



DIGITÁLIS ÁLLATKERT ZOOTANODA

ZOOPEDAGÓGIAI CSOPORT



A tavasszal indult Digitális Állatkert ZooTanoda sorozatunkat folytatva most ősszel is készítettünk a pedagógusoknak és az otthon gyerekeikkel foglalkozó szülőknek a digitális oktatás óráin felhasználható segédanyagokat. Népszerű oktatási témáinkat és az érettségi témaköröket figyelembe véve készítettük az oktatási csomagjainkat, melyek letölthetőek, nyomtathatóak és összefűzhetőek és a járvány elmúltával az állatkerti iskolai programok, tanulmányi órák során is jól használhatóak lesznek.

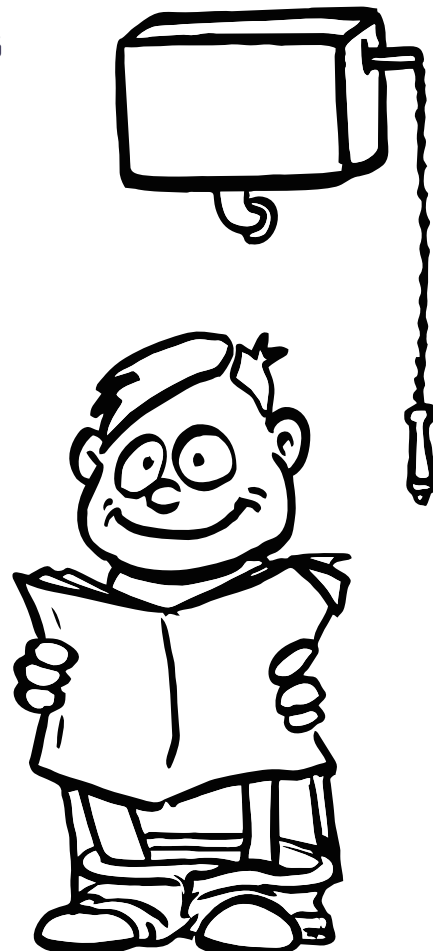
MINIATŰR ÁLLATKERT A SZOLGÁLATUNKBAN

TARTALOMJEGYZÉK:

1. CSUPÁN NÉHÁNY EMBERÖLTŐ IDEJE TUDUNK RÓLUK
2. KÉT LÁBON JÁRÓ BAKTÉRIUM PANZIÓK
3. ELLENSÉGBŐL BARÁT, BARÁTBÓL ELLENSÉG
4. MIHEZ KEZDÜNK A FÖLD URAIVAL?
5. AJÁNLOTT IRODALOM
6. FELADATOK

Készítette:

*Bagosi Zoltán
Demjén Zsófia
Koczor-Dombi Rita
Mirtse Áron
Szabon Márta*



CSUPÁN NÉHÁNY EMBERÖLTŐNYI IDEJE TUDUNK RÓLUK

„Naponta többször is lefertőtleníték mindent. Ettől lesz tiszta a lakás, és a család egészséges.”

nevét elhallgató háziasszony

„Arra kíváncsi, hogyan védem az egészségem? Mindennap antibakteriális szappant és tusfürdőt használok.”

A. Béla biztonsági őr

Zoopedagógus foglalkozásvezető:

„- Mi történne, ha a műanyagbontó baktériumok elszaporodnának a világban?”

diák:

„- Megbetegednének az emberek.”



Leeuwenhoek mikroszkópja még nem hasonlított a maiakhoz, de már baktériumokat is látni lehetett vele.

Ha a baktériumok vagy egyéb mikroorganizmusok szóba kerülnek, a legtöbben azonnal kórokozókra gondolnak, pedig a Földön létező több százezer mikroorganizmusnak csupán elenyésző hányada okoz betegségeket. A legtöbbjük ártalmatlan, sőt hasznos, vagy egyenesen létfontosságú a számunkra.

Még nincs 400 éve, hogy tudomást szereztünk a mikroorganizmusok létezéséről. Anton van Leeuwenhoek németalföldi posztókereskedő az 1600-as évek közepén készítette el az első mikroszkópot, melynek

lencséjén át megfigyelhette ezeket a szabad szemmel láthatatlan élőlényeket. Ő és kortársai viszont még nem feltételezték, hogy ezeknek a lencse mögött fickándozó, különös apróságoknak betegségekhez is közük lehet. Alig 150 éve történt, hogy Louis Pasteur (1822-1895) francia mikrobiológus ezt bebizonyította.

Így nem csoda, hogy nem is olyan régen az orvosoknak és a gyógyítóknak még fogalmuk sem volt a betegségeket kiváltó kórokozókról, ezért még a legtapasztaltabbak magyarázatai is csupán feltételezéseken alapulhattak. A

tüneteket például ártó kipárolgások hatásával, a szervezet belső egyensúlyának felbomlásával, elsavasodásával, vagy a test energiarendszerének zavaraiival indokolták. Korábban pedig évezredek át boszorkányokat, ártó szellemeket, netán isteni igazságszolgáltatást vagy átkokat feltételeztek a megbetegedések vagy a járványok mögött az emberek.

Ma már tudjuk, hogy minden esetben érdemes a kórokozót keresni, és közvetlenül az ellen védekezni, vagy a szervezet természetes védekezési mechanizmusát segíteni, amikor megbetegszünk.

Pasteur arra is rájött, hogy az évezredek óta alkalmazott élelmiszer-feldolgozási módszerek - anélkül, hogy erről addig bárki is tudott volna - szintén ezen apró élőlények segítségével működnek.

És bármilyen meglepő, csupán néhány évtizede nyert bizonyítást, hogy a velünk élő baktériumok az egészséges létezésünk elengedhetetlen résztvevői, és sokkal fontosabbak számunkra, mint ahogy azt korábban sejtettük.

Egy-egy új ismeret befogadása, elterjedése, majd alkalmazása, főként, ha az az élet több ágára is befolyással bír, hosszú időt vehet igénybe. Nem véletlen tehát, hogy a csupán néhány emberöltő óta megismert mikroorganizmusok általános megítélése többnyire még mindig ellentmondásos.

Tudod-e?

Louis Pasteur kortársa volt a magyar orvos, Semmelweis Ignác (1818-1865), aki észrevette, hogy a szülő anyák körében megjelenő halálos betegségnek, a gyermekági láznak azonos okai lehetnek a boncoló sebészeknél előforduló vérmérgezéssel. Azoknál az anyáknál ráadásul nagyobb volt a halálesetek száma, akiknek szülésénél a boncoló sebészek segítettek, amiből az következett, hogy a halottakból származó dolog lehetett a kiváltó ok. Ezért Semmelweis klórvizes kézmosást javasolt, ami eltüntette a hullaszagot. Ám az akkori orvosok nagy része ezzel nem értett egyet, ezért csupán a saját klinikáján sikerült ezzel a módszerrel megmentenie az anyák életét. Mindez még azelőtt történt, hogy Pasteur felfedezései általánosan ismertté váltak volna.



Semmelweis Ignác, „az anyák megmentője”

KÉT LÁBON JÁRÓ BAKTÉRIUMPANZIÓK

Ma már közismert tény, hogy a bélrendszerünkben hasznos baktériumflóra (pontosabb nevén mikrobióta) él. Ennek összömege egy 70 kg-os felnőtt emberben elérheti a másfél-két kilogrammot, a baktériumsejtek száma pedig akár a saját sejtjeink tízszerese is lehet. Ha kielemeznénk a testünkben fellelhető genetikai információs anyag egészét, az eredmény azt mutatná, hogy jórészt baktériumokból állunk.

Eddig közel 10 ezer különböző mikroorganizmus-fajt azonosítottak az emberi mikrobiótában. Érdekes, hogy ezek egymáshoz viszonyított aránya egyénenként eltérő, és jellemző az adott személyre.

A beleink mellett a testünk más részein is osztozunk a mikrobiótával, mindenhol az adott helyre jellemző fajösszetétellel. Más-más baktériumok vesznek részt például a szájüreg, a bőrfelszín vagy a hüvely mikrobiótájában.

Láthatatlan jótevők

A velünk együtt élő baktériumokból jelentős hasznot húzunk, még akkor is, ha erről nincs tudomásunk. Ha kívül-belül kifertőtlenítenének minket, hamarosan K- és B-vitamin hiány lépne fel nálunk, védtelenné válnánk számos fertőzéssel szemben, az emésztésünk határfoka jelentősen lecsökkenne, és bélproblémákat, begyulladást, hosszabb távon akár rákos elváltozásokat is tapasztalnánk magunkon.



Emellett minden olyan testrészünkön, amely korábban a mikrobiótás védelem előnyeit élvezhette, különféle gombás és bakteriális fertőzések lépnének fel.

A velünk élő baktériumok tehát az első védőpajzsot jelentik a környezet és a szervezetünk között, akár az élelmiszerekkel vagy a levegővel bejutó, akár a testfelszínünkre kerülő kórokozókról van szó. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy ettől kezdve kerüljük a mosakodást vagy a kézmosást, hiszen ez a védőpajzs sem bír el minden kórokozóval, tehát jobban tesszük, ha besegítünk a védekezésbe. Ám ha például rendszeresen tetőtől talpig antibakteriális

szerekkel mosakodunk, és eltávolítjuk a bőrfelszínünk természetes mikrobiótáját, akkor számítsunk arra, hogy ezzel jelentősen megnöveljük a különböző bőrbetegségek kockázatát, tehát az eredeti célunknak pont az ellenkezőjét fogjuk elérni.

A pótolhatatlan anyai csók

A magzatburok belseje steril környezet. Az újszülöttek beleiben és bőrfelszínén még nincsenek baktériumok. A mikrobióta első képviselőit az édesanyánktól kapjuk. A saját mikrobiótánk baktérium-összetétele nagyjából másfél-két éves korunkra alakul ki, és ez – hacsak nem történik valamilyen drasztikus esemény (pl. bélfertőtlenítést igénylő beavatkozás, vagy a beleket érintő súlyos fertőzés, stb.) – az életünk végéig viszonylag állandó marad. Olyannyira, hogy az ujjlenyomathoz hasonlóan egyedileg jellemző lesz ránk. Nem mindegy tehát, hogy a kezdő „baktériumcsomag” honnan érkezik. A természetes szülés alkalmával az újszülött automatikusan magához vesz valamennyit az anya hüvely-mikrobiótájából, amely tejsavbaktériumokat (*Lactobacillus*) tartalmaz. Ezek a baktériumok képezik majd az elsődleges kolóniát a kicsi belében. A laktobacillusok az anyatejben található tejcukrot tejsavvá alakítják, emiatt lesz savanykás szagú az újszülöttek széklete.

Tudod-e?

Császármetszés során az újszülöttek nem részesülhetnek az anyai mikrobiótából, ezért már több helyen adnak az így világra jött kicsiknek tejsavbaktérium-pótlást. Nem mindegy ugyanis, hogy milyen baktériumok telepednek meg (kolonizálják) elsőként a kisbaba beleit. A felnőttekre jellemző bélmikrobióta tagjai ugyanis tejsav helyett gázokat termelnek, ami főleg a koraszülötteknél okozhat igen súlyos problémákat.

Az újszülött az anya bőrének érintésekor átveszi annak bőrfelszíni mikrobiótáját, így gyorsabban kialakulhat a sajátja. A természeti népeknél magától értetődő szokás, hogy a csecsemőt az anyatej mellett az anyja előragott étellel is megeteti. Ez nemcsak azért előnyös, mivel ilyenkor a gyermek még nem képes megrágni az ételt, hanem ezzel az anya szájmikrobiótájából is kap egy jókora adagot.

Az anyától érkező mikrobiótákat már megbízhatóan beállt baktériumközösségek alkotják, amelyek kiállták az idő próbáját, és hatékonyan működ-

nek együtt. Így jóval kedvezőbb védelmet képesek biztosítani, mint ha az újszülöttnak teljesen a nulláról kellene összeszednie azt a környezetből, és lépésről lépésre felépítenie magának. Az ezzel járó hosszabb folyamat alatt ugyanis végig ki lenne téve azoknak a káros mikroorganizmusoknak is, amelyektől az édesanya hatékonyan működő mikrobiótája egyébként megvédené.

Tehát nem csupán a lelkünknek esik jól: az anyai csóknak valóban gyógyító ereje van.



ELLENSÉGBŐL BARÁT, BARÁTBÓL ELLENSÉG

A velünk együtt élő baktériumok nagy része a szabadban is előfordul. Ezek a típusok minden olyan környezetet benépesítenek, ahol a megfelelő feltételek adottak a számukra, és így tesznek akkor is, ha azt a bizonyos környezetet a szervezetünk nyújtja. Akadnak azonban közöttük olyanok, amelyek annyira alkalmazkodtak a beleink adta körülményekhez, hogy feltehetően már nem is képesek az önálló életre. Kolóniáikat az emberi családtagok adják tovább utódról utódra évezredek óta. Nagy kérdés az is, hogy mi életben maradnánk-e nélkülük. Elképzelhető, hogy sikerülne egy ideig, viszont – ahogy azt az előző részben láthattuk – az jelentős egészségügyi problémákkal és életminőség-romlással párosulna.

Tudod-e?

Azokat a fajok között kialakuló, kölcsönösen előnyös kapcsolatokat, amelyeknek részvevői egymás nélkül is életképesek, fakultatív mutualizmusnak, ha pedig egyébként önálló életre már képtelenek lennének, obligát mutualizmusnak hívjuk. Ha az együttélés tartós, akkor beszélünk szimbiózisról.

Az immunrendszerünknek az a feladata, hogy a szervezetbe kerülő potenciálisan veszélyes dolgokat (vírusokat, gombákat, baktériumokat) kiszűrje és semlegesítse. A csecsemőkor idején az immunrendszer is fejlődésre szorul még. Magzati korban az anyai szervezet a méhlepényen keresztül látja el a gyermeket immunglobulinokkal (kórokozók ellen termelt ellenanyagmolekulákkal), a születést követően pedig ezeket az anyatejjel adja át.

Tudod-e?

A tehének az ellést követő 2-3 napban úgynevezett főcstejet (kolosztrum) adnak, amely biológiailag teljes értékű, pótolhatatlan táplálék a borjú számára. A főcstejnek magas az immunglobulin-tartalma, amely védeltséget biztosít az újszülött állat számára a kórokozók szemben. A főcstejet külön fejik le, és kizárólag a borjak ellátására használják.

Az anyatejben található ellenanyagok csupán átmeneti védelmet nyújtanak a szoptatás alatt, amíg az immunrendszer felzárkózik, és beéri a feladatára. Az anyától kapott mikrobióta ebben is fontos szerepet játszik. Mint legelső idegen „betolakodó”, mindjárt próbára is teszi a kicsi szervezetét, és beindítja az immunrendszer edzését. Erre a csecsemőnek nagy szüksége van, mivel így nagyobb biztonságban készülhet fel a környezetből ezrével érkező mikroorganizmusok érkezésére, amelyek nem vártnak sokáig magukra. Eközben azt is megtanulja, hogyan kímélje meg a hasznosakat, és hogyan szűrje ki a veszélyeseket. Paradox módon a kezdeti időszakban az a legjobb az immunrendszernek, ha minél többféle mikroorganizmussal találkozik. Emiatt lesznek ellenállóbbak a fertőzésekkel szemben azok, akik a gyermekkoruk nagy részét a szabadban töltik, és közben a legkülönbözőbb mikroorganizmusokkal kerülnek kontaktusba.

Tudod-e?

Mindannyiunk szervezete a szabad természetben való életre kódolt, függetlenül attól, hogy városi vagy vidéki környezetben élünk. Az immunrendszerünk nagymennyiségű „betolakodó” fogadására számít, és ha valami miatt ez elmarad, az működési rendellenességekhez vezethet. Az allergia az immunrendszer téves riasztásának eredménye, amelynek során olyan ártalmatlan dolgok ellen indít háborút, mint például a virágpor. Nagyobb eséllyel alakul ki többféle allergia is azoknál, akik túlságosan tisztán tartott környezetben nőttek fel, így a szervezetüknek kevés leküzdendő ellenféllel akadt dolga.

Belegondoltál?

A hosszútávon közös háztartásban élő családtagok a bélmikrobiótájukon is osztoznak. Ehhez még közeli kontaktus sem szükséges. A WC használata után ugyanis mindig kerülnek a kezünkre baktériumok a székletből, és a hagyományos kézmosással ezeknek csupán egy részét tudjuk eltávolítani. A közösen használt tárgyak, pl. kilincsek révén ezek a mikroorganizmusok könnyedén átkerülnek mindenkire, és elég egy mozdulat, hogy a szájban kössenek ki. A saját mikrobiótánk nem veszélyes a szánkra, így a saját székletünk sem. Ennek ellenére nagyon fontos az alapos kézmosás WC után, mivel bármikor összeszedhetünk kórokozókat a környezetből, amit továbbadhatunk a családtagjainknak. Ha pedig nem otthon vagyunk, akkor arra is ügyelnünk kell, hogy mivel mindenkinek más összetételű a mikrobiótája, nem biztos, hogy mások szervezete a mi baktériumainkra békésen fog reagálni, és viszont.



Táptalajra nyomott tenyérről kézmosás nélkül és kézmosás után kitenyészett baktériumtelepek

Ne keveredj rossz társaságba!

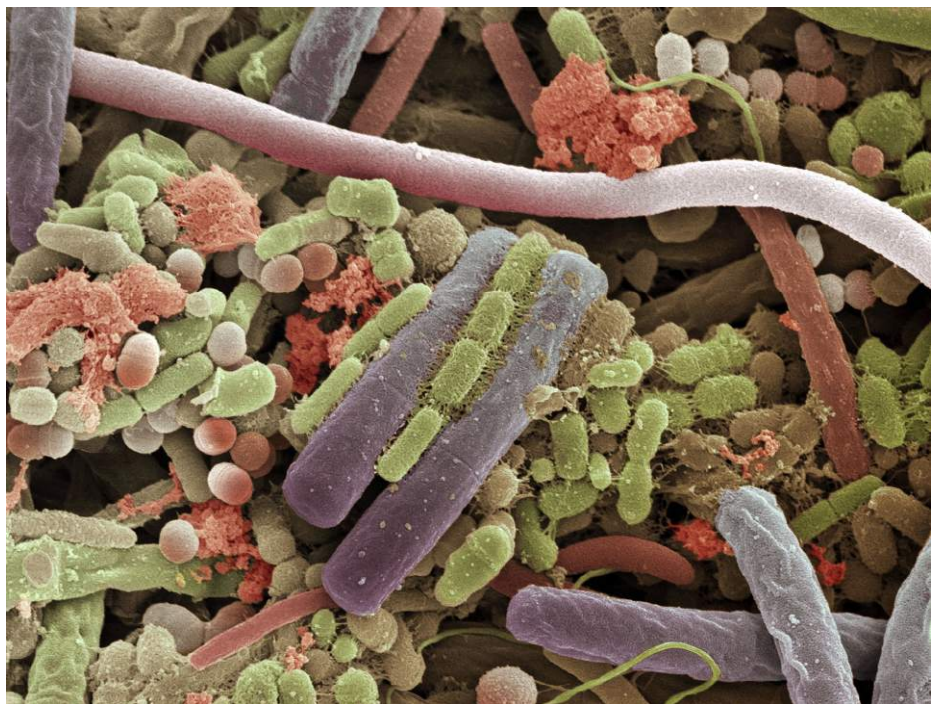
Ha külföldre utazunk, könnyen megbetegedhetünk, ha helyben készült ételeket vagy italokat fogyasztunk, míg azok semmilyen problémát nem okoznak a helyieknek. Ezekbe a termékekbe ugyanis olyan mikroorganizmusok kerülnek, amelyekkel az ott élők immunrendszere megtanult együtt élni, a miénk viszont akkor találkozik velük először. Ám ez nem csupán az immunrendszer különbségén múlik. A kórokozó mikroorganizmusok féken tartása a mikrobióta összetételétől is függ.

A beleinkben (elsősorban a vastagbélben) lakó több milliárd mikroorganizmus között találunk élesztőgombákat, baktériumokat és úgynevezett archeákat. Legnagyobb számban a baktériumok fordulnak elő, ám ezek sem mutatnak egységes képet, legalább húszféle törzsbe sorolhatók, melyek mindegyike igen nagymértékben eltér a többitől. Ezek a mikroorganizmusok mind versengenek a legjobb helyekért és az emésztésünk után megmaradt táplálékért. Ebben a folyamatos vetélkedésben egy idő után egyensúlyi állapot alakul ki, ahol minden résztvevő viszonylagos békességben teszi a dolgát. Ha azonban új játékosok kerülnek a porondra, attól függően, hogy mennyire életrevalók, vagy labdába sem rúghatnak a többség együttes fellépésével szemben, vagy kisebb nézeteltérést követően beilleszkednek, vagy támadásba lendülnek, és felborítják a kialakult rendet. Eljuthatnak a bélfalig, ahol gyulladást okoznak, ettől a bélsejtek folyadékot eresztenek át a bélbe, és egy hirtelen jött hasmenés keretében a rosszindulatú jövevényeket távozásra kényszerítik.

Igen sok múlhat azon, hogy a bélmikrobiótánk milyen összetételű. Például egyes alkotói eredményesebben védekezhetnek adott kórokozókkal szemben, ami magyarázat lehet arra, hogy egyes emberek miért betegednek meg ritkábban másoknál. De ennek ellentéte is igaz: akinek nem elég összetett a mikrobiótája, az sokkal fogékonyabb lesz a betegségekre, főként a bélrendszert érintő gyulladásos megbetegedésekre.

Arra is találtak bizonyítékot, hogy ha bizonyos baktériumok (főként a szénhidrátokat eredményesen bontók) száma megemelkedik a mikrobiótában, az elhízáshoz vezet, mivel azok az átlagos mennyiségű ételből sokkal több emésztésre alkalmas anyagot szabadítanak fel, mint más baktériumfajok.

Ám mindezek mellett ezek a mikroszkopikus albérlők hihetetlen módon még a kedélyállapotunkra is hatással vannak. Az utóbbi években kiderítették, hogy a bélrendszerünket behálózó idegpályák majdnem annyira összetettek, mint az agyi pályáink, és többek között az érzelmeinkért felelős agyterületekkel is



Baktériumok a szájüreg mikrobiótájában

közvetlen összeköttetésben állnak. A beleinkben élő mikroorganizmusok számos molekuláris anyagcsereterméket választanak ki, amelyek közvetten vagy közvetlenül a hormonháztartásunkra és az idegrendszerünkre is hatnak, és befolyásolják a közérzetünket.

Tudod-e?

Ha valakinél súlyos gondokat okoz, hogy kedvezőtlen összetételű a bél-mikrobiótája, le lehet cserélni egy egészséges emberére. Mivel a gyomorsav hatására a legtöbb baktérium elpusztul, erre csak az ellenkező irányból van lehetőség. Ezt hívják székletátültetésnek. Bármilyen visszataszítóan is hangzik, ez az eljárás adott esetben akár életmentő is lehet.

Végig elkísérnek

A velünk együtt élő hasznos mikroorganizmusokat az immunrendszerünk nem pusztítja el, viszont folyamatosan kordában tartja. Azért, hogy a szolgálataikat igénybe vehessük, a szervezetünknek állandóan védekezési üzemmódban kell működnie – ez akkor válik a legszembetűnőbbé, amikor erre képessé válik. Immunhiánnyal járó megbetegedések vagy kezelések esetén például a saját mikrobiótánk olyan tagjai okozhatnak betegségeket, amelyek más esetben a szervezet legodaadóbb, és legjámborabb segítői.

Gondoltad volna?

A halállal szintén megszűnik az immunrendszer rendszabályozó hatása. A mikrobiótához tartozó mikroorganizmusok szétszélednek, és pár nappal később már az egész testben kimutathatók lesznek. Ezután már a lebontási folyamatokban fognak segédkezni.

MIHEZ KEZDÜNK A FÖLD URAIVAL?

A mikroorganizmusok jelentek meg elsőként a Földön, és biztosak lehetünk abban, hogy ezek az élőlények fognak a legtovább itt maradni.

Az élővilág jelenléte alatt végigasszisztálják a többi élőlény életét az általuk fenntartott körforgásban. Lehetővé teszik, hogy az állatok növényekkel táplálkozhassanak, olyan anyagokká alakítják az elhalt élőlények szerves anyagait, amelyeket a termelő szervezetek újra felhasználhatnak, visszaforgatnak minden keletkező maradékot a rendszerbe.

A légáramlatokkal a felhők fölé, a Sztratoszféra 30 km-es magasságába is feljuthatnak, jóval az utasszállító repülőgépek útvonalai fölé (*ld. Állatkert egy vízcseppben című oktatási anyagunkat*), és a föld alatt, több kilométeres mélységben is megtalálhatjuk a képviselőiket. Oxigént szolgáltatnak a lélegzéshez, szén-dioxidot a fotoszintézishez, többen közülük a legextrémebb feltételek között is megélhetnek, és kiaknázzák a legkülönbözőbb energiaforrásokat. Általuk népesülhetnek be többek között a mélytengerek oxigén- és fénymentes, több száz fokos hidrotermális kürtői is. Ahol élet van, ott mindenütt jelen vannak.

Sokoldalúan előnyös tulajdonságaikat az ember sem hagyhatta kiaknázatlanul. Ezek a szabad szemmel láthatatlan organizmusok meghatározzák a mindennapjainkat, akár akarjuk, akár nem.

Tudod-e?

Az eukarióták közé tartozó egysejtű gombák átlagmérete: 0,01 mm, a prokarióta baktériumoké körülbelül 0,001 mm, a legtöbb vírus mérete pedig 0,000005 - 0,0003 mm közé esik, amelyet fénymikroszkóp már nem képes megmutatni, emiatt ezeket a szervezeteket az első elektronmikroszkóp megépítése (1933) előtt még nem lehetett megfigyelni, csupán a hatásaikból következtettek a jelenlétükre. Kezdetben az általuk okozott tünetek mögött méreganyagokat sejtettek, ezért adták nekik a vírus elnevezést, ami latinul mérget jelent.

Arra még szükség lesz, nehogy eltakarítsd!

A megbetegedéseket okozó mikroorganizmusok mellett a lebontó folyamatokért felelősöket igyekszünk a leginkább feltartóztatni. A lebontó szervezetek a „természet takarítói”; minden feleslegessé vált szerves anyagot feldolgoznak, hogy az összetevőit visszajuttassák a természetes körforgásba. Ennek az ember nem mindig örül, mivel szeretné a termékei egy részét vagy hosszabb távon, vagy egy későbbi alkalommal felhasználni.

A „takarítók” ténykedésének legfőbb jelei a rothadás, a korhadás, az erjedés, a savanyodás, tehát az ételeink megromlásával kapcsolatos jelenségek, valamint a természetből származó alapanyagaink (pl. a fa) minőségromlása. Ahhoz tehát, hogy ezeknek a folyamatoknak gátat szabjunk, meg kell akadályoznunk a kiváltók elszaporodását. Ennek legegyszerűbb módja, ha megszüntetjük az életfeltételeiket.

A mikroorganizmusok sok mindent kiállnak, ám a szaporodásukat olyan környezeti tényezők befolyásolják, mint a nedvesség, a hőmérséklet, az oxigén és egyéb anyagok jelenléte vagy hiánya, a közeg kémhatása, vagy az ozmotikus viszonyok.

Az élelmiszertartósítás számos formáját alkalmaztuk évezredek óta anélkül, hogy tisztában lettünk volna azzal, hogy azok miként és miért működnek.

Víz

A mikroorganizmusok kizárólag nedves közegben képesek táplálkozni és szaporodni, vízre van szükségük ahhoz, hogy az életfolyamataik működjenek. Az egyik legegyszerűbb tartósítási mód tehát a víz elvonása, a szárítás vagy aszalás. Ehhez a napfény és a szél ereje a kezdetektől rendelkezésünkre állt, ám manapság a napnál már jóval gyorsabb és eredményesebb vízfelvonásra képes szárító és liofilizáló (fagyasztva szárító) berendezéseket is alkalmazunk.

Hőmérséklet

A mikroorganizmusok nagy része (néhány kivétellel) 25-35 °C körül szaporodik a legjobban. A legtöbbször 60 °C feletti tartós hőhatásra már elpusztul. Ezért tartósíthatunk például befőzéssel.

Hűtéssel is lassíthatjuk az életfolyamataikat, ám a tárolhatóság hossza függ a hőmérsékletcsökkenés mérté-



Yuka, a jégből kiemelt 39000 éves fiatal gyapjas mamut (Mammuthus primigenius)

kétől, és az élelmiszerek típusától. Léteznek olyan baktériumok, amelyek a hűtőszekrény 4-8 °C-os hidegében is képesek szaporodni (a pár fokos hidegben is jól szaporodik például *Listeria monocytogenes*, a liszteriózis kórokozója). A több ezer éves jégbefagyott mamutmaradványok figyelemreméltóan friss állapota viszont kiváló példa a mélyfagyasztás hatékonyságára.

Tudod-e?

Az mélytengeri hidrotermális kürtők falán élő mikroorganizmusok az extrém magas hőtűrőképességű, úgynevezett hipertermofil élőlények közé tartoznak. Kizárólag 90°C felett életképesek, és 120 °C környékén szaporodnak a legjobban. Érdekes tény, hogy az óceán mélyén a nagy nyomás miatt még a 400 °C feletti hőmérsékletű tengervíz is folyékony halmazállapotú marad.

Ozmotikus viszonyok

A mikroorganizmusok között kevés akad, amely képes életben maradni magas sótartalmú környezetben. (Ilyenek az úgynevezett halofil szervezetek, melyek például a Holt-tenger sós vizében is előfordulnak.) A sózás szintén ősi típusú tartósítási módszer. A tömény sós környezet a féligáteresztő tulajdonságú sejthártyán keresztül elvonja az egysejtű organizmusok testéből a vizet, ami többnyire a pusztulásukhoz vezet. A cukrozásos tartósítás szintén ugyan ezen az elven működik.

Oxigén

A baktériumok lehetnek oxigénkedvelők (aerobok) és oxigénmentes környezetet kedvelők (anaerobok). Az előbbieket ellen védekezhetünk vákuumcsomagolással vagy védőgázos tartósítással, melynek során a csomagolásba nitrogént vagy nitrogén-széndioxid keveréket vezetnek, amelyben a mikroorganizmusok nem képesek életben maradni, emellett az oxigén kiszorítása az oxidáció útján történő avasodást is megakadályozza. Ezen az elven alapul a zsírban tartósítás hagyományos módszere is, amikor a bőséges mennyiségű zsírban kisült húsfélét a megszilárduló zsírréteg tartja távol a mikroorganizmusoktól.

Tudod-e?

A *Clostridium botulinum*, egy toxin-termelő (botulotoxin) anaerob baktérium okozza az igen veszélyes botulizmust, más néven kolbász-betegséget. Ez a baktérium képes elszaporodni a nem megfelelően hőkezelt termékek oxigénmentes tereiben, pl. konzervben, disznósajtban, kolbászban. A botulotoxin idegbénító hatását a kozmetikai ipar is felhasználja. A botox injekció a mimikai izmok lebénításával akadályozza meg a ráncok kialakulását.



A *Clostridium botulinum* fénymikroszkópos képe

Vegyianyagok

A füstölés évezredek tartósítási módszere a faanyag pörkölése során felszabaduló vegyületeken alapul. A füstben található fenolok megakadályozzák az avasodást, a felszabaduló savak pedig gátolják a baktériumok elszaporodását. A fertőtlenítéssel tartósításnál szintén mikrobaölő hatású szereket használnak, ilyen például az ivóvíz fertőtlenítésére alkalmazott klórgáz és klórdioxid.

Kémhatás

A baktériumok nagy része a semleges vagy enyhén lúgos közeget kedveli, és a savas környezetben nem képes életben maradni. A gyenge savak (ecetsav, tejsav, citromsav) bizonyos körülmények között önmagukban is mikrobaölő hatásúak. Ezért nagyszerű tartósítási mód a savanyítás. Ezen az elven hatnak a savas jellegű tartósítószer is, mint a szorbinsav vagy a benzooesav.

Elithadseregek a szolgálatunkban

Az élet legkülönbözőbb területein igénybe vesszük a mikroorganizmusokat, az energiagazdálkodáson és nyersanyagtermelésen át az élelmiszer-előállításán és -tartósításon keresztül egészen az egészségügyig. Nehéz lenne elképzelni a mindennapi életünket a segítségük nélkül.

Az előzőekben bemutatott tartósítási eljárásokban például jelentős segítséget nyújtanak a savkedvelő tejsav- és ecetsav-baktériumok. Ezek a mikroorganizmusok a rendelkezésre álló szénhidrátokból tejsavat és ecetsavat állítanak elő, ami megakadályozza más típusú mikroorganizmusok megtelepedését a környezetükben. Ezt a tulajdonságukat használjuk ki a savanyításos tartósítási módszereknél, a savanyúságok előállításánál, de a speciálisan kitenyésztett kultúráikat ecetek, joghurtok, sajtok, túró és tejföl előállításához is felhasználjuk.



Tudod-e?

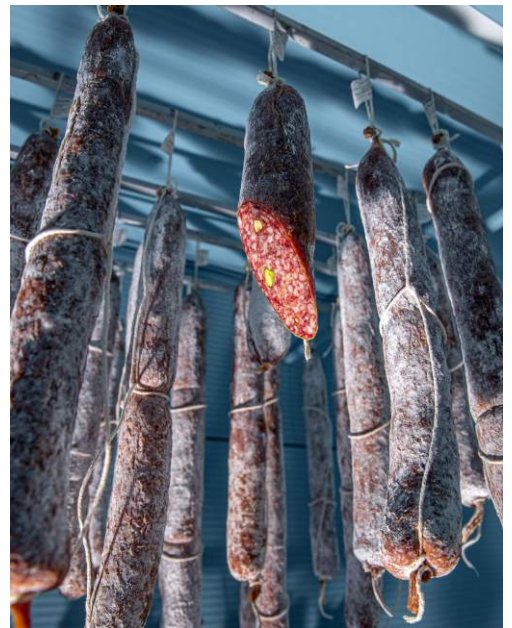
Sokáig azt hitték, hogy a sajtokban a lyukak a baktériumok által termelt széndioxid-buborékokból keletkeznek. Ám egy svájci kutatóintézetben 2015-ben kiderítették, hogy a lyukak valójában a tejes vödörbe került parányi szalmarészecskék hatására alakulnak ki. Kiderült tehát, hogy mikroszkopikus szemcsék hozzáadásával szabályozni lehet a lyukak számát.



A penészes sajtok gyártása során a baktériumkultúra mellett étkezésre alkalmas nemes penésszel is kezelik a sajt-kultúrát. Ehhez például a camembert sajt-nál a *Penicillium camemberti* nevű penészgomba szuszpenziójával permetezik be az előkészített félérett sajt-korongokat, amellyel még hetekig tovább érlelik. A sajtot átjáró penész alakítja ki a lágy belső állagot és a jellegzetes, hamvas fehér bevonatot.

A szalámiféléket szintén nemes penész és baktérium hozzáadásával készítik. A húspépet tejsavbaktérium-kultúra felhasználásával erjesztik, majd füstölik és szárítják, és a felszínét penész-kultúrával kezelik. A nemes penész láthatatlan fonalaival a szalámi egészét átszövi, és elősegíti a jellegzetes szalámiíz kialakítását.

Az élesztőgombák a *Saccharomyces* nemzetség tagjai, egysejtű gombafélék. Jellemző rájuk, hogy a szénhidrátokat szén-dioxiddá és etilalkohollá bontják. A felhasználásuk során mindkét bomlásterméknek nagy szerep jut.



Tudod-e?

Az élesztőgombák képesek szimbiotikus közösségben összeállni tejsavbaktérium-fajokkal. Jellemző példa erre a kefir, amely létrehozásához mindkét mikroszervezetre szükség van. A kefirfélék jellegzetesen csípős íze a gombák által termelt alkoholtól származik.

A sütőélesztő, más néven sörélesztő (*Saccharomyces cerevisiae*) a legismertebb élesztőféle. Elengedhetetlen a kelt tészta alapú péksütemények előállításához. A kelesztés folyamán a tészta a liszt (esetleg a hozzáadott cukor) bontásából felszabaduló széndioxid-gázbuborékoktól emelkedik meg. A szintén termelődő etilalkohol a sütés során távozik a tésztából.

Ugyanezt az élesztőt használjuk a sör előállításához is. Itt a gomba a vízben főzött árpaszemek szénhidrát-tartalmát bontja tovább, azonban ebben az esetben az alkohol a sörben marad, a széndioxid pedig buborékok formájában szabadul fel, és így képez habot az ital tetején.



A borkészítéshez szintén élesztőre van szükség. Ezek a mikroszkopikus gombák a szőlőszemek felszínéről kerülnek a kipréselt szőlőlébe, és elkezdik erjeszteni a cukortartalmát. A borkészítésben leggyakrabban szintén a *Saccharomyces cerevisiae* vesz részt, vagy egy közeli rokona, a *S. bayanus*. Az erjedés során keletkező széndioxid kidiffundál a boroshordókból, és feldúsulhat a rosszul szellőző borospincékben. Így keletkezik a mustgáz. A széndioxid színtelen, szagtalan, a levegőnél nehezebb gáz, nagy mennyiségű belégzése eszméletvesztést okoz, és ha nem veszik észre időben, fulladáshoz vezethet. A bor alkoholtartalmát az élesztő tűréshatára szabja meg, ugyanis az alkohol mérgező az élesztőgombák számára, és elpusztulnak, ha a szintje túlságosan megemelkedik. A bor átlagos alkoholtartalma ezért 12-13%. A töményebb italok előállításához alkoholleparló berendezéseket használnak. A sörfélék alkoholtartalma alacsonyabb, 2-8%, mivel az élesztő más feltételek mellett dolgozik, és általában pasztörizálással elpusztítják, még mielőtt az alkoholszint tenné meg ezt.

Tudod-e?

A kőolaj és a földgáz évmilliókkal ezelőtt élt mikroorganizmusok fosszilizációja során alakult ki. Így a legelterjedtebb fosszilis üzemanyagféléket is ezeknek az élőlényeknek köszönhetjük. Ám a környezettudatosabb energiaforrást, a biogázt is mikroorganizmusok segítségével állítják elő, szerves hulladékok erjesztésével.

Egymás ellen

A tejsavbaktériumok anyagcsereterméke, a tejsav gátolja más típusú mikroorganizmusok szaporodását. Rajtuk kívül más mikroszervezeteknél is előfordul, hogy más típusú szervezetekre ártalmas hatású vegyi anyagok kibocsátásával sajátítják ki az általuk elfoglalt élelemforrást. A baktériumok ellen ható vegyületeket összefoglaló néven antibiotikumoknak nevezzük, tehát ezek a baktériumok valójában antibiotikumokat vetnek be egymás ellen.

Nemcsak baktériumok termelnek antibiotikumokat. Az elsőként felfedezett természetes antibiotikumot, a penicillint például egy penészgomba alkalmazza a baktériumok távoltartására.

E gombaféle jótékony hatását már az ókori rómaiak is kihasználták a sérülések kezelésére. Észrevették ugyanis, hogy a penészes szőlőlevél gátolja a sebek elfertőződését.

A penicillin tudományos leírója Alexander Fleming skót bakteriológus. Felfedezését 1928-ban a véletlennek köszönhetjük: éppen egy penészedésnek indult baktériumtenyészetet készült eltakarítani, amikor felfigyelt rá, hogy a Petri-csészében kinőtt *Penicillium notatum* penészgombatelepet baktériummentes sáv veszi körül. Izolálta a penész által termelt anyagot, és a gombáról elnevezte penicillinnek. A penicillinnel azóta milliók életét mentették meg szerte a világon.

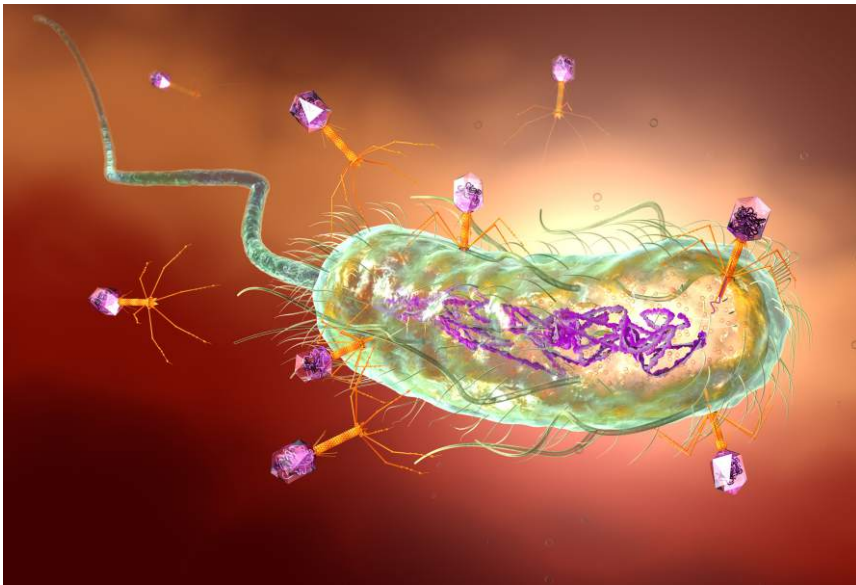


Petri-csészében kinőtt Penicillium telepek. Jól megfigyelhető, ahogy a kiválasztott penicillin megszínezi a táptalajt körülöttük.

Tudod-e?

Az antibiotikumok túlzott és nem rendeltetés szerinti használata elősegítette az antibiotikumok hatásának ellenálló, úgynevezett antibiotikum-rezisztens kórokozók elszaporodását. Léteznek olyan baktériumok, amelyek szinte már egyetlen használatban lévő antibiotikumra sem érzékenyek, így alig maradt esély az általuk okozott megbetegedések gyógyítására. Emiatt a kutatók folyamatosan keresik az újabb és újabb antibiotikumokat a természetben, elsősorban az egymással vetélkedő mikroorganizmusok körében.

A nemkívánatos baktériumok ellen nemcsak antibiotikumokkal védekezhetünk, hanem bevethetünk egy másik kórokozócsoportot, a vírusokat is. A vírusok egyszerűen értelmezve fehérjeburokkal (kapszid) körülvelt örökítőanyag-csomagok. Nem tekinthetők valódi élőlényeknek, mivel önálló szaporodásra képtelenek, és egyéb életjeleket sem mutatnak. Az egyetlen funkció, amire alkalmasak, hogy más sejtekkel lesokszorosítsák a saját génállományukat, és újraépítsék a fertőzőképes vírusrészecskéket (ún. virionokat). A vírusok speciális kötőhelyeikkel kapcsolódnak a sejtek felszínén található receptor-fehérjékhez. E fehérjék gazdaszervezetenként eltérőek lehetnek, így a vírusok csupán egyes élőlények sejtjeihez rögzülhetnek, másokéhoz nem. Ennek köszönhetően fogékonyabbak egyes fajok bizonyos vírusos eredetű megbetegedésekre másoknál.



Kólibaktériumot (Escherichia coli) megtámadó bakteriofágok

Léteznek kifejezetten baktériumokra specializálódott vírusok is. Ezek a bakteriofágok. A bakteriofágok előnye, hogy az eukarióta sejteket nem használják szaporodásra, ezért a mi szervezetünkre ártalmatlanok. Erősen gazdaspecifikusak, így irányítottan vethetők be az egyes kórokozókkal szemben. Az antibiotikumok mellett alternatívát adhatnak a baktériumok

elleni védekezésben. Az úgynevezett fágterápia ígéretes módszer lehet a nagyüzemi állattartásban az antibiotikumok használata helyett, és a növényvédelemben a vegyszeres védekezés kiváltására.

Vírusokat nemcsak bakteriális, hanem gombafertőzésekkel szemben is be lehet vetni. A gombákra specializálódott paraziták az úgynevezett mycovírusok, amelyeket sikeresen vetnek be a termőföldeken biológiai védekezés-ként a kultúrnövények védelmében. Mivel a mycovírusok kizárólag a gombában képesek szaporodni, biztonsággal alkalmazhatók a növényvédelemben.

Gondoltad volna?

Gombáknak is lehetnek bakteriális fertőzései, és ezek ellen védekezhetünk vírusokkal. Laskagombákat fertőző baktériumok a gombatest sárgulását, foltosodását okozzák. Mivel a gombatermesztésben is kiemelt cél a vegyszermentesség, fágterápiát alkalmaznak e baktériumok ellen.

Az antibiotikumok a baktériumok életfolyamataira hatnak, például akadályozzák a sejtfaluk szintézisét, a DNS-replikációt, vagy gátolják az anyagcserefolyamatokat. A vírusok önálló életre és szaporodásra képtelen organizmusok, így életfolyamataik sincsenek. Az antibiotikumok tehát hatástalanok velük szemben.

A vírusok a legkisebb ismert szervezetek, ezért nincsenek sem parazitáik, sem betegségeik. Úgy gondolhatnánk, hogy biológiai úton nem is lehet ellenük védekezni. Ennek azonban pont az ellenkezője igaz: a vírusfertőzéseket elsősorban biológiai védekezéssel kezeljük, mégpedig nem mással, mint a saját szervezetünk védekező apparátusával.


A vírusok elleni védekezés alapja a védőoltás (vakcina). A védőoltás semmiféle hatással nincs a vírusokra. Előlt vagy legyengített vírusokat, vírusrészecskéket tartalmaz, és egy vivőanyagot, ami megakadályozza, hogy túl hamar kiürüljön a szervezetből. Semmi másra nem jó, csak arra, hogy az immunrendszer számára elérhetővé tegye a kórokozót, és az belekezdhesen a tüzesebb tanulmányozásába.



Az immunrendszerünknek többek között létezik egy jól bevált antitestes védekezési mechanizmusa a vírusokkal szemben. Ennek során az létrehozott antitestek (immunglobulinok) a vírusok felszínéhez kötődnek, aminek hatására azok elveszítik a fertőzőképességüket.

Ennek eléréséhez azonban elő kell állítani azt a speciális antitestet, amely képes az adott vírushoz kötődni. Bármennyire kifinomult és összetett rendszer az immunrendszerünk, nincsen szeme vagy a vírus felszínének kitapogatóására alkalmas érzékszerve. Ezért az egyetlen dolog, ami tehet, hogy próbálgatásba kezd. Ehhez rengeteg különböző antitesttípust legyárt, és addig kísérletezik velük, amíg az egyik végül sikeresen kapcsolódik a vírushoz. Lehet, hogy mindjárt az első nap szerencséje lesz, és rátalál a megfelelő antitestre, de az is lehet, hogy hetekig elidőzik a próbálgatással, és letelik az a körülbelül két hét, amíg a vakcina kiürül a szervezetből. Így történhet meg, hogy az oltás ellenére később mégis kialakul a betegség. Ha rendelkezésre áll más, hasonló vírusok ellen korábban már sikeresen bevetett antianyagminta, az leszűkíti a variációk skáláját, és megnöveli a siker esélyét.

Ha egyszer az immunrendszer rátalál a megfelelő ellenanyagra, nekilát a tömeges legyártásának, és elraktározza azokból a sejtekből, amelyekkel előállította. Így ezek az antitestek akár az életünk végéig rendelkezésre állnak majd, és azonnal bevethetők, ha az adott vírus előbukkan.



Oltás nélkül viszont az immunrendszer élesben találkozik a vírussal, amely már képes valóban megtámadni a sejteket. A folyamat ekkor is ugyanaz, ám amíg az ártalmatlanított vírusok mellett az immunsejtek teljes erőbedobással próbálghattak, a valódi fertőzés során hatalmas tétje lesz, hogy még azelőtt rátaláljanak a megfelelő antitestre, hogy a vírus visszafordíthatatlan károkat okozna a szervezetben.

A mikroorganizmusokat csupán néhány száz éve fedeztük fel. Hiába is keressük őket a korábbi tudósok feljegyzéseiben, vagy a hagyományainkban. Mégis régebb óta meghatározzák a földi életet, mint bármely más élőlény.

Tőlük bűdös az izzadtságsgzag, és kellemes a bababőr illata. Egyaránt szerepük van a betegségeink okozásában és a gyógyításában. Mindig is a részeink voltak, és nekik köszönhetjük, hogy létezőnk.

Dönthetünk akár úgy, hogy ezentúl más szemmel nézünk a mikroorganizmusokra, vagy maradhatunk a megszokott sémáknál, ezek az élőlények a véleményünktől függetlenül mindig is nagyobb hatással lesznek ránk, mint mi rájuk.

AJÁNLOTT IRODALOM

http://doktori.bibl.u-szeged.hu/1095/1/Doktori_Sajben.pdf

<https://magyarmezogazdasag.hu/2020/10/19/ellensegbol-barat-virussal-fertozott-gomba>

<http://web.med.u-szeged.hu/medmicro/dok/fresh/20180510/eloadas.pdf>

https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_524_Mikrobiologia/ch01s02.html

http://medicalonline.hu/tudomany/cikk/hany_kilonyi_bakteriummal_elunk_egyutt

Giulia Enders: Bélügyek/Park Könyvkiadó Kft., 2018

https://index.hu/techtud/2020/09/30/pasteur_a_legnagyobb_bakteriumvadasz_orok_elete/

https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszermikrobiologia/ch01s02.html

<https://zoobudapest.com/oktatas/digitalis-allatkert/talpalatnyi-elet-oktatasi-csomag-a-talaj-elovilagarol>

<https://zoobudapest.com/oktatas/digitalis-allatkert/allatkert-egy-vizcseppben-oktatasi-csomag>

https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_524_Immunologia/ch17s03.html