

36. OTDK Biológia Szekció

**DEBRECENI EGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIAI KAR
HIDROBIOLÓGIA TANSZÉK
BALATONI LIMNOLÓGIAI KUTATÓINTÉZET**

**Hormonok és mikroműanyagok hatása a nagy
mocsáricsigára (*Lymnaea stagnalis*)**

Készítette:

**Kovács Dóra
Hidrobiológus mesterszak**

Témavezetők:

**Dr. Nagy Sándor Alex
tudományos főmunkatárs**

**Dr. Pirger Zsolt
kutatócsoport vezető,
tudományos főmunkatárs**

**Debrecen, 2022
Tihany, 2022**

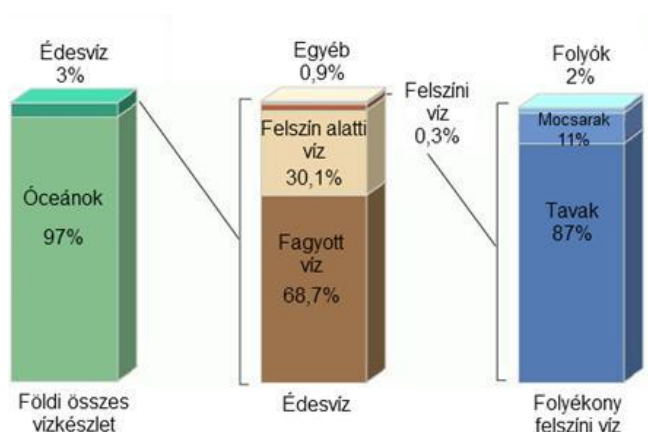
Tartalomjegyzék

1.Bevezetés	3
2.Irodalmi áttekintés.....	4
2.1.Vízzennyezők	4
2.2.A mikroszennyezők	4
2.3.Gyógyszermaradványok.....	5
2.4.A hormonok	5
2.4.1.A progeszteron:.....	6
2.4.2.A drospirenon:	7
2.4.3.A levonorgestrel:.....	8
2.5.Mikroműanyagok	9
2.5.1.Polietilén	11
2.5.2.Polisztírol.....	11
2.5.3.Mikroműanyagok hatása tengeri és édesvízi élőlényekre.....	12
2.6.A tesztorganizmus: <i>Lymnaea stagnalis</i>	13
3.Célkitűzés	15
4.Anyag és módszer	16
5.Eredmények és értékelésük	18
5.1.Eredmények ismertetése	18
5.2.Eredmények értékelése:	21
6.Összegzés	22
7.Köszönetnyilvánítás	23
8.Irodalomjegyzék.....	24
Függelék	26

1.Bevezetés

A víz az élet elengedhetetlen feltétele. Bolygónk vízkészletének csupán 3%-a édes víz. Ennek a 3%-nak csak 0,3%-a felszíni víz, a maradék nagy része fagyott állapotban van, a többi felszín alatti víz. A rendelkezésünkre álló édesvízkészletek nem végtelenek.

A mai világunkban felgyorsultak a mennyiségi és minőségi változások az emberiség és a természet kapcsolatában. A népesség növekedés olyan mértékeket öltött, mint korábban nem volt tapasztalható. A bolygó lakossága 30 év alatt megduplázódott. Nőtt a városok mérete és száma. Nagymértékben nőtt a beépített területek (ipari létesítmények, utak, vezetékek stb.) mérete is.



1.ábra: A Föld vízkészlete (<https://hirozon.hu/2019/10/15/kozeppontban-a-viz-viz-vilagtalalkozo-haromnapos-konferencia-kezdodott-budapesten/>)

Nő a fogyasztás, ennek következtében a túlhalászás, fajok irtása. Növekszik a mezőgazdasági igény, nő a vegyszerek használata, alkalmazása, melyek mind az életet jelentő vizeinkben kötnek ki. Degradálódik a talaj, csökken a diverzitás, átalakulnak az élőlényközösségek. Az erdőirtás sosem látott mértéket öltött, számos faj véglegesen kihalt a Földről. A műanyagokat óriási mennyiségben állítják elő, az élővilág azonban a műanyagokat nem képes lebontani, hatalmas károkat okozva mind a vízi mint a szárazföldi ökoszisztémákban. [Kerényi, 1998]

2.Irodalmi áttekintés

2.1.Vízzennyezők

A Földön a vizek szennyezettsége, veszélyeztetettsége napjainkra globális problémává nőtte ki magát. Veszélyeztető tényező a szennyezés és a meggondolatlan vízrendezések. A vízzennyezés következtében a vízminőség romlik, az életközösségek egyensúlya felborul, a diverzitás csökken. [Fazekas et al, 2002, 2015]

A vízzennyezés típusait az alábbi táblázat foglalja össze:

A vízzennyezés típusai		
Szennyezés fajtája	Természete	Forrása
Hőszennyezés	meleg víz	erőművek
radiotív szennyezés	Izotópok	atomerőművek
mikrobiológiai szennyezés	baktériumok, gombák, vírusok	városi szennyvizek, állattenyésztés, élelmiszer ipar
bakteriálisan lebontható szerves anyagok	cukrok, zsírok, fehérjék	kommunális szennyvíz, mezőgazdaság, élelmiszer- és faipar
Trágyák	nitrát, foszfát	mezőgazdaság
fémek és toxikus fémhulladékok	Hg, Ca, Pb, Al, As	ipar, mezőgazdaság, füst, savas esők
növényvédő szerek	inszekticidek, fungicidek, herbicidek	mezőgazdaság, ipar
Mosószeres		kommunális szennyvizek
Szénhidrogének	nyersolaj és származékai	ipar, finomítók, közlekedés
szerves klórvegyületek	poliklórozott bifenilek, klórozott szénhidrogének	ipar
Műanyagok	óriás molekulák	ipar

1. táblázat: A vízzennyezés típusai (Fazekas et al, 2022, 2015)

A táblázatban említetteken kívül számos más anyag is közrejátszik a vizeink szennyezésében.

2.2.A mikroszennyezők

A mikroszennyezők jelenléte a felszíni vizekben, tengerekben, óceánokban- globális probléma. Ezek az anyagok hosszútávon veszélyeztetik az ökoszisztémát. Mikroszennyezőknek tekintjük a különböző gyógyszermaradványokat és azok metabolitjait, növényvédő szerek (pesticidek). A vízhasználat utáni víztisztítások nem minden esetben képesek maradéktalanul eltávolítani, mert ezek nagyrésze stabil, bioaktív, ami azt jelenti, hogy nem bonthatók le teljes mértékben. A mikroszennyezők a természetben felhalmozódhatnak, majd bekerülve az

ivóvízkészletekbe a társadalomra is veszélyt jelentenek. Hatásukat még nem ismerjük pontosan. [Gerencsérné et al, 2015]

2.3. Gyógyszermaradványok

A gyógyszermaradványok több úton is a vizekbe kerülhetnek. Egyik módja az állati és emberi fogyasztás által, a szervezetben le nem bomlott gyógyszerhatóanyagok és metabolitjaik. Ilyen úton kerülnek be a fájdalomcsillapítók, szteroidok, kábítószeres és fogamzásgátlók. Másik módja a gyógyszerek nem megfelelő megsemmisítése, így ismét a szennyvizekben kötnek ki. Az elpusztult állatok figyelmetlen kezelése során is a gyógyszermaradványok bekerülhetnek az ivóvízkészletbe. [Gerencsérné et al, 2015]



2. ábra: Gyógyszerszármazékok útja a vizekbe [Gerencsérné et al, 2015]

A vizekbe került gyógyszermaradványok az ott élő élőlényekben, egyed szintjén is felhalmozódhatnak, majd bekerülnek a táplálékhálózatokba. A bekerülő szteroidok az endokrin rendszer végtermékei vagy orális fogamzásgátlók metabolitjai. A hormonok lassan bomlanak, nagyon könnyen akkumulálódnak, és már kis mennyiségben is hatással vannak a természetes élővilágra. [Gerencsérné et al, 2015]

2.4.A hormonok

A hormonok olyan szerves vegyületek, melyek az endokrin mirigyek sejtjei termelnek, majd a véráramba juttatják. Szervek, szövetek működését befolyásolják. Az anyagforgalomban és energiaforgalomban nem vesznek részt. Hatásukat receptorokhoz kötődve fejtik ki.

A hormonokat többféleképpen lehet csoportosítani: keletkezési hely szerint, kémiai jellegük szerint és hatásuk szerint.

Keletkezési helyük szerint:

- tobozmirigy (epifízis)
- ovariumok
- herék (testis)
- placenta
- vese
- prosztata
- gasztrointesztinális traktus (emésztő hormonok)
- agyi hormonok.

Kémiai felépítésük szerint:

- Szteroidok és zsírsavszármazékok: Ilyenek például a nemi hormonok, a mellékvesekéreg hormonok és a prosztaglandinok
- Aminosav származékok: pajzsmirigyhormonok, hisztamin, szerotnin, acetilkolin, stb.
- Peptid- és polipeptid hormonok

Hatásuk szerint:

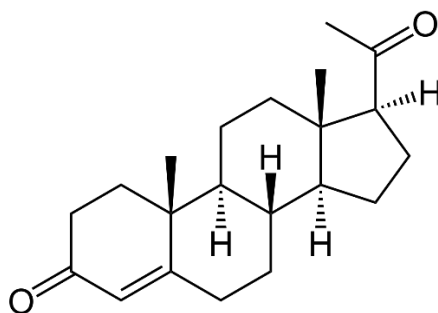
- Gyors hatású hormonok: Közvetlenül, rögtön kifejtik hatásukat. Ilyen hormon például a vazopreszin és noradrenalin, melyek a vérnyomás emelkedését okozzák. Gyors hatású hormonokhoz soroljuk az inzulint is, mely a vércukorszintet csökkenti.
- Lassú hatású hormonok: Nem azonnal, idő elteltével fejtik ki hatásukat. Ilyen hormon a növekedési hormon. [Guba 1988]

2.4.1.A progeszteron:

A progeszteron a nemi (szexuál) hormonhoz tartozik az ösztrogénnel együtt. [Guba, 1988] A progeszteron a menstruációs ciklus, a szaporodás és a szteroid hormonok bioszintézisének kulcsfontosságú szereplője. A progeszteront az embriók növekedésére és beágyazódására

gyakorolt hatása okán fedezték fel. 1920-as években nyerték ki a sárgatestből. Fontos szerepet játszik az emlő fejlődésében, befolyásolja a központi idegrendszert, hatással van a keringés működésére. Szerepe a menstruációban elengedhetetlen. Széleskörű klinikai alkalmazásban használják, valamint számos kutatás folyik az exogén progeszteron fiziológiai hatásairól. [Nagy et al, 2021]

Ez a természetes progesztin fő ivarmirigyhormon, amelyet elsősorban a nőknél a petefészek, a férfiaknál a herék és a mellékvesekéreg szintetizál. Mechanizmusa a progeszteron receptorokon keresztül (PR) megy végbe, és a specifikus progeszteron válaszelemeken fejti ki hatását. [Meharvan et al, 2013] Könnyen átjut a vér-agy gáton. Lokálisan az agyban is szintetizálódhat neuronok, glia és mikroglia segítségével koleszterinből. [Jaideep et al, 2021]



3. ábra: A progeszteron szerkezeti képlete

(<https://hu.wikipedia.org/wiki/S%C3%A1rgatesthormon>)

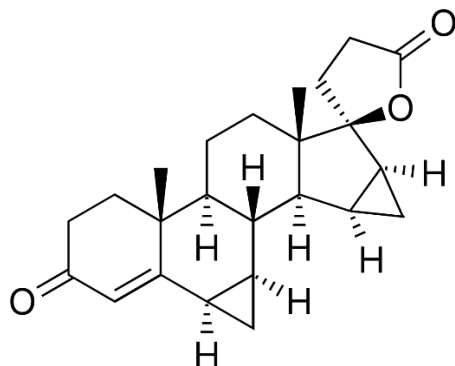
Ez a szteroid hormon nagy szerepet játszik az emberi terhesség minden szakaszában. A progeszteron kulcsfontosságú a korai terhesség fenntartásában. Fontos lehet a méh nyugalmanak fenntartásában a terhesség második felében úgy, hogy korlátozza a stimuláló prosztaglandinok termelését. [Anna K. et al, 2006]

A kombinált orális fogamzásgátló tablettákban az ösztrogén adagja nem elegendő az ovuláció megelőzéséhez. Számottevő progesztint fejlesztettek ki, hogy megfelelő fogamzásgátlás érdekében, a mellékhatások kockázatát csökkentve. [Nagy et al, 2021]

2.4.2.A drospirenon:

A drospirenon egy új progesztin, nagyon hasonló a természetes progeszteron hormonhoz. Jelenleg még klinikai fejlesztés alatt áll. [Ulrike F et al, 1996] A drospirenon a spironolakton analógja. Anti-mineralokortikoid és anti-andogén hatással rendelkezik. Csökkenti a vérnyomást és

az alacsony sűrűségű lipoprotein szintjét, illetve növelni a nagy sűrűségű lipoprotein szintet. Negatív hatásai vannak a vízvisszatartásra és a testtömegre, mely kedvező testsúlykontrollhoz vezet [Nagy et al, 2021]

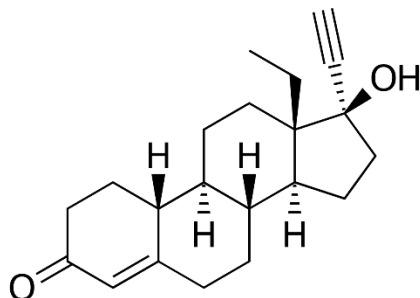


4. ábra: A drospirenon szerkezeti képlete (<https://en.wikipedia.org/wiki/Drospirenone>)

A drospirenon orális fogamzásgátlásban használatos. 24 hormonálisan aktív tabletta után 4 inaktív, placebo tabletta következik. A mai fogamzásgátlók közül ezek a legalacsonyabb dózisú tabletták. [Rapkin et al 2008] Felszívódása rendkívül gyorsan végbemegy, csúcs koncentrációi az bevétel után 1-2 órán belül a legmagasabb. [Maria C. et al, 2020]

2.4.3. A levonorgestrel:

A levonorgestrel orális sürgősségi fogamzásgátló. A védekezés nélküli szexuális aktust követő 72 órán belül használható. A levonorgestrel második generációs szintetikus progesztogén. Progeszteron- és androgénreceptorokhoz kötődik. Késlelteti vagy gátolja az ovulációt úgy, hogy megakadályozza a tüszőrepedést, ezáltal nem kerül ki a petefészekből petesejt, így meggátolja a megtermékenyítést. Indukálja a méhnyak nyálkahártyájának vastagodását, amely akadályozza a spermiumok haladását.



5. ábra: A levonorgestrel szerkezeti képlete

(<https://en.wikipedia.org/wiki/Levonorgestrel#Chemistry>)

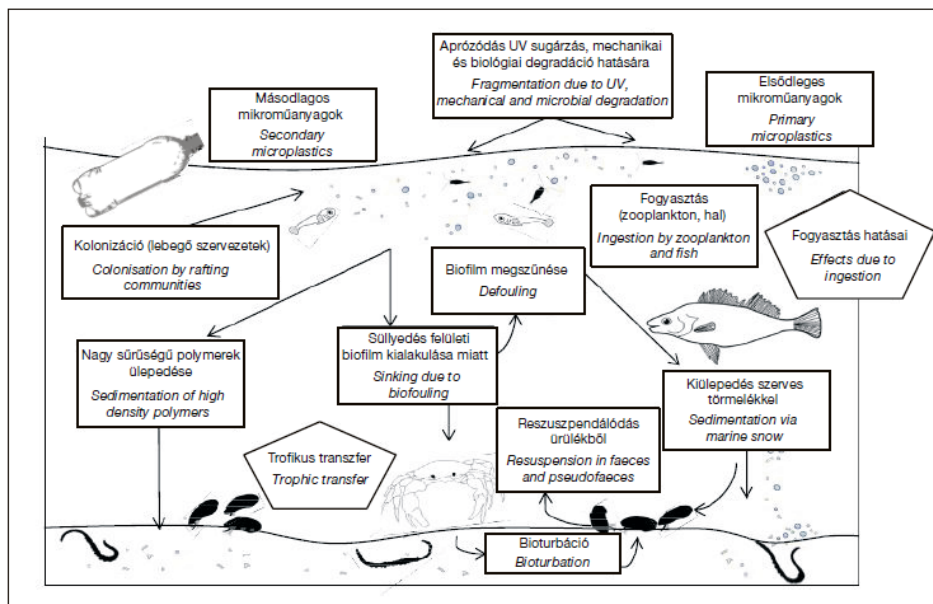
Hosszútávú fogamzásgátlásra is felhasználható, méhen belüli (intrauterin) T alakú fogamzásgátló eszköz 52 mg levonorgestrelt tartalmaz. Mellékhatásai megegyeznek az orális fogamzásgátlók tüneteivel: súlygyarapodás, depresszió, akne és alacsony libidó.

Nincsenek olyan kutatások, melyek az emberi toxicitás mértékét vizsgálná. Voltak olyan vizsgálatok, amelyek szerint az LD50 5000 mg/kg feletti patkányokban szájon át adva, a fehérvérsejtszám jelentős csökkenését okozta. [Vrettakos et al, 2022]

2.5. Mikroműanyagok

A műanyagokat manapság széleskörben alkalmazzuk. A műanyagok nehezen bomlanak le, ellenállnak mindenféle környezeti hatásnak, ezért temérdek műanyag hulladék gyűlt össze a természetben, veszélyeztetve a vízi és szárazföldi ökoszisztémát. A mikroműanyag kifejezést olyan felaprózódott műanyag darabokra használjuk, melyek 5 milliméternél kisebb. Először tengerekben fedezték fel 50 évvel ezelőtt. [Bordós et al, 2016]

Eredetük szerint két típusról beszélhetünk: elsődleges és másodlagos mikroműanyagról. Az elsődleges mikroműanyagokat iparilag meghatározott alakúra és méretűre formázzák további termékek alapanyagaként. A másodlagos mikroműanyagok a környezetbe kikerült műanyagok, kopása, felaprózódása következtében jön létre. A felaprózódás mechanikai, kémiai, fizikai és biológiai folyamatok útján történik. [Bordós et al, 2016]



6. ábra: Mikroműanyag terjedése és hatása az élővilágra [Bordós et al, 2016]

A mikroműanyag szemcsék nagyon könnyen bekerülnek a felszíni vizekbe, élőlényekbe., levegőbe, ivóvizekbe, fizikai kémiai biológiai veszélyt jelentve az élővilágra. A kijutott mikroműanyagok veszélyeztetik a növényi és állati életfolyamatokat, az ember számára pedig használhatatlanná teszi a vízbázisokat. A tengerekbe jutott műanyag szemcsék a tengerfenékre süllyednek, az ottani élővilág táplálékává válnak, így bekerülhetnek a táplálékláncba. Bejutnak a halak, madarak, kagylók szervezetébe, ahol gyulladást és emésztési problémákat eredményez. A nagy víziolha (*Daphnia magna*) kiszűrte a műanyag részecskéket és eltömítette a tápcsatornát. [Parrag, 2021]

A mikroműanyagok veszélyességét három kardinalis faktor mutatja meg:

1. Kémiai tulajdonság
2. Koncentráció
3. Perzisztencia

A fent említett három tényező határozza meg, hogy az adott anyag mennyire veszélyes és szükséges-e bármilyen beavatkozás az adott anyag mennyiségének csökkentésére. Ipari telepeken, szennyvíztisztítóknál, forrásvizekben és minden olyan helyen, ahol a mikroműanyagok potenciálisan előfordulhatnak elengedhetetlen a mikroműanyag koncentráció monitorozása. A mikroműanyagokat fizikai és kémiai sajátsággal jellemezhetjük:

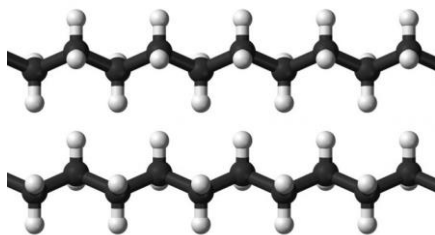
- Méret, forma
- Kristályosság
- Felületi kémia
- Polimer és adalékanyag összetétele, stb.

A műanyag szemcsék mérete és formája kiemelkedő fontosságú, ugyanis az élőlények ennek függvényében fogyasztják.

Oldódás következtében számos adalékanyag, műanyag származék kerül ki a természetbe. A legfontosabb mikroműanyag származékok: a polivinil-klorid (PVC), polisztirol (PS), polietilén (PE), polietilén-tereftalát (PET), apolipropilén (PP). [Parrag et al, 2022]

2.5.1. Polietilén

A polietilént 1933-ban fedezte fel Reginald Gibson és Eric Fawcett. A polietilén a leggyakrabban alkalmazott műanyag, főleg a csomagolóiparban fordul elő. Jellemzője, hogy könnyű, tartós és termoplasztikus. Monomerekből épül fel, melyek nyersolajból származnak. A monomerek polimereket alkotnak. A polietilén az egyik legegyszerűbb szerves polimer, melyet több ezer $-CH_2-$ monomer egység épít fel. [Parrag et al, 2022]



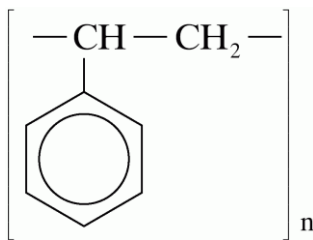
7. ábra: Polietilén lánc (<https://www.cnc.hu/2016/10/a-polietilenek-kifejlesztésének-történelmi-attekintése/>)

A vizekbe jutott mikroműanyagok megköthetik a szerves szennyezőket. Az így kialakult komplex az élő szervezetekben gyulladásokhoz vezetnek. Nem csak kémiai, hanem fizikailag is veszélyt jelentenek a vízi élőlények számára. Rátekeredhet az élőlényekre, lenyelhetik a műanyag darabokat fulladást okozva. [Parrag et al, 2022]

2.5.2. Polisztirol

A polisztirolt – a polietilénhez hasonlóan – szintén számos területen alkalmazzák. Habosított formája, a hungarocell, üvegszál szövetrel és speciális bevonattal ötvözve

hőszigetelésben használatos. Más formáját csomagolásra használják. Háztartási eszközöket, dobozokat, burkolatokat, poharakat gyártanak belőle. Felhasználása széleskörű.



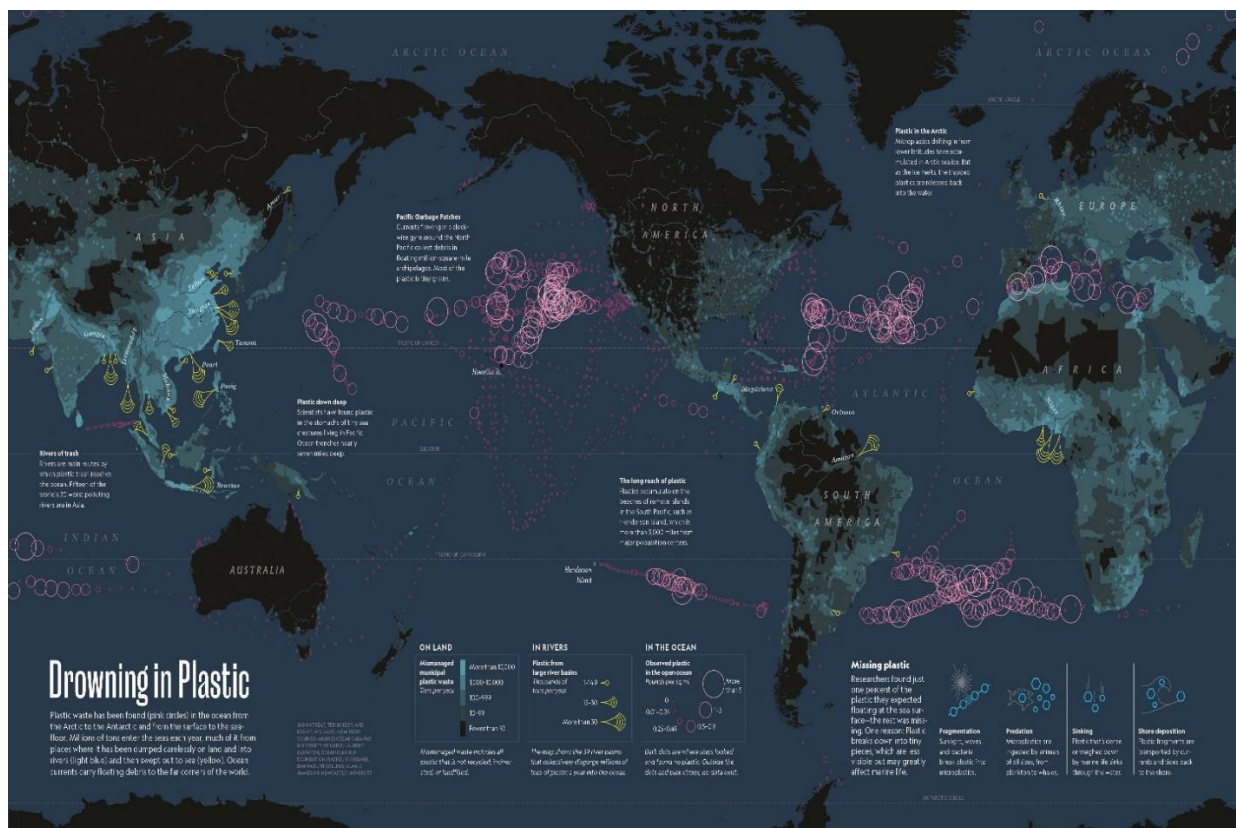
8. ábra: A polisztirol monomerjének szerkezeti képlete

(<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/kemia/szerves-kemia/egyeb-aromas-szenhidrogenek/a-xilol-a-sztirol-es-a-naftalin>)

A sztírolt dehidrogénezéssel etil-benzolból készítik. Az etil-benzol gőze hő hatására nagyon könnyen dehidrogenizálódik. Ha a melegítés nem áll rendelkezésre, akkor katalitikus reakciókban hozzák létre, ahol a katalizátor az alumínium-oxid, bauxit vagy króm-oxid. Igen nagy ráhatása lehet a környezetre. Egyes formái hőre lágyulnak. A gyártási folyamat nagyban befolyásolja a keletkezett végtermék molekulatömegét, a molekula elágazottságát. [Parrag et al, 2022]

2.5.3. Mikroműanyagok hatása tengeri és édesvízi élőlényekre

A mikroműanyagok lebeghetnek a vízben, de le is süllyedhet a tengerfenékre. Számos kutatás bizonyította már, hogy számottevő halfaj béltraktusában megtalálhatóak a mikroműanyagok, és mennyiségük évről évre nő. [Parrag et al, 2022]



9. ábra: Mikroműanyagok a világban

(<https://education.nationalgeographic.org/resource/drowning-plastic#drowning-in-plastic>)

A mikroműanyag hatással lehet az ivóvíz szennyezettségére is, de ez nagybán függ a vízbázis helyétől. Minél mélyebben helyezkedik el az adott vízkészlet, annál nehezebben szennyeződik mikroműanyaggal. Ez az állítás vonatkozik a parti szűrészű ivóvízkészletekre is, de a természetes szűrőrétegek jól meg tudják szűrni a beszivárgó vizet, ezért a mikroműanyaggal való szennyezettség jelentéktelen.. [Parrag et al, 2022]

2.6.A tesztorganizmus: *Lymnaea stagnalis*

A nagy mocsári csigát először Linnaeus definiálta *Helix stagnalis* néven. A *Lymnaea stagnalis* a Pulmonata (Tüdőcsigák) rendbe, a Lymnaeidae családba tartozik. Előfordul Észak-Amerikában, Európában, Ázsia és Ausztrália néhány vidékén. A nagy mocsáricsiga a pangó vagy lassú folyású vizeket kedveli. Leginkább növényevők, vízi növényeket, algákat fogyasztják. Tavasz és késő ősz között szaporodnak, bár egész évben, még télen is tevékenyek. Köztes gazdája a különféle paraziták, mint például a laposférgeknek, mely különböző betegségek okozója. [Fodor et al, 2020]



1. kép: Nagy mocsárcsigák közvetlenül a vizsgálat indítása előtt (saját kép)

Méretüket tekintve nagyok. Világos vagy sötét barna színűek. Héjuk spirális, 5,5 cm is lehet. Képesek közvetlenül, a testükön keresztül fel venni a vízben oldott oxigént. Ha ez a fajta oxigén felvétel nem áll rendelkezésre, tüdővel lélegeznek. Hermafroditák, a hím és női reprodukív rendszer egyszerre fordul elő egy egyeden belül. Szaporodáskor egyik egyed hím, a másik nőstény. Hetente 2-3 petezsákot raknak le, melyek 100-150 petét is tartalmazhatnak. [Fodor et al, 2020]



2. kép: Nagy mocsárcsiga (saját kép)

A említett faj felkerült a Természetvédelmi Világszövetség Vörös Listáján. A populációiban lokális csökkenés előfordulhat, de ettől eltekintve egyedszámuk stabil. A széleskörű elterjedés oka, hogy madarak szállíthatják egyik víztérből a másikba. Oroszországban táplálékként fogyasztják. [Internet1]

3.Célkitűzés

A világon globális probléma a mikroműanyag és a gyógyszermaradványok szennyezése, köztük a nagymennyiségben hormonok.

Miért fontos a fentebb említett anyagok hatásának vizsgálata az élővilágra?

A Balaton antropogén hatásoktól terhelt, ilyen antropogén hatás a mikroműanyag és a hormonok is. Ezek az anyagok hatással vannak az élővilágra. A vizsgálatommal arra voltam kíváncsi hogy a vizsgált anyagok milyen hatással vannak a Balaton endemikus fajára, a mocsári csigára (*Lymnaea stagnalis*). A mikroszennyezők akkumulálódhat, felhalmozódhat a táplálékláncban. A vízbe került anyagok visszahatnak a szennyezés okozóira, ránk, emberekre, ha nem figyelünk mi jut ki a felszíni vizekbe, tengerekbe. Nem csak az ökoszisztéma, hanem egészségügyi szempontból is fontosnak tartom a felszíni vizekben található hormonok és mikroműanyagok hatásának vizsgálatát, folyamatos monitorozását.

4. Anyag és módszer

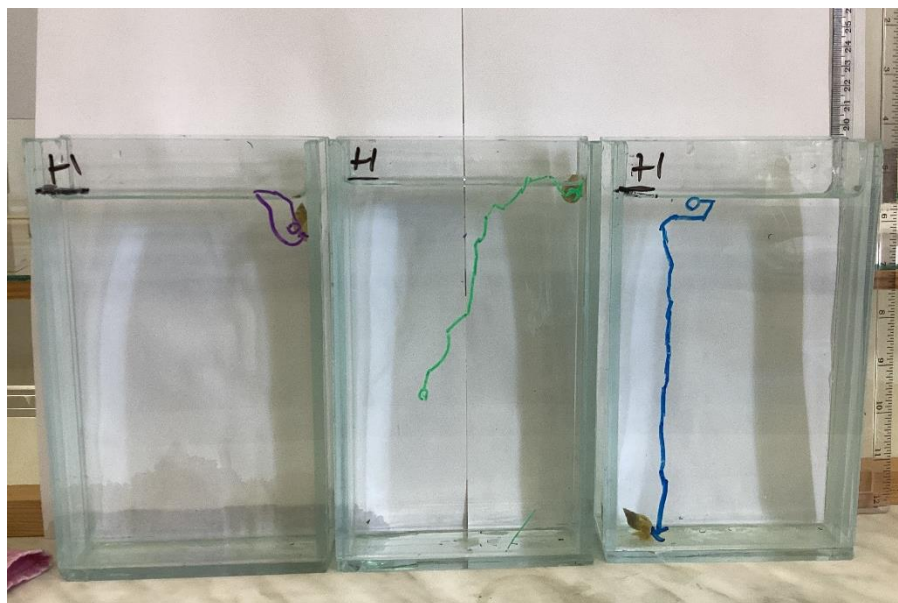
A csigákat 1 literes tankban tartottam. Minden tankban 10 egyedet helyeztem. 4 tankkal indítottam el a vizsgálatot: kontroll, hormonos, mikroműanyagos és hormon+mikroműanyagos. A használt mikroműanyag szemcsemérete 3 mikrométer. A tankokat hálóval fedtem le az esetleges szökések elkerülése végett. A vízcserét és etetést minden hétfőn, és pénteken elvégeztem a kezelés ideje alatt. A csigavíz alacsony réz tartalmú, mesterséges víz. Só összetétel mM-ban: 0,1309 NaHCO_3 , 0,0378 K_2SO_4 , 0,4013 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,0390 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; pH=7.6.



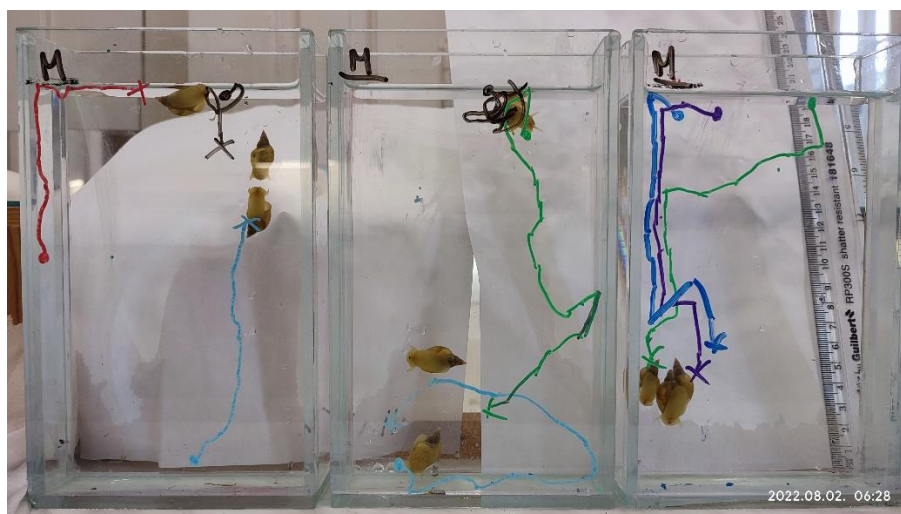
3. kép: Csigák a tankban, hálóval lefedve (saját kép)

Etetéskor azonos mennyiségű saláta levelet tettem minden tankba, amit analitikai mérleggel mértem le. Ekkor pipettáztam a vízbe a hormonokat (100 μl -t mindháromból, 10 mg/L koncentrációban) és a saláta levélre pipettáztam a 16 μl 3 mikrométer szemcse méretű mikroműanyagot. Hetente egyszer (kedden) locomotion (mozgásaktivitás) vizsgálatot végeztem. 5 perc akklimatizáció után 4 percig figyeltem meg, mennyit másztak az állatok, ezt filctollal követtem az 1 liter csigavízet tartalmazó tank oldalán. Törekedtem, hogy a fényviszonyok minden mérés alkalmával azonosak legyenek.

Telefonnal képeket készítettem, majd számítógépen Mousotron program segítségével megmértem pontosan hány centimétert másztak a csigák. Ezeket az eredményeket Excel programban átlagoltam és oszlopdiagrammot készítettem a szórásokkal együtt. 0 értéket írtam ha az állat nem mozdult vagy az egyed elpusztult, de ezt az átlagba nem számítottam bele.



4. kép: 2022.07.12. mérés fotója, hormonos kezelés (saját kép)

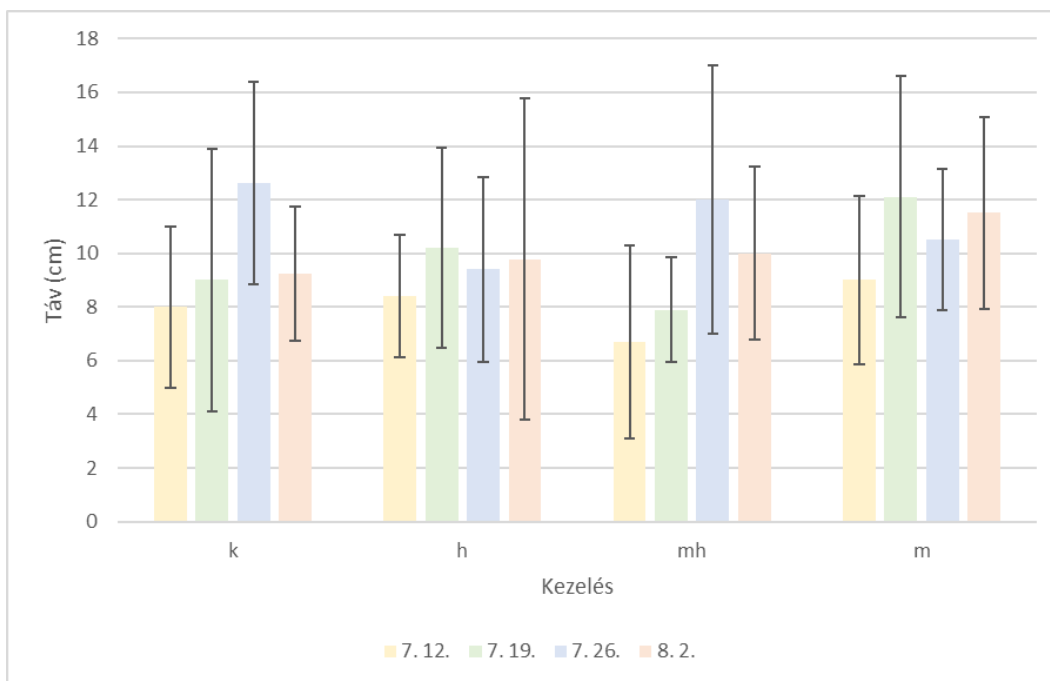


5. kép: 2022.08.02. mérés fotója, mikorműanyag kezelés (saját kép)

5.Eredmények és értékelésük

5.1.Eredmények ismertetése

A sárga színű oszlopok a vizsgálati napokat jelölik, a betűk az egyes kezeléseket: k:kontroll, h:hormonos, m:mikroműanyag, mh:mikroműanyag és hormon kezelés együtt.



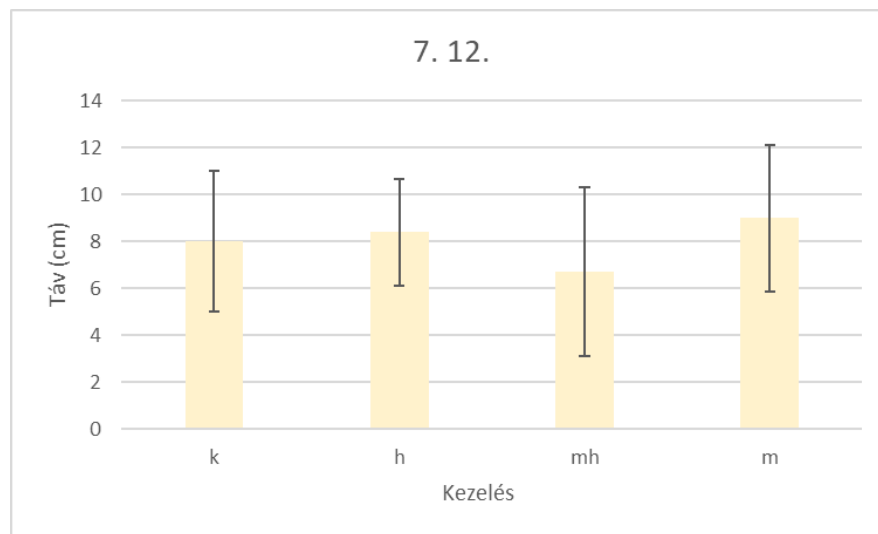
10. ábra: Eredmények ábrázolása grafikonon

A szórás mindegyik esetben kiugróan magas. Ennek okára nem sikerült rájönnöm. Az élőlény alapú vizsgálatok mindig bizonytalanok. Az élőlények nem minden esetben úgy viselkednek, mint ahogyan azt mi elvárjuk.

Hipotézisem szerint mindegyik kezelésnél csökkenést vártam. A mikroműanyag eltömíti az állat tápcsatornáját, jóllakottság érzetet kelt, ezért a csiga nem fog táplálkozni. Ha a csiga nem jut megfelelő mennyiségű táplálékhoz energiája, ennek következtében mozgásaktivitása csökkenni fog. A hormonos és műanyag + hormonos kezelésnél is hasonló eredményeket vártam. A legnagyobb csökkenést a műanyag + hormonos kezelésnél vártam.

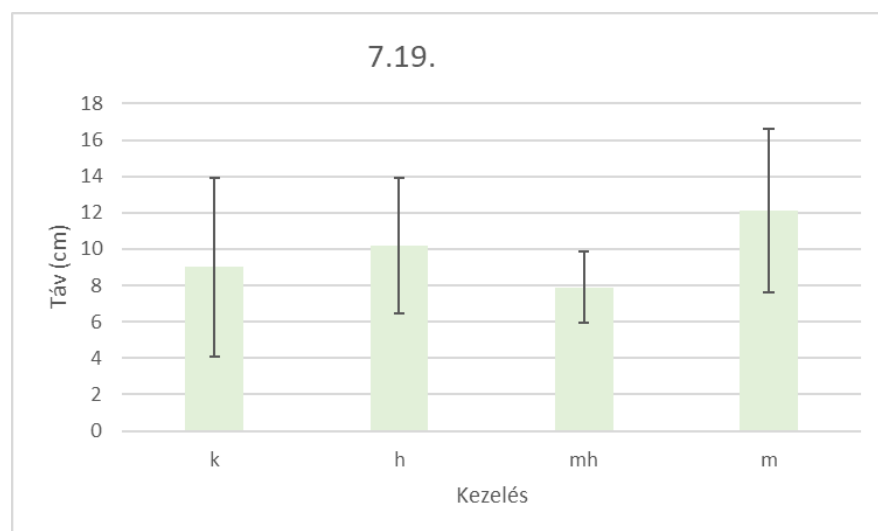
A kapott eredmények eltérnek a várt eredménytől.

A 11. ábra az első mérési nap eredményeit mutatja, az indítás utáni első héten. A kontrollhoz képest a hormonos kezelés eredményei minimálisan emelkedtek, de ez nem számottevő. A mikroműanyag + hormonos kezelés a kontrollhoz képest csökkent, mint ahogy azt várható volt. A műanyagos kezelésnél a várt eredménytől eltérően viszonylag nagy növekedést mutat.



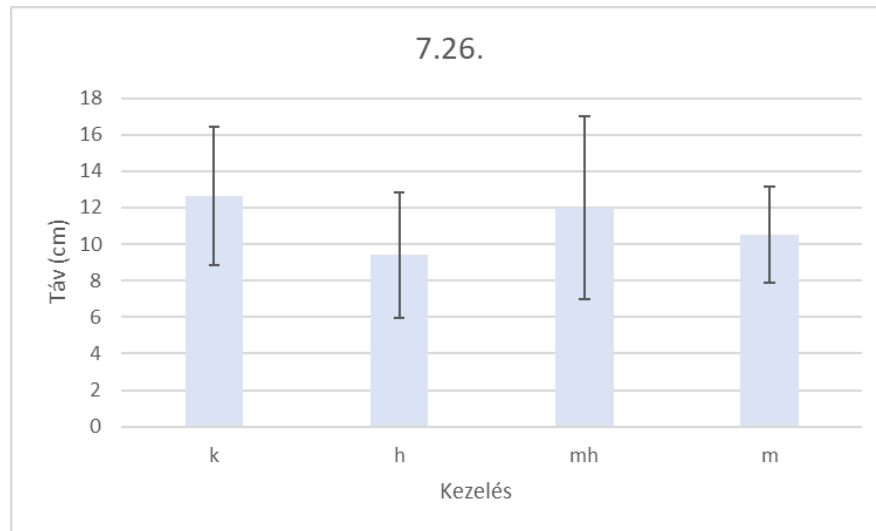
11. ábra: Az eredmények egy hét elteltével

A 12. ábrán a második hét eredményei láthatóak. A hormonos kezelés a kontrollhoz képest nőtt. A műanyag + hormonos kezelés a kontrollhoz képest csökkenést mutat. A műanyagos kezelésnél, a kontrollhoz képest kiugróan megnövekedett az érték.



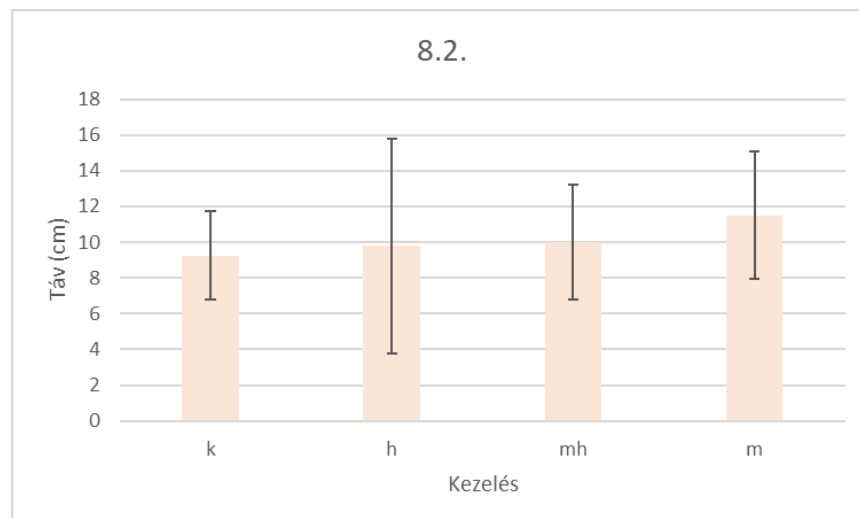
12. ábra: Az eredmények két hét elteltével

A 13. ábra a harmadik heti mérés eredményeit ismerteti. A hormonos kezelés kontrollhoz képest igen alacsony. A műanyag + hormonos kezelés csak kicsivel alacsonyabb, mint a kontroll. A műanyagos kezelés eredménye a várt eredményt mutatja, a kontrolltól jóval alacsonyabb az érték.



13. ábra: Az eredmények három hét elteltével

A 14. ábra a negyedik heti mérés eredményeit mutatja be. A hormonos kezelés a kontrollhoz képest növekedett, de ez nem számottevő. A műanyag + hormonos kezelés is növekedett a műanyag pedig a vártaktól eltérően kiugróan magas a kontrollhoz képest.



14. ábra: Az eredmények négy hét elteltével

5.2.Eredmények értékelése:

Összeségében elmondható, hogy a kontrollhoz képest a hormonos kezelésnél az állatok mozgásaktivitása növekedett. A műanyag + hormonos kezelés hatására csigák mozgása viszonylagos csökkenést mutat, mint ahogyan azt a vártam. A műanyagos kezelésnél a mozgásaktivitás változó, előfordul hogy csökken, de általában növekszik. Ez az eredmény a várt eredménytől eltér.

A várttól eltérő eredmények okára nem derült fény. Számos elképzelésem van ennek mi lehet az oka. Egyik feltételezésem, hogy a tesztorganizmus, a nagy mocsáricsiga, nem csak növény, hanem dögevő is. A műanyagos kezelésben előfordult pusztulás. Az elpusztult állatnak csak a házat találtam meg, feltételezem, hogy az élők elfogyasztották az elpusztult állatot, így energiát nyertek és a mozgásaktivitás növekedett. Ez csak egy elmélet, ennek kiderítésére további vizsgálatokra van szükség.

6.Összegzés

A Föld vízkészlete véges. A rendelkezésünkre álló felszíni édesvíz mennyisége a bolygóhoz viszonyítva igen csekély. A vízigények növekednek. A rendelkezésünkre álló kevés vízkészletre sem vagyunk képesek vigyázni, beleengedjük a szennyvizet, beledobáljuk a szemetet. Azt viszont nem vesszük észre, hogy magunknak ártunk. Minden amit kidobtunk, minden amivel szennyezzük a vizeinket akkumulálódik, felhalmozódik és visszajut hozzánk. Vagy olyannyira felaprózódik, hogy észre sem vesszük, hogy már be is lélegezzük. Ilyenek a mikroműanyagok is.

A hormonok sokféleképpen kijuthatnak a felszíni vízkészletbe, de leginkább a fogamzásgátló gyógyszerekből származnak. Ezeket a metabolitokat a szennyíztisztító telepek nem képesek kiszűrni vagy lebontani. Felhalmozódva, nagy mennyiségben előre nem látható, katasztrofális következményei lehetnek az ökoszisztémára.

Nagyon fontosnak tartom mikroszennyezők, hormonok, gyógyszerészarmazékok, műanyagok vizsgálatát a felszíni vizekben. Hosszútávú hatásokról az élővilágra keveset tudunk. Vizsgálatukat azért is tartom fontosnak mert talán egyszer rájön az emberiség hogyan lehet ezen anyagok kijutását csökkenteni vagy kiszűrni a szennyvizekből.

A vizsgálatot azért kezdtem el, mert kíváncsi voltam, hogy a felszíni vizekbe jutó anyagok, hogyan hatnak az endemikus élővilágra.

7.Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni mindazoknak, akik segítségükkel hozzájárultak a dolgozatom elkészítésének.

Köszönettel tartozom Dr. Nagy Sándor Alex témavezetőmnek, valamint a Balatoni Limnológiai Kutatóintézetnek és munkatársainak, Dr. Pirger Zsoltnak és Dr. Svigruha Rékának.

Köszönöm családomnak, páromnak és barátaimnak, hogy türelmükkel és támogattak és mellettem álltak.

8.Irodalomjegyzék

Kerényi A., (1995): *Általános környezetvédelem Globális gondok, lehetséges megoldások.* MOZAIK Oktatási Stúdió, Szeged

Fazekas Gy. - Szerényi G., (2002, 2015): *Biológia-Ember, Bioszféra, Evolúció, II. kötet.* Scolar Kiadó

Gerencsérné B. R. - Rácz G - Galambos I., (2015): *Szennyvizek és szennyvíziszapok hasznosítása a régió fenntartható mezőgazdaságáért. Gyógyszermaradványok eltávolítása különböző típusú vizekből.* Nyíregyháza

Bordós G. - Reiber, Jens, (2016): *Mikroműanyagok a környezetben és a táplálékláncban.* Élelmiszervizsgálati közlemények, LXII. évf. 2. szám

Guba F., (1988): *Orvosi biokémia.* Medicina Kiadó, Budapest

Chistina V. - Tushar B. (2022): *Levonogestrel.*

(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539737/#article-24232.s1>)

Anna K. S. - Errol R. N. (2006): *Mechanisms of progesterone action in inhibiting prematurity.*

Jaideep K. - Suchitra J. (2021): *Progesterone Modulates Neuronal Excitability Bidirectionally.*

Meharvan S. - Chang S.(2013): *Progesterone and Neuroprotection.*

Nagy B. - Szekeres-Barthó J. - L. Kovács G. - Sulyok E. - Farkas B. - Várnagy Á. - Vértés V. - Kovács K. - Bódis J., (2021): *Key to Life: Physiological Role and Clinical Implications of Progesterone.*

Ulrike F. - Rolf K. - Emily P. S. - Karl-Heinrich F., (1996): *The novel progestin drospirenone and its natural counterpart progesterone: biochemical profile and antiandrogenic potential.*

Andrea J. R. - Shelley N. S. - Sharon A. W., (2008): *Drospirenone/ethinyl-estradiol.*

Maria C. D. S. - Riccardo D. F. - Fabio F. - Giovanni G., (2020): *Drospirenone 4 mg-only pill (DOP) in 24+4 regimen: a new option for oral contraception.*

Parrag T. K., (2021): *Mikroműanyagok előfordulása és kockázatuk csökkentése.* Védelem Tudomány, VI. évfolyam 1. szám

Parrag T. K. - Gál H. N., (2022): *Mikroműanyagok a vizekben, valamint azok egészségügyi hatásainak vizsgálata*. Védelem Tudomány, VII. évfolyam 3. szám

Fodor I. - Ahmed AA H. - Paul R B. - Joris M K. - Pirger Zs., (2020): *The Natural History of Model Organisms: The unlimited potential of the great pond snail, Lymnaea stagnalis*

Internet 1: <https://www.iucnredlist.org/species/155475/42428297>

Függelék

1. Táblázat: 2022.07.12. Mérés eredményei

	kezelés	adat	átlag	szórás
2022.07.12	k (cm)		8	3,023715784
		11		
		8		
		11		
		3		
		5		
		10		
		10		
		6		
	h (cm)	10	8,4	2,270584849
		8		
		4		
		10		
		9		
		9		
		9		
		6		
		12		
		7		
	m+h (cm)	11	6,71428571	3,59231985
		6		
		5		
		5		
		1		
		8		
		11		
	m (cm)	10	9	3,12694384
		8		
		12		
		11		
		4		
		7		
		15		
		7		
		9		
		7		

2. Táblázat: 2022.07.19. Mérés eredményei

	kezelés	adat	átlag	szórás
2022.07.19	k (cm)	14	9	4,898979
		11		
		1		
		15		
		4		
		10		
		11		
		6		
	h (cm)	7	10,22222	3,734226
		15		
		8		
		8		
		14		
		10		
		16		
		7		
		7		
	m+h (cm)	8	7,9	1,969207
		12		
		8		
		8		
		7		
		7		
		8		
		5		
		6		
		10		
	m (cm)	17	12,1	4,508018
		16		
		1		
		14		
		12		
		12		
		14		
		12		
		14		
		9		

3. Táblázat: 2022.07.26. Mérés eredményei

	kezelés	adat	átlag	szórás
2022.07.26	k (cm)	11	12,625	3,777282
		17		
		8		
		18		
		15		
		12		
		12		
		8		
	h (cm)	4	9,444444	3,431877
		14		
		6		
		8		
		8		
		14		
		12		
		10		
		9		
	m+h (cm)	13	12	5,033223
		12		
		7		
		5		
		20		
		10		
		19		
		10		
		8		
		16		
	m (cm)	9	10,5	2,635231
		8		
		7		
		10		
		12		
		16		
		13		
		10		
		9		
		11		

4. Táblázat: 2022.08.02. Mérés eredményei

	kezelés	adat	átlag	szórás
2022.08.02	k (cm)	9	9,25	2,492847
		14		
		7		
		6		
		11		
		8		
		10		
		9		
	h (cm)	2	9,777778	6,057594
		1		
		10		
		6		
		16		
		18		
		12		
		8		
		15		
	m+h (cm)	13	10	3,231787
		10		
		4		
		15		
		12		
		11		
		10		
		7		
		11		
		7		
	m (cm)	10	11,5	3,566822
		5		
		8		
		16		
		17		
		10		
		13		
		11		
		13		
		12		