- 5. BIOLUMINESZCENCIA**
- 6. FELADATOK A TÉMÁHOZ**
- 7. RÁADÁS: KÖKÖRC SIN, A PATKÁNYKÖLYÖK BLOGJA 6.**

# ÉRZÉKELES - ÁLLATI SZUPERÉRZÉKEK

## Beköszöntő

Soron következő összeállításunkkal az érzékelés, az „állati szuperérzések” világába hívjuk a változatosságot, érdekességeket kereső pedagógus kollégákat, illetve az állatvilág iránt mélyebben érdeklődő diákokat!

Az egyik legnépszerűbb oktatási foglalkozásunk ez, melynek során a Varázshegy Sötét labirintusától kezdve a Darwin-labor izgalmas kincsein át a különféle játékokig megannyi élmény éri a gyerekeket, miközben átfogó ismereteket szereznek az állatok különleges érzékeléséről. A Zootanoda eheti kínálatában érettségi segédanyag, valamint kicsikkel is játszható játékok is elérhetők, miközben sok állatfaj rendkívüli „képességei” tárulnak fel előttünk. Sokat közülük látogatóink Állatkertünkben is megcsodálhatnak, megfigyelhetnek!

Hasznos időtöltést, izgalmas kalandozást kívánnak a Fővárosi Állatkert zoológusai!

## Ajánlott oldalak:

<http://www.termeszetvilaga.hu/tv9704/uv.html>

<https://www.rovartani.hu/ev-rovara/2014-2/a-mehek-erzekelese-latas-szinlatas-szaglas-hallas-izleles-mechanoreceptorok-magneses-terek-polarizalt-feny-erzekelese-meheknel/>

[http://epa.oszk.hu/03300/03322/00021/pdf/EPA03322\\_kepmas\\_2017\\_09\\_092-095.pdf](http://epa.oszk.hu/03300/03322/00021/pdf/EPA03322_kepmas_2017_09_092-095.pdf)

[http://www.nhmus.hu/hu/tudd/feny\\_eve](http://www.nhmus.hu/hu/tudd/feny_eve)

<http://www.okosdoboz.hu/gyakorlas/8-osztaly/biologia/erzekszervek>

<https://www.haziallat.hu/allati-trendi/olvasnivalo/foka-bajusza/3807/>

<http://www.nhmus.hu/hu/content/hang-zavar>

[https://northernwoodlands.org/outside\\_story/article/raccoons-hands?fbclid=IwAR0i8aAkxFQj3mZp\\_q\\_TizGXpcrn-RqymBWE5Wf5WjONk\\_7y6\\_C\\_ZihJslM](https://northernwoodlands.org/outside_story/article/raccoons-hands?fbclid=IwAR0i8aAkxFQj3mZp_q_TizGXpcrn-RqymBWE5Wf5WjONk_7y6_C_ZihJslM) - angol nyelven a mosómedvékről

## Az érzékelés biológiájáról 12. o. Érettségi segédanyag

Minden élő szervezet alapvető sajátossága, hogy a külső vagy a belső környezetből érkező hatásokra (ingerekre) meghatározott módon, legalább a sejtszintű anyagcsere egy részének megváltoztatásával (ingerület) reagál. Ez tehát az egyik életjelenség, az ingerlékenység biológiai lényege, hogy az inger hatására az - addig nyugalmi állapotban lévő - élő szervezet ingerületi állapotba kerül.

A nyugalom természetesen nem jelent a szó igazi értelmében nyugalmat, hiszen ilyenkor is zajlanak a sejt életéhez nélkülözhetetlen folyamatok! A sejtszintű anyagcserét érintő változás pedig általánosságban a sejt energiafelhasználásában jelenik meg. Ez jelenheti - hiszen mindegyik energiaigényes

- a fehérjeszintézis intenzitásának megváltozását, hiszen az enzimek szintézisének változása jelenti minden biokémiai folyamat változtatásának alapját;
- a sejt által termelt egyéb anyagok termelésének és kibocsátásának intenzitásváltozását;
- vagy például a sejtek mozgásával kapcsolatos változásokat.

Vagyis inger és ingerület egymást feltételező, egymás nélkül nem értelmezhető fogalmak. (Mint az ökológiában a környezet(i tényező) és a tűrőképesség!) Biológiai szempontból csak azokat hatásokat tekintjük ingereknek, amelyek az élő rendszereket válaszadásra készítetik.

Az ingerlékenység - mint jelenség - általában jól vizsgálható, mert a sejtszintű folyamatok valamelyikének megváltozása a rá épülő életjelenség „megváltozását” eredményezi. Persze nem az életjelenség változik meg ilyenkor, hanem annak valamely fontos jellemzője, de maga a változás általában jól látható, illetve kimutatható. Az élő szervezet **válaszol** a környezet hatásaira. (A **válasz** egyébként a biológiában használatos **reflex** szónak magyar megfelelője.) A választ kiváltó hatás az **inger**. Minden válasz változás, de nem minden változás válasz. Csak az élő szervezeteknél kialakuló, az ingerek hatását előnyös irányba módosítani igyekvő változásokat tekintjük biológiai szempontból válaszoknak.

Az élőnek tehát meg kell találnia az adott esetre a legmegfelelőbb választ. Ennek a feladatnak az ellátására a szabályozó működés szolgál. A szabályozás folyamata az inger felfogása és a válaszadás közé ékelődik. A

szabályozási művelet eredménye, hogy az élő szervezet a sok lehetséges válasz közül a számára legkedvezőbbel, leghatékonyabbal éljen. Az ilyen választ idegen szóval „adekvát válasznak” nevezzük.

A soksejtű szervezetben – jó esetben – rend van. Minden sejt „mérésikli” magát, a sejtszintű szabályozás révén. Működésük viszont összehangolt lesz, de már az egyedszintű szabályozás révén, amihez viszont információs kapcsolatra van szükség. A kommunikációs csatornákon futó jelek teszik lehetővé, hogy megvalósuljon az egyedszintű szabályozás, és az egyed az aktuális környezettől függő, és a leginkább megfelelőnek ítélt választ adhassa.

A hormonális rendszer tanulmányozása során láttuk, hogy minden hormonnak van rá jellemző hatása – ami többféle is lehet, függően a receptortól, válaszadó sejttípustól, de mindig adott, előre meghatározható. A hormon elválasztásában is előre meghatározott ingerek játszanak szerepet. Ez a rendszer nagyon sok mindenre alkalmas, de nem rendelkezik azzal a plaszticitással, rugalmassággal, ami lehetővé tenné az aktuális környezettől függő, leginkább megfelelőnek ítélt válasz megadását.

A biológiai evolúció eddigi, majdnem 4 milliárd éves időtartama alatt „kiderült”, hogy vannak olyan folyamatok és hatások, amelyek nagyobb léptékekben előre tervezhetők, illetve jellemzően hasonlóak. A rájuk adható célszerű válasz is hasonló.

### **Mi is „kell” a fejlett állati élethez?**

- Sokféle inger hatékony felvétele
- Sokféle, az aktuális helyzetre – amely az ingerek pillanatnyi „összetételéből” adódik – szabott, gyors válasz kialakításának képessége

Ehhez az kell, hogy az állat képes legyen értelmezni az őt adott pillanatban érő ingerek sokaságát! Szüksége van egy információ-feldolgozó rendszerre, amely összeköttetésben áll:

- az ingerek felvételét biztosító rendszerekkel, szervekkel, sejtekkel;
- és az információfeldolgozás eredményeként megjelenő válasz

kialakításához szükséges válaszadó rendszerekkel, szervekkel, sejtekkel. A soksejtű állatoknál erre a célra egy különleges szövetfeleség, az idegszövet is kialakult, amely rendkívül hatékonyan képes a „szükséges” két dologra: információszállításra – a fentebb említett összeköttetések! – és információfeldolgozásra. Ez utóbbi működés határfoka nagyfokú korrelációt mutat az állat

evolúciós fejlettségével és életmódjával. Az állatok különböző típusú információkat vesznek fel a külső és a belső környezetükből egyaránt. Ezeket az információkat többnyire a specializált receptorsejtek – és egyes esetekben idegsejtek – veszik fel, és alakítják elektromos jelekké, amelyeket idegsejtek vesznek át, továbbítanak és dolgoznak fel. Ahhoz, hogy a felvett információkra végül válasz is kialakuljon, szükséges, hogy legyenek idegsejtek, amelyek végül információt adnak át más szerveket alkotó szövetek bizonyos sejtjeinek. Ezek a sejtek – izom és mirigyhám – a végrehajtók, vagyis a válaszadók. Magától értetődő, hogy a válaszadó sejtet tartalmazó szervet nevezhetjük válaszadó szervnek is. Ilyen szervek például a vázizmok, a mirigyek, az üreges zsigeri szervek.

Az információk feldolgozásának képessége összefüggést mutat az állat idegrendszerének szervezettségével. A csalánozók egyszerű idegrendszere, amely gyakorlatilag nem több, mint idegsejtek hálózata, voltaképpen csak közvetlen kapcsolatot biztosít a receptorsejtek és a végrehajtó sejtek között. Ezen a szinten információfeldolgozás alig van. De nincs is rá igazából szükség, hiszen az egyszerű testfelépítés és a viszonylag „passzív” életmód nem is igényli.

A kétoldalian szimmetrikus állatok döntő többsége viszont már aktívabb életet él, ezért szüksége van nagyobb mennyiségű információ integrálására (összerendezésére) és feldolgozására. Ehhez kialakultak az idegrendszerükben olyan területek, ahol az idegsejtek sűrűsége relatíve sokkal nagyobb, mint más helyeken. Ezek már központok az idegrendszerben, tehát esetükben központosult idegrendszeréről beszélünk. A gerinctelenek testében rendszerint több ilyen „idegsejttömörülés”, azaz dúc található. Rendszerint párosak, vagy az egyedfejlődés során kettesével összeolvadnak. Gyakori, hogy egy pár ezekből a dúcokból nagyobb a többinél, ezért az agydúc – esetleg agy – nevet kapja. A dúcok jelentik az idegrendszer központi részét, míg a testben a többi idegrendszeri alkotó együttese a környéki idegrendszert. Mivel az idegrendszer előbb említett két része működésileg nem különül el egymástól, ez a felosztás mindössze anatómiai jellegű.

A gerincesek idegrendszerében az idegsejtek elsöprő többsége az agy és a gerincvelő alkotója, így a legtöbb információ feldolgozása, tárolása és visszaidézése itt történik. Ezért az agy és a gerincvelő alkotja esetükben a központi idegrendszert, annak ellenére, hogy környéki idegrendszerükben dúcokkal is találkozunk. Általánosságban tehát elmondható, hogy a gerinceseknél a receptorsejtek információja a központi idegrendszerbe jut, ahonnan más idegsejtek továbbítják a végrehajtó szervek felé. Minden idegrendszeri alkotó, amely nem része a központi idegrendszernek, együttesen a környéki idegrendszert alkotja. Mivel az idegrendszer előbb említett két része működésileg náluk sem különül el egymástól, ez a felosztás itt is mindössze anatómiai jellegű.

# Az érzékelés biológiájáról egyszerűbben (7-8. o.)

A külső környezet ingereit felvevő receptorok és az őket körülvevő ún. segéd-készülékek együttesét érzékszerveknek nevezzük. Érzékszerveink: szem, orr, nyelv, fül, bőr. Érzékelés: a külvilág ingereinek felfogása az érzék-szerveink, illetve érzékelősejtjeink (receptorsejtek) segítségével. Az érzékelés során a fizikai, kémiai ingereket a receptorok elektromos jelekké alakítják, így jutnak el az idegsejteken keresztül az agykéreg megfelelő területére. Az érzékelés során az ingerek erősségét (intenzitását) és minőségét is kódolják az érzékszerveink. Érzékleti modalitások: látás, hallás, szaglás, ízlelés; bőr-érzékletek: tapintás, hőmérséklet-érzékelés, fájdalomérzékelés.

## Látás

A legtöbb gerinces állat, továbbá a gerinctelenek egy része rendelkezik látószervvel (szemmel). Ezzel a környezetükben lévő objektumok képét érzékelik. A szem belsejében található különleges sejtek képesek észlelni a hozzájuk érkező fény mennyiségét és színét, s mindezek alapján formákat is. Az ingerek felvételekor ingerületek képződnek, amelyek a látóidegen át az agyhoz közvetítik az információkat. A tárgyról alkotott kép tehát az agyban képződik, nem a szemben. Az állatok látása az életmódjuknak megfelelően fejlődött. A ragadozóknál például az éleslátás és a térlátás előnyösebb, míg a gyümölcssevő állatoknál a színlátás az elsődleges.

## Hallás

A gerincesek hallószerve (fül) a közelebbi-távolabbi hangokat érzékeli. A hang keletkezésekor a levegőben hanghullámok, hangrezgések terjednek, amelyek a fülbe jutnak. A fülben lévő membrán, a dobhártya veszi fel a rezgéseket, majd továbbítja azokat a hallócsontocskáknak, amelyekről az inger a csigában lévő érzékelősejtekhez jut. Onnan továbbítódik az információ az agyba, amely azt hangként értelmezi. Ha a dobhártya beszakad, nincs többé, ami a hangrezgéseket továbbítja, ezért az élőlény megsüketül, ami többnyire lehetetlenné teszi életben maradását a természetben.

Valószínűleg mindenki tudja, milyen jól hallanak a kutyák és a macskák, ezen már nem lepődünk meg. Azon viszont igen, hogy a vakond – noha külső fülkagylója nincsen – tökéletesen hallja a föld alatt motoszkáló rovarokat, lárvákat! A föld és a rögök közti levegő jól vezeti a hangot, így a vakond – és más rágcsálók – rendkívül hatékonyan szerzik meg a táplálékukat.

A delfinek és más tengeri emlősök hallása is különleges, erről később még lesz szó. Ahogy a denevér hallásáról is, akit meglepő módon saját elesége taszított le a dobogóról, ha a hallásról és hangokról van szó! Bizonyos rovarok – például a nagy viaszmoly vagy a gyapjaslepke – hallása ugyanis azért fejlődött ki, hogy megmenekülhessen a rá vadászó ragadozóktól. Néhány faj képes rá, hogy a denevérhez hasonlóan ultrahangot bocsásson ki, így csapva be ellenségét.

A gerinctelen állatok különféle módokon érzékelik a hanghullámokat, a következőkben ezekről részletesen is szót ejtünk.

## Szaglás

A szagok, illatok kémiai ingerek, mikroszkopikus anyagi részecskék (molekulák) formájában érkeznek az orrba, a szaglás szervébe. Ott az orr szaglóhámján kémiai ingereket keltenek annak speciális érzékelő sejtjeiben. Ezek a sejtek a szag- és illatmolekulák jelenlétét észlelik, ingerületeket küldenek az agy szaglóközpontjába, s az agy határozza meg, milyen a szóban forgó szag vagy illat. Az orral nem rendelkező állatok közül is sokan érzékelik a kémiai ingereket, ilyen például a lepke érzékelése a feromonokat illetően.

Szaglás terén az ember labdába sem rúghat a kutyák mellett! A szagokat (illatmolekulákat) tehát a szaglóhámon keresztül vesszük fel, s a fenti mechanizmus útján jön létre az érzet. Nem sok értelme van azt feszegetni, hogy hány millió receptormal van több a kutyáknak, mint nekünk. Ehelyett így képzeljük el: ha kiterítenénk az ember szaglóhámját, nagyjából postabélyeg méretű lenne. A kutyáé ezzel szemben egy A4-es lap területet foglalna el, kiterítgetve. De ez még nem minden! A kutyák agyában az a terület, amely a szagok elemzéséért, illetve a „szagmemóriáért” felelős, negyvenszer nagyobb, mint az embernél!

## Ízlelés

Hasonló a szaglás mechanizmusához. Gerincesekben a kémiai ingerek, mikroszkopikus molekulák (ízék) a nyelvhez érkeznek, az ízlelés szervéhez. Ott az ízlelőbimbókon elhelyezkedő érzékelősejtek az ízmolekulák jelenlétét észlelik, ingerületeket küldenek az agy ízlelésért felelő központjába, s az agy meghatározza, milyen a szóban forgó íz.

A legegyszerűbb élőlényeknél is megtalálhatóak a kemoreceptorok, például a csalánozóknál vagy bizonyos férgéknél. Az ízérzékelő receptorsejtek a szájszervek környékén csoportosulhatnak, de elszórtan az egész test felületén megtalálhatók.

A csigák tapogatóin rendkívül sok kemoreceptor van, de a testén elszórva máshol is lehetnek, például a köpeny szélén.

A fejlábúak karjain, a szívókorongok szegélyén számtalan kemoreceptor ül, így a polipok és tintahalak máris érezhetik az ízet annak, amihez hozzányúlnak.

A rovarok többsége a csápján, szájszervein, állkapcsi és ajaktapogatóin hordja az ízérzékelő kemoreceptorait, de néhány csoportban, pl. a hártvány-szárnyúaknál, kétszárnyúaknál és lepkéknél a lábon, illetve a tojócsövön is található kontakt kemoreceptorokat.

A fürkészdarazsak paraziták: más rovar testébe petéznek, ám előtte tojócsövükkel „megízlelik” a gazdatestet. Mire kíváncsiak? Arra, hogy nem foglalt-e már az „illető”.

A halak esetében a víz, mint közeg, elmosná a különbséget a szaglás és ízízlelés között, ám a halak szaglószerve, ellenben a szárazföldi gerincesekével, nincs összeköttetésben a garattal. Szaglásnak vehetjük tehát mindazt, amit a szaglóhám kemoreceptorai érzékelnek, ízérzékelésnek pedig a szájban és függelékein ülő kemoreceptorok által közvetített ingereket.

A különböző halfajok életmódjuktól függően a különböző ízekre érzékenyek, de az elmondható, hogy amely ízre fogékonyak, azt nagy hígításban is tudják érzékelni.

Noha a szárazföldi gerinceseknél mind inkább a nyelv veszi át az ízérzékelés szerepét, az viszont eltérő, hogy a különböző fajok milyen ízeket milyen mértékben érzékelnek. Mi emberek alapvetően öt ízt különböztetünk meg nyelvünk ízlelőbimbóiba tömörült receptor-sejtjeinkkel: édes, savanyú, keserű, sós és az ún. umami. A kutatók szerint még ennél is több van: csípős, fémes stb. A szárazföldi gerincesek esetében az orrüreg (ahol a szaglóhám van) és a garat összeköttetésben áll, ezért komplex ízérzékelés történik (ezért nem érzünk ízeket, amikor náthásak vagyunk).

A hüllők, kételtűek, madarak nem számítanak ínycsuknak, igaz, nem is rágják meg a táplálékot. A rágás során van lehetőség elemezni, feltárni az ízeket. Érdekes, hogy a macskafélék nem érzékenyek az édes ízre, de a sót szeretik (kis koncentrációban). A medvék, a disznók és majmok előszeretettel fogyasztanak édes ízű táplálékot. A kecskék jó viszonyban vannak a keserű ízű növényekkel.

## Tapintás

A tapintás érzékelősejtjei a testfelszín közelében találhatóak. Képesek észlelni a bőrrel érintkező tárgy nyomását, állagát, minőségét (lágy vagy kemény, sima vagy érdes), továbbá a testhez viszonyított hőmérsékletét (hideg vagy meleg). Bizonyos testrészek felületén sokkal több a tapintásérzékelő sejt, pl.



az állatok orrán, a kézen, a rovarok csápjain stb.

Egy Észak-Amerikában honos kisemlős több kategóriában is elnyerte a Guinness rekorder címet. A csillagorrú vakond legérdekesebb testrésze különleges tapintószerve, melyről a nevét kapta. Övé az egyik legérzékenyebb tapintószerv: egyediségét az orrán található, kétoldali szimmetriájú, gyűrű alakban elhelyezkedő, 22 csápból álló tapogatószerv adja.

Ez a csillag alakú képződmény másodpercenként rengeteg információt küld az állat agyába, kutatások szerint tizenkét tárgyról alkot információt egyetlen másodperc alatt! Ehhez gazdagon el van látva idegvégződésekkel: kb. 1 cm átmérőjű bőrdarabkán százezer idegrost található, huszonötezer speciális idegvégződéssel. Ez az egyetlen ismert emlős, mely a vízben is képes használni szaglószervét! S hogy miért lett Guinness-rekorder? Mert ezen képességei birtokában ő táplálkozik a leggyorsabban az állatvilágban.

## Állati „szuperérzékek”

A nyúl két lábra áll, körülkémlel, majd folytatja útját táplálékot keresve – biztonságban érzi magát. Sötétedik, a sötét elrejt. Meleg testéből azonban hő áramlik ki, és nincs tudatában annak, hogy a csörgőkígyó „látja” ezt.

A nagy fehér cápa nemcsak a vízben gerjesztett hullámrezgésekből kap információt arról, hogy zsákmány úszik a közelben. Akváriumi kísérletben elektródákat rejtettek a homokba. Ahogy a cápa megérezte a kibocsátott impulzusokat, lecsapott az elektródákra! A tengerben élő ráják sajnos nem tudják, hogy a cápának ilyen különleges „szuperérzéke” van. Minek köszönheti ezt? A felső állkapcsa orr alatti részét „be-



óhálózó” Lorenzini-ampulláknak. A Lorenzini ampulla egy zselatinos, kocsonyás anyaggal teli csatornából áll, melynek egyik vége a bőr felszínén egy kis póruson nyílik a szabadba, míg a másik vége egy kis zselatinos halmazba fut bele. Leginkább a porcos halakra jellemző, de más halfajoknál is felfedezték már. Minden fajnak saját ampullatérképe van.

A cápának emellett igen jó a szeme, érzékeny a fényre és a sötétre, a felkavart vízben is jól lát, de színeket nem érzékel. Ami a szaglását illeti, már-már „városi legenda”, hogy egyetlen csepp vért is megérez 2,5 km távolságból.

A csörgőkígyó és a cápa azok közé az állatok közé tartozik, melyeknek olyan specializálódott érzékeik vannak, amilyenek az embereknek nincsenek. Sok más élőlénynek viszont hasonló érzékszervei vannak, mint nekünk, csak más tartományokban képesek érzékelni velük. A látás, a hallás és a szaglás is jó példa erre.

### Ha az ő „szemükkel” látnánk...

Azok a színek, amelyeket látunk, csak töredékét teszik ki az elektromágneses hullámok tartományának. Nem látjuk például az infravörös sugárzást, melynek hullámhossza nagyobb a vörös fényénél. A csörgőkígyók (és más gödörkés arcú viperák) szeme és orra között azonban van két kis gödörszerű bemélyedés, mely felfogja az infravörös sugarakat (hasonlókat láthatunk sorakozni a pitonok felső ajka körül is). A gödörszerv belsejében egy membrán van, mely 0,0003°C fokos hőmérséklet-különbséget is érzékelni tud. Ezért



Forrás: origo.hu

még sötétben is pontosan le tud csapni melegvérű zsákmányára. Tehát az infravörös sugarakat valóban nem fényként, hanem hőként érzékelik a kígyók.

A látható tartománynak az ibolyafénnyel végződő határán túl kezdődik az ultraibolya (UV) fény. Bár mi nem látjuk az UV-fényt, sok állat – egyebek között többféle madár és rovar – látja.

Sok virágzó növénynek olyan mintázata van, mely csak az ultraibolya tartományban látható, sőt, néhány virágnak még „nektárjelzője” is van, melynek az UV-fényviszaverése elűt a növény többi részétől, így vezetve oda a rovarokat a nektárhoz. Bizonyos gyümölcsök és magok ugyanígy hívják fel magukra a madarak figyelmét.

Minthogy a madarak látják az UV-sugarakat is, és ebben a tartományban még ragyogóbb a tollazatuk, valószínűleg sokkal színesebbnek látják egymást, mint ahogy mi látjuk őket. Tudósok szerint „annyira gazdag színvilágban élnek, amit mi el sem tudunk képzelni”. Az UV-fény látásának a képessége még abban is segít bizonyos sólyom- és vércsefajoknak, hogy észrevegyék a mezei pockokat. Hogyan történik ez? A hím pockok vizelete és ürüléke olyan vegyületeket tartalmaz, melyek elnyelik az UV-fényt. A pockok vizeletükkel jelölik meg az útvonalukat. Az elnyelődés éles kontrasztot jelent a környező növények UV visszaverődéséhez képest. A ragadozó madarak tehát a pocoknyomokat és az azok környezetébe közti UV-kontrasztot észlelik. Ez a titka annak, hogy a vércsék és sólymok rendkívül gyorsan feltérképezik egy terület gazdagságát „pocoksűrűség” szempontjából.

A méhek a Naphoz viszonyítva tájékozódnak, még olyankor is, amikor felhők vannak az égen. Bizonyos felületekről visszaverődve a fény meghatározott irányban rezeg tovább. Ezt nevezzük síkban polarizált fénynek, melyet emberi szemünk nem érzékel, azonban egyes állatoké, például a méheké igen. A poláros fény felhős, borult időben is pontosan megadja a Nap helyét az

égbolton, ami a méhek számára fontos információt szolgáltat a navigáláshoz, a fészkek megtalálásához.

## A madarak látása

A madarak látása csodaszámba megy. A szemük belsejét borító képalkotó szövetek látósejtekben gazdagabbak, mint más élőlényekéi. A látósejtek számától függ a szemnek az a képessége, hogy távolról meglát-e apró tárgyakat. Míg az ember retinája négyzetmilliméterenként 200 000 látósejtet tartalmaz, addig a legtöbb madaré háromszor ennyit, a sólymoké, keselyűké és sasoké pedig egymilliót vagy még annál is többet. Ráadásul némelyik madár mindkét szemében két-két fovea, vagyis látógödör van, amitől jobban érzékelik a távolságot és a sebességet. Azoknak a madaraknak, amelyek el tudják kapni a repülő rovarokat, ilyen szemük van. Két látógödre van például a ragadozó madaraknak, fecskéknek, kolibriknek, jégmadaraknak.

Ezenkívül a madaraknak szokatlanul puha a szemlencsájük, ami gyors fókuszálást tesz lehetővé.

## „Vájtfülü” állatok

Némelyik állatnak az emberénél jóval érzékenyebb a hallása. Míg mi a 20 és 20 000 hertz közötti hangrezgéseket érzékeljük, addig a kutyák a 40 és 46 000 hertz közötti tartományt, a lovak pedig 31 és 40 000 hertz közötti hangrezgéseket. Az elefántok és a szarvasmarhák az emberi fül számára már érzékelhetetlen 16 hertzes infrahangokat is hallják. Mivel az alacsony frekvenciájú hangok messzebbre terjednek, az egymástól több kilométerre lévő elefántok is kommunikálhatnak egymással. Sőt, kutatások szerint ezek az állatok jóval hamarabb megérik a földrezgéseket és a szélsőséges időjárási jelenségeket, melyeknek közeledtét infrahangok jelzik.



A rovarok igen széles tartományban képesek érzékelni a hangokat. Némelyikük az ultrahangokat is hallja, melyek két oktávval vannak az emberi fül számára hallható hangok felett, míg mások az infrahangokat is érzékelik. Bizonyos rovarok vékony, lapos, dobhártyaszerű membránokkal hallanak, melyek – a fejük kivételével – a testük szinte bármely részén lehetnek. Fajonként eltérő, hogy melyiknek hol található a hallószervük: a csápon a Johnston-féle szerv (legtöbb fajnál, pl. szúnyogok), a dobhártyaszerű

timpanális szerv a szárnyak tövében (lepkék), a test oldalán (sáskák) vagy az elülső lábszáron (tücskök, szöcskék). Mások finom szőrszálaikkal hallanak, és ezekkel nemcsak a hangokra reagálnak, hanem még a legenyhébb légmozgásokra is, például arra, melyet az emberi kéz mozgása kelt. Ez az érzékenység megmagyarázza, hogy miért annyira nehéz lecsapni a legyet. Nem mellesleg másodpercenként közel ezer képkockát képesek megkülönböztetni összetett szemükkel, tehát a mozgásunkat szinte lassított felvételnak látják.

A méheknek nincsenek füleik, de a környezet bizonyos rezgéseit képesek érzékelni. Lábaikban olyan folyadékkal teli csatornák találhatóak, melyek képesek felvenni és az agy felé továbbítani a külvilág mechanikai rezgéseit. A csápok is rendelkeznek hasonló funkcióval. Ez fontos szerepet játszik például a méhek egymás közötti kommunikációjában. A fészekbe visszaérkező egyedek tánccal, szárnyaik és potrohuk adott irányú mozgatásával jelzik benti társaiknak a megfelelő táplálékforrás helyét. A csápokon található receptorok pedig épp az ilyen, alacsony frekvenciájú hullámok felfogására alkalmasak.



Gondoljuk el, milyen lenne hallani a rovarok lépteit! A világ egyetlen repülő emlősének, a denevérnek éppen ilyen remek hallása van. Persze sajátos hallásra van szüksége ahhoz, hogy ne tévedjen el a sötétben, és elkapja a rovarokat. Ez nem is sikerülne neki, ha nem lenne echolokátora, vagyis szonárja (visszhangérzékelője).

Képzeljünk el egy szonárrendszert, amely bonyolultabb azoknál, amelyeket a legmoder-

nebb tengeralattjárókon használnak. Vegyük számításba azt is, hogy ezt a rendszert egy olyan kicsi denevér használja, mely kényelmesen elfér a tenyerünkben. A célba vett rovar távolságának, sebességének és fajának meghatározását a denevér egy olyan aprócska agyban végzi el, mely kisebb a kisujjunk körménél.

A denevér pontos tájékozódása attól is függ, hogy milyen hangjeleket bocsát ki. Képes rá, hogy úgy szabályozza a hangmagasságát, hogy azt bármelyik operaénekes megirigyelhetné. Így jön létre az oly kifinomult visszhangérzékelés, melynek segítségével a denevér „hangképet” tud készíteni egy hajszálnyi tárgyról is.

Van legalább két olyan madárfaj is – az Ázsiában és Ausztráliában élő szalangána, valamint a dél-amerikai szuszók –, mely alkalmazza a visszhangtechnikát. Az eddigi megfigyelések alapján ők azonban csupán a fészkelés helyéül választott sötét barlangokban való tájékozódásra használják ezt a képességüket.

## Szonár a tengerben

A fogas ceteknek is van szonárjuk, bár a tudósok még nem tudják pontosan, hogyan működik. A delfinek hangjelzése határozott csettegéssel kezdődik, a hangképző szerv az orr-üregben található, ezek az ún. orrszakocskák. A homlokdudor, vagyis az a zsírpárna, mely az állat fejének elülső részén helyezkedik el,



nyalábba gyűjti össze a hangokat, és így érzékeli az előtte lévő térséget. Hogyan hallják a delfinek a saját hangjuk visszaverődését? A két fül egymástól függetlenül működik, így pontosan meg tudják határozni a hang irányát. Ezen felül az alsó állkapcsuk és a középfülükhöz kapcsolódó szervek is bekapcsolódnak a hallásba. Érdekes módon ez a terület ugyanolyan felépítésű zsírszövetet tartalmaz, mint a delfin homlokdudora.

A delfinek befolyásolni tudják a hangerejüket: van, hogy csak suttognak, de az is előfordulhat, hogy 220 decibellel harsognak. Milyen hangos a 220 decibel? Egy bömbölő rockkoncerten 120 decibellel hallhatók a zeneszámok, az ágyúdörgés 130 decibeles. Minthogy a delfinnek jóval nagyobb teljesítményű a szonárja, 120 méter távolságból – nyugodt vízben pedig valószínűleg még messzebről is – észre tud venni egy olyan apró tárgyat, mint egy 8 centiméteres labda.

## Az elektromosság érzékelése

Ahogy korábban utaltunk rá, egy kutatásban a kutatók azt akarták tudni, hogy a cápák és a ráják érzékelik-e az élő halakat körbevevő gyenge elektromos teret, ezért elektródákat rejtettek a cápaakvárium alján lévő homokba, és megfelelő feszültséget vezettek bele. Mi lett ennek a következménye? Amikor a cápa közel ért az elektródákhoz, vérszomjasan lecsapott rájuk. A cápák ugyanúgy érzékelik az elektromos mezőt, ahogy a fül passzívan hallja a hangokat. Elektromosság kibocsátására azonban nem képesek.

Az elektromos halak viszont még elektromosság gerjesztésére is képesek. Elektromos szervük segítségével generálnak elektromos teret. Ez egy speciális szerv, amely módosult izmokból és idegsejtekből épül fel, és ezek segítségével termeli a bioelektromos mezőt, mely erősebb annál az elektromos mezőnél, amelyet a normális idegek és izmok termelnek. Az elektromos szerv általában a hal farkában vagy a fejénél helyezkedik el. A szerv kisülése idegingerület hatására jön létre. Az erős áramütést okozó halak elektromos szerve úgy épül fel, mint egy elektromos telep, azaz sok kis kamra (telep) sorba kapcsolásával. Tehát ezek a halak (fajtól függően) elektromos hullámokat vagy impulzusokat bocsátanak ki, majd különleges receptoraikkal érzékelik, ha az elektromos mezőt valami megzavarja. Ily módon az elektromos halak érzékelik az akadályokat, a lehetséges zsákmányt, sőt még párt is találnak maguknak.

## **Beépített iránytűk**

Képzeld el, milyen lenne az életünk, ha a testünkbe lenne építve egy iránytű! Biztos, hogy sohasem tévednénk el. A tudósok néhány élőlény, mint például a házi méh és a piztráng testében mikroszkopikus magnetitkristályokat találtak (a magnetit egy mágneses ásvány). A magnetitkristály-tartalmú sejtek összeköttetésben vannak az állatok idegrendszerével. Ezért a méhek és a piztrángok érzékelni tudják a mágneses mezőket. Mi több, a méheket a Föld mágneses mezeje vezeti a lép építésében, és e mező alapján is tájékozódnak.

Feltehetően számos vonuló állat — madár, teknős, lazac és bálna — is érzékeli a mágnesességet. De úgy tűnik, hogy ezek az állatok nemcsak ezen érzékük alapján tájékozódnak, hanem igénybe veszik több más érzékük segítségét is. A lazacot például kiváló szaglása vezeti vissza ahhoz a vízfolyamhoz, amelyben született. A seregély a Nap, más madarak viszont a csillagok alapján igazodnak el.

## Néhány állatkertben is megfigyelhető állat érzékelése

### A fakó keselyű látása

A madarak szeme sok elvárásnak kell, hogy megfeleljen. Például észre kell venniük vele, ha ragadozó támad. Ehhez nagy látómező szükséges, az éleslátás és a térlátás pedig a ragadozó madarak jellemzője. A látógödör az a része a szemnek, ahol a legtöbb receptor található. A ragadozó madaraknak éles térlátása van, mert szemeik a fej elülső részén találhatók, illetve nem egy, hanem két látógödörrel rendelkeznek. A keselyű éles látásának és kitűnő szaglásának köszönhetően nagy távolságokból képes rátalálni a táplálékául szolgáló állattetemekre.



### A hóbagoly hallása



A bagoly szemeit és csőrét speciális, rövid, végükön begömbülő tollak veszik körül; ennek neve arcfátyol, amely a fülekhez vezet a hangot. A bagoly füle a feje két oldalán, aszimmetrikusan helyezkedik el, ami hozzásegíti az állatot a hangforrás térbeli megállapításához, így a zsákmány helyének minél pontosabb betájolásához. Ez nagy segítség a hóbagoly számára, ugyanis a kis rágcsálókat (egér, pocok, lemming) hó alatti járataikban kell meghallania. Sok bagolyfajnál a fej tetején tollpamacs található, ezt gyakran összetévesztik a füllel, pedig semmi köze a halláshoz, csupán az aktuális lelkiállapotát jelzi vele az állat. A több ujjnyi széles fülnyílásokat toll fedi, így szabad szemmel nem láthatók. A bagoly nemcsak jól hall, hanem nehéz meghallani a röptét is. Tolla puha és laza szerkezetű. Evezőtollainak széle nem sima, hanem rojtos: ez

lelassítja a szárny fölötti légáramlást, és halkabbá teszi a repülést. Mivel a szárnyak nem keltenek zajt, észrevétlenül csaphat le áldozatára.



## A jegesmedve szaglása

A jegesmedve szaglása igen kifinomult, fő zsákmányállatának, a fókának a szagát 1,5 km távolságról is megérzi, akár az 1 m-es hó alatt. A döglött állatokat, például bálnatetemeket 30 km-es távolságból is kiszagolja. A jegesmedvének az arcából előrenyúló, nagy, fekete orra van, azonban szemei és fülei, fejméretéhez képest meglehetősen kicsik. Ennek oka a fagyos, szeles sarkvidéki környezethez való alkalmazkodás.



## Rezgésérzékelés - pókháló



A pókháló anyaga, a pókselyem az egyik legszilárdabb, legrugalmasabb anyag. Egymáshoz simuló fehérjészálakból áll, ez a rendezett szerkezet eredményezi a kivételes szakítószilárdságot (az acélénak háromszorosa). A pókok potrohában találhatóak a selyemmirigyek. Ezekből választják ki a hálóhoz szükséges selymet. Összesen hétféle

pókselyem létezik. Külön selyem van a hálóépítéshez, a zsákmány beburkolására, a peték borítására, biztonsági kötélnek az ugrásokhoz, és a hím a spermiumait is ebbe burkolva adja át a nősténynek. Egyszerre mind a hét egyik fajban sem található meg. A pókháló anyaga a szövőmirigyekből folyékonyan jön ki, és a levegőn polimerizálódik. A legvékonyabb selyemszál 0,00002 mm vastagságú. A hálók alakja, mérete is sokféle lehet, a pók életmódjától függően készülhet fákra, bokrokra, talajra. Vannak pókok, amelyek pókfonalon kapaszkodva utaznak a levegőben. Vannak pókok, amelyek nem szőnek hálót, hanem föld alatti járatokból törnek elő, vagy virágokon észrevétlenül lesnek a zsákmányra. A háló közepén pihenő vagy annak szélén lesben álló pók lábaival érzékeli a háló legapróbb rezdüléseit, és a nem ragadós főszálon fut oda a zsákmányhoz.

## A fóka bajsza



A fókák látása a szárazföldön nem túl jó, a vízben azonban kiváló. Végtagjaik uszonyokká alakultak, nem ezek a legfontosabb tapintószerveik. Ugyanis a fókák szuperérezszerve nem más, mint a bajszuk! A szem fölött is nő több vastagabb szőrszál, de az igazán markáns bajszszálak az orr és a száj között, két oldalon helyezkednek el. Nemcsak a fókák, hanem más állatok, például a patkányok vagy a macskák is

tájékoznak a bajszuk segítségével. Ám a legjobban az oroszlánfókánál figyelhető meg ennek a „tapintószervnek” a sokrétű használata. Állatkertünkben a fókamóka alkalmával Jaques és Noé kosárlabdát egyensúlyoz az „orrán”. A valóságban azért képesek erre, mert erős bajszszálaikat az azokat mozgató izom segítségével fel tudják állítani, és a segítségükkel tartják meg a kosárlabdát. A természetben persze nem ezért alakult ki a bajsz, hanem azért, hogy megérezze a víz alatt a halak által keltett hullámokat.


## Az abszolút győztes, aki nem érez fájdalmat és nem betegíthető meg rákos sejtekkel

A Varázshegyben 2012 óta él – más különleges fajok mellett – egy furcsa, roppant érzékeny állatfaj, amelyről sokan még nem is hallottak, pedig rendkívüli tulajdonságokkal rendelkezik.

Ez a csupasz turkáló vagy sivatagi vakondpatkány (*Heterocephalus glaber*), amely egész életét a föld alatt tölti, évtizedekkel tovább él, mint rágcsáló rokonai, oxigénszegény környezetben öt órán át károsodás nélkül képes túlélni (az emberrel ez néhány perc alatt végezne!), alig érez fájdalmat, és páratlanul ellenálló a rákos megbetegedésekkel szemben.

Ennek okát abban látják a kutatók, hogy testükben nagy





mennyiségben található hialuronsav, mely – a reklámokból már megtanultuk – hatékonyan csökkenti a sejtek öregedését. A lebontásáért felelős gén nem aktív a turkálóban, ezért lehet védett a sejthalállal és a rák kialakulásával szemben. Amint a hialuronsav mennyisége csökkenni kezdett a szervezetünkben – a gén mesterséges aktiválásával – úgy váltak fogékonyá a megbetegedésre.

A fájdalomérzet hiánya azért előnyös a csupasz turkálók számára, mert ezek a kis rágcsálók a méhekhez és hangyákhoz hasonlóan kolóniákban élnek. Ez azt is jelenti, hogy náluk is csak a királynő hozhat világra utódokat, és minden egyednek megvan a feladata a kolónián belül. Éppúgy mint a dolgozó méh, a csupasz turkáló is habozás nélkül kész feláldozni magát a közösségért – ebben segíti az, hogy nem érez fájdalmat.

A csupasz turkáló egyetlen ártalommal szemben nincs igazán védve, ez pedig a kígyó, egyetlen természetes ellensége. Igaz, a fajra veszélyt jelent az ember is, aki példányait kísérleti célokra alkalmazza, hogy megglelje és hasznosítani tudja az örök élet titkát.



# Biolumineszcencia a természetben

Az élővilág legkülönösebb képviselői közé tartoznak a fényt kibocsátó élőlények. Többségük tengeri, de léteznek szárazföldi fajok is, például a mindenki által ismert szentjánosbogarak. Egyesek azért bocsátanak ki fényt, hogy ezzel csalják magukhoz az áldozatukat, mások pont ellenkezőleg, a hirtelen felvillanó fényvel ijesztik el a potenciális ragadozókat. Sok élőlénynél a fénykibocsátás célja a fajon belüli kommunikáció, például így találhatnak párt maguknak. A fénykibocsátás tehát valamilyen módon a túlélésüket segíti. Ez a BIOLUMINESZCENCIA jelensége.

Biolumineszcenciáról beszélünk, ha valamely élő organizmusban egy kémiai reakció fény (foton) kibocsátásával jár. Ezekben az élőlényekben megtalálható a luciferin nevű molekula, melyet a hasonló nevű luciferáz enzim oxigén jelenlétében fénné alakít.

Luciferin molekula + luciferáz enzim + oxigén = FÉNY

Miért épp Luciferről kapta a nevét? Mert Lucifer eredetileg főangyal volt, neve azt jelenti: „Fényhozó”.

## Milyen világító fajokat ismerünk?

- Kristálymedúza

Az első élőlény, amelyből sikerült kinyerni 1961-ben a GFP fluoreszcens anyagot. A green fluorescent protein (zöld fluoreszkáló fehérje) segítségével a medúza sötétben világít, ha kék fényt irányítanak rá.

Nagy jelentőséggel bír a GFP felfedezése a kristálymedúzában. A „jelzőfehérje” segítségével ugyanis a rákos sejtek burjánzását nyomon lehet követni, ezáltal a folyamatba bele lehet avatkozni. Az agyban az idegsejtek fejlődését és vándorlását is meg lehet figyelni a segítségével.

- Szentjánosbogarak

A legismertebb biolumineszcens élőlény a szentjánosbogár, melynek mintegy 2000 faja ismert, ezek mindegyike képes fény kibocsátására. A hímek tudnak repülni, a nőstények nem, ezért van szükségük rá, hogy valahogy magukhoz hívják a hímeket. A fény termelődése a legtöbb fajnál a potroh hátsó, hasi oldalán történik. Mivel a reakció csak oxigén jelenlétében zajlik le, nyugalmi állapotban, a világítást a rovar maga szabályozza: ha nem juttat elég oxigént a légzőrendszerén keresztül a fénysejtekhez, a világítás megszakad.

- Világító kukuzsó (*Pyrophorus noctilucus*)

Ennek a dél-amerikai trópusi pattanóbogárnak a fénykibocsátása olyan erős, hogy a bennszülöttek lámpásként használják.

- Világítócápa
- Vörös neonhal
- Horgászhalak
- Lámpáshalak
- Pelikánangolna
- Egyes korallok
- Világító gombák

- Biolumineszcens egysejtűek

Ezek az egysejtűek akkor világítanak, ha mechanikai stressz éri őket, és nagyon kis nyomásváltozásokra is reagálnak. A Karib-tengeren, Puerto Rico közelében egyes öblökben igen nagy számban fordulnak elő. Itt a vizet ért legkisebb zavar is kiváltja a világító reakciót, ami a csónakok közelében vagy akár az úszó ember által megkevert vízben megdöböntő fényeffektusokat eredményez.

Különböző színekben világító baktériumok: a tengerekben élnek, ahol állati planktonok falják fel őket. Azokat viszont nagyobb állatok fogyasztják – tehát ezek a baktériumok „szándékosan” megetetik magukat – kétszer is! Mivel rendkívül ellenállóak, nem pusztulnak el, viszont állandóan rendelkezésre áll a táplálék, és ily módon messze utazhatnak a tengerben.

## Mesterséges biolumineszcencia

- Zölden világító egér

A génmódosított kísérleti egér mindenütt fluoreszkált gerjesztőfény alatt, kivéve a vörösvértestjeit és a szőrszárait. Több színváltozat létrehozása is lehetséges a GFP megváltoztatásával (a zöld mellett piros, sárga, kék fénykibocsátás is lehetséges).

- Fluoreszkáló dohány
- Zölden világító zebrahal
- Fluoreszkáló idegsejt
- Génmódosított fluoreszkáló majom

Japánban olyan génmódosított főemlőst hoztak létre, amelynek zölden világít a bőre, és ezt a tulajdonságot utódaira is át tudja örökíteni. Az állat a

Brazíliában honos fehérpamacsos selyemmajom (*Callithrix jacchus*) fajhoz tartozik. Ultraibolya fényvel megvilágítva a bőre zöldesen fluoreszkál. Az idegen gént, amely zöld fluoreszkáló fehérjét (GFP) kódol, egy vírussal juttatták be majomembriókba, ezeket azután pótyanyák méhében ültették be.

<http://www.termeszettar.hu/anyagok/szentjanosbogar/szentjanosbogar.htm>

<http://www.origo.hu/tudomany/elovilag/20100507-biolumineszcens-elolenyek.html>

<https://semmelweis.hu/allatjoleti-bizottsag/files/2013/11/transzgenikus-egerek2013.pdf>

# Érzékszervek, érzékelés – feladatok, játékok

**Denevérek tájékozódása játék** – A különböző érzékszerveink (hallásunk) fejlesztése, tájékozódásra való használata, az empátia/tolerancia fejlesztése

**Korosztály:** 5-12. osztályig.

**Létszám:** legalább 15 fő.

**Időtartam:** 10-20 perc.

**Helyszín:** mozgásra alkalmas tér, csendesebb környezet.

**Eszközök:** sál/kendő

## A játék menete:

A résztvevők szétszóródnak a teremben/területen. Megkérjük őket, hogy valaki vállalkozzon a denevér szerepére, az ő szemét egy kendővel bekötjük. Így sötétben tájékozódva kell eljutnia a terem egyik végéből a másikba, kikerülve a többiek által jelképezett tárgyakat, akadályokat.

A tájékozódáshoz különböző hangokat ad ki, a „tárgyaknak” pedig visszhangozniuk kell az adott hangot: az a csoporttag, aki felé fordulva a denevér kiadta a hangot, megismétli azt.

Attól függően, hogy közel vagy távol van a denevértől, hamarabb vagy kisebb késéssel, illetve hangosabban vagy halkabban kell visszhangoznia. Amennyiben a denevér beleütközik egy akadályba, akkor ő is akadállyá válik, és egy új személy lesz a denevér.

**Variációk:** A denevér mellett vállalkozhatnak résztvevők a molylepke szerepére is. Ebben az esetben a denevér feladata, hogy elkapja a molylepkéket. Amikor a denevér azt mondja „Denevér!”, a tárgyaknak azt kell válaszolniuk, „tárgy”, a molylepkéknek pedig azt, hogy „moly”.

**Hogyan látnak az orrszarvúk?** – A különböző érzékszervek és a hozzájuk tartozó érzékelési módok megnevezése, megismerése. Külső jegyek megfigyelése. Viselkedés és érzékelés kapcsolata. Empátia (az érzékszervek és így az érzékletek különbözőségein keresztül) és tolerancia (állatok sokféleségén keresztül) fejlesztése. Természetvédelemmel kapcsolatos tudás bővítése.

**Korosztály:** 5-12. osztályig.

**Létszám:** 5-30 fő.

**Időtartam:** 10-20 perc.

**Helyszín:** mozgásra alkalmas tér, csendesebb környezet.

**Eszközök:** 2 db wc papír guriga összegumizva, szemüvegnek elkészítve, úgy hogy a szemek elé illeszthető legyen. Mindenkinek legyen ilyen csőlátó szemüvege.

### **A játék menete:**

Tanteremben vagy udvaron, ahol különféle tereptárgyak vannak, először lassan, majd egyre gyorsabban mozogva kell kikerülni azokat, miközben a szemük előtt van a papírhenger, azaz az orrszarvúszemüveg. Ha jól megy mindenkinek, bonyolult pályát is össze lehet rakni székekből, dobozokból, bármiből, ami rendelkezésre áll. A gyerekek szembesülnek



azzal, hogy a látóterük egészen más így, mint az orrszarvúszemüveg nélkül. A tanár/játékvezető információkat az orrszarvúak (és más nagytermetű növényevők, pl. vízilovak, elefántok) látásáról, élőhelyükről, életmódjukról. Összefüggések is felismertethetők a gyerekekkel pl. a véletlenbalesetek magas száma és a gyors, de aránylag rosszul látó állatok mozgása között. Egyéb információ: az orrszarvúak veszélyeztetettsége, természetvédelmi helyzete.

### **Variációk:**

Kibővíthetők a bizalomra épülő „vakjátékokkal“, lovaskocsi irányítása, bekötött szemű lóval és kantáron hozzá kapcsolódó lovassal.

**Hogyan tapogatnak a bajusszalakkal az állatok?** – Fóka, harcsa, de akár patkány tapintóérzékelése. A különböző érzékszervek és a hozzájuk tartozó érzékelési módok megnevezése, megismerése. Külső jegyek megfigyelése. Viselkedés és érzékelés kapcsolata. Empátia (az érzékszervek és így az érzéketek különbözőségein keresztül) és tolerancia (állatok sokféleségén keresztül) fejlesztése. Természetvédelemmel kapcsolatos ismeretek bővítése (veszélyeztetett fajok).

**Korosztály:** 5-12. osztályig.

**Létszám:** 5-30 fő.



**Időtartam:** 10-20 perc.

**Helyszín:** mozgásra alkalmas tér, csendesebb környezet.

**Eszközök:** 2-2 db hurkapálca és különböző formájú tárgyak

### **A játék menete:**

Fóka, harcsa, de akár patkány tapintása és finom érzékelése szemléltethető a játékkal.

A játék során a fényhiányos, vagy zavart, iszapos vízben élő állatok tapintó érzékelését idézhetjük fel és próbálkozhatunk finomítani a saját tárgyészlelésünkön, ily módon.

A játékosok párba állva játszanak. Egyikük a bekötött szemű társa elé tesz egy tárgyat, amit az a kezében tartott 1-1 hurkapálcával körbetapogat (a segítő a tárgy egy pontjára helyezi a hurkapálcákat, a tapintás onnét kezdődik). A bekötött szemű játékos megpróbálja kitapogatva azonosítani a tárgyat, ha nem sikerül elsőre, akkor a segítő a tárgy azon részére teheti a pálca végét, amit lényegesnek tart a tárgy azonosításához. Ha nem sikerül kitalálnia, egyszerűbb tárggyal próbálkozhatunk, vagy a szemkötést levéve megnézheti a játékos a tárgyat.

Tapintás: textúra, keménység, hőmérséklet, vezető szerepet játszik a fejlődésben és a társas kapcsolatokban, még a látást is felülírhatja. Az észlelésünk gyakorlással javítható, bármely életkorban.

Forrás:

LEHUA projekt 2017-2019

2016-3-HU01-KA205-002032

### **Tapintásérzékelés testen**

**Korosztály:** 1-12. osztályig

Párban vagy csoportban is játszható.

Egymás hátára egyszerű formákat rajzolunk az ujjunkkal, melyet a társunk igyekszik kitalálni. Formák: az abc betűi, számok, geometriai formák.

Csapatjátékként mindkét sorban a leghátul lévő személy rajzol egy előre megbeszélte formát az előtte lévő hátára, melyet mindenki tovább ad, azaz szintén lerajzolja azt a formát, amit a hátán érzékelt az előtte álló hátára. A sorban legelő álló játékos pedig egy papírra lerajzolja azt a formát, ami megérkezett hozzá. A két csapat összehasonlítja a papíron szereplő ábrát, és amelyik csapaté a leginkább hasonlít a feladványra, az nyert.

## Ujjgyakorlatok

**Korosztály:** 1-12. osztályig

Párban és csoportban is játszható.

Magunk előtt összefűzzük a két kezünk ujjait. A társunk rámutat az összefűzött ujjaink közül valamelyikre és azt az ujjat igyekszünk megmozdítani.

A hátunk mögött összekulcsoljuk a kezeinket, a társunk kérésére-aki a hátunk mögött áll-pedig megmozdítjuk azt az ujjunkat, amelyiket megnevezi. A feladat nehéz, ezért áll a társunk mögöttünk, hogy ellenőrizze valóban a megnevezett ujjat/ujjakat mozdítottuk meg. Ha nem sikerült eltalálni a megfelelő ujj megmozdítását, akkor a társunk segíthet azzal, hogy megérinti a szóban forgó ujjat.

**Nehezítés:** körben állunk, a kör közepe felé van az arcunk, a szemünket becsukjuk. Minden játzó a háta mögé teszi a kezét, a csuklójánál keresztbe téve a kézfejeket. A tenyerek kifelé néznek. A játékvezető a körön kívül sétál és megérinti a játékosok ujjait, mindig csak egy személyét. Akinek megérintették az ujját/ujjait, annak meg kell mondania, hogy pontosan hány ujját fogta meg a játékvezető, illetve lehet fordítva is kérdezni: hány ujját nem fogta meg a játékvezető. További változat: keresztben összefont, összekulcsolt kezeinket tesszük a hátunk mögé, és így érinti meg az ujjakat a játékvezető.

## Hallásgyakorlat

**Korosztály:** 1-12. osztályig

Párban és csoportban is játszható.

Csukott szemmel, elcsendesülve, mozgólódás nélkül ülünk, vagy állunk. A társunk vagy a játékvezető pedig különféle hangszereket, ritmushangszereket szólaltat meg. Példa: triangulum hangját halljuk, és abba az irányba kell fordulni a testünkkel, vagy fejünkkel, ahonnan a hang jön.

## Ízlelés gyakorlat

**Korosztály:** 1-12. osztályig

Párban és kiscsoportban is játszható.

Különböző élelmiszereket fogunk kóstolásra kínálni a társunknak. Apró falatokra vágott, almát, paprikát, narancsot, csokit, kekszet stb..

A kóstoló személy szemét bekötjük, és egymás után adjuk a szájába a falatokat, egyszerre maximum 5 félért. Az ételek elfogyasztása után megkérjük, hogy sorrendben sorolja fel, hogy milyen ételleket kapott. Majd megbeszéljük, hogy helyes volt-e a találat. Ugyanezt a gyakorlatot végezhetjük úgy is, hogy a szembekötésen felül, megkérjük a kóstoló személyt, hogy az orrát is fogja be, és így ízlelje meg az ételleket. Biztosan lesz különbség, mivel az ízek felismerésénél a szaglásunk is segít. Amikor náthások vagyunk, akkor az ízlelésünk is megváltozik, mivel a szagokat nem érezzük intenzíven. A garatban megduzzadó nyálkahártya is csökkenti az íz felismerést és szaglás csökkenést is okoz.

## Gyakorlófeladatok

**Korosztály:** 1-4. osztály

[http://www.okosdoboz.hu/feladatsor?id=184&select\\_osztaly\\_search=1-4-osztaly&select\\_tantargy\\_search=kornyezetismeret&select\\_temakor\\_search=osszes-temakor](http://www.okosdoboz.hu/feladatsor?id=184&select_osztaly_search=1-4-osztaly&select_tantargy_search=kornyezetismeret&select_temakor_search=osszes-temakor)

[http://www.okosdoboz.hu/feladatsor?id=342&select\\_osztaly\\_search=1-4-osztaly&select\\_tantargy\\_search=kornyezetismeret&select\\_temakor\\_search=osszes-temakor](http://www.okosdoboz.hu/feladatsor?id=342&select_osztaly_search=1-4-osztaly&select_tantargy_search=kornyezetismeret&select_temakor_search=osszes-temakor)

[http://www.okosdoboz.hu/feladatsor?id=842&select\\_osztaly\\_search=3-osztaly&select\\_tantargy\\_search=egeszsegneveles&select\\_temakor\\_search=osszes-temakor](http://www.okosdoboz.hu/feladatsor?id=842&select_osztaly_search=3-osztaly&select_tantargy_search=egeszsegneveles&select_temakor_search=osszes-temakor)

<http://www.okosdoboz.hu/feladatsor?id=840>

[http://www.okosdoboz.hu/feladatsor?id=841&select\\_osztaly\\_search=1-4-osztaly&select\\_tantargy\\_search=egeszsegneveles&select\\_temakor\\_search=osszes-temakor](http://www.okosdoboz.hu/feladatsor?id=841&select_osztaly_search=1-4-osztaly&select_tantargy_search=egeszsegneveles&select_temakor_search=osszes-temakor)

[http://www.okosdoboz.hu/feladatsor?id=821&select\\_osztaly\\_search=1-4-osztaly&select\\_tantargy\\_search=egeszsegneveles&select\\_temakor\\_search=osszes-temakor](http://www.okosdoboz.hu/feladatsor?id=821&select_osztaly_search=1-4-osztaly&select_tantargy_search=egeszsegneveles&select_temakor_search=osszes-temakor)

**Korosztály:** 5-8. osztály

[http://www.okosdoboz.hu/feladatsor?id=439&select\\_osztaly\\_search=5-8-osztaly&select\\_tantargy\\_search=biologia&select\\_temakor\\_search=erzekszervek](http://www.okosdoboz.hu/feladatsor?id=439&select_osztaly_search=5-8-osztaly&select_tantargy_search=biologia&select_temakor_search=erzekszervek)

[http://www.okosdoboz.hu/feladatsor?id=879&select\\_osztaly\\_search=5-8-osztaly&select\\_tantargy\\_search=egeszsegneveles&select\\_temakor\\_search=osszes-temakor](http://www.okosdoboz.hu/feladatsor?id=879&select_osztaly_search=5-8-osztaly&select_tantargy_search=egeszsegneveles&select_temakor_search=osszes-temakor)