

GONDOLATOK A LAKOSSÁGI SZENNYVÍZISZAPRÓL

DR. CSILLAGH PÉTER

BEVEZETÉS

Az EU a szennyvíz iszapot kezdetben rendkívül veszélyes hulladéknak nyilvánította, majd a „Körforgásos gazdaság” irányelveiben a hasznosítását jelölte meg.

Általános szakmai és környezetvédelmi gyakorlat szerinti elvárás, hogy a szennyező félnek gondoskodnia kell az általa létrehozott melléktermékek további sorsáról.

Ebben az anyagban összefoglalom a lakossági szennyvíziszap hasznosításával kapcsolatos eddig összegyűjtött irodalmat, és néhány elhangzott előadásom, írásom anyagát.

A lakossági szennyvíziszap összetételének vizsgálata során megállapítható, hogy a szervezünket alkotó és táplálékaink emésztése után abból távozó, valamint a beszívott levegőből eredő valamennyi kémiai elem a lakossági szennyvíziszapban megtalálható. Ezek az elemek szervezetünkben nem alakulnak át más elemekké, legfeljebb a környezetük hatására alakulnak át más vegyületekké.

Amennyiben a talajokból a táplálékainkon keresztül (különösen az elmúlt évtizedek során) rendszeresen elvett elemek kikerülnek a táplálék

láncból, akkor hosszú távon egészségünk és termő talajaink veszélybe kerülnek. A történelem során ezen okból már több fejlett helyi kultúra szűnt meg, vagy a tápláléklánc helyreállításával felvirágzott.

Nemzetközi erőfeszítések tapasztalhatók a tápláléklánc helyreállítására, mert az élelmiszereink beltartalmi értéke komoly ütemben csökken, ugyanakkor a beltartalom részletes ellenőrzése nem általános gyakorlat.

Lényeges változást jelent az utóbbi évtizedekben felgyorsuló és rendszeres (földrészek közötti) áru forgalom, valamint az emberek, élőlények vándorlásai.

Ennek a tendenciának és mellékhatásainak a felderítése, a káros következmények megakadályozása és a tápláléklánc helyreállítása érdekében több alaptudomány képviselőinek összefogására van szükség. Az egyes rész tudományok közötti összefüggések feltárása után előrelépés csak együttműködéssel lehetséges. Mindezek feltétele a feladat egyértelmű feltárása, amely csak a hagyományos szemlélet megváltoztatásával és az érintett tudományágak összefogásával történhet.

Közel egy évszázada létezik egy megközelítési mód a bio-geo-kémia, amely a biológiai, geológiai és a kémiai szemléletmód ötvözete. A következőkben ezt a szemléletmódot követve kerülnek feltárára a megvitatandó kérdések.

Magyarországnak mind geológia, éghajlati, hidrológiai adottságai következtében előnyös mezőgazdasági helyzete van. A magyar termékeknek napjainkig nemzetközi elismerése tapasztalható. Ennek a megőrzése történelmi felelősségünk.

Justus von Liebig fő művét^[1] elolvasva határoztam el, hogy érdemes ezzel a témával foglalkozni. Ő, akit a műtrágyázás „feltalálójának” tekintenek, ha most élne, bizonyára hasznos tanácsaival segítené napjaink műtrágyázási szokásait.

1. URBANIZÁCIÓ

A Várossá válás világjelenség, ez jelenti a városok sokasodását, kiterjedését vagy növekedését darab, terület vagy lakosságszám szerint, abszolút mértékben, illetve a vidéki népességhez viszonyítva. (mennyiségi változás), folyamatosan növekszik a városi lakosság aránya. 2008-ban, az emberiség történetében először többen éltek városokban, mint vidéken. Ez a jelenség Magyarországon is folyik.

Az ENSZ Népesedési Alapja(UNFPA) becslései szerint 2030-ban 5 milliárd városlakó lesz.

A városok csatornázása és szennyvíztisztító telepek építése következtében párhuzamosan a szennyvíziszap termelődése is növekszik és koncentrálódik^[2].

Ez a folyamat arra figyelmeztet, hogy a szennyvíziszappal kapcsolatos elképzeléseket át kell

gondolni és a „szennyező fizet” környezetvédelmi elv szerint tettekre is szükség lehet.

1.1. BIOGEOKÉMIA

A tudományág alapítójának tekinthető Vladimir Vernadskij (orosz és ukrán tudós), akinek könyve a bioszféra, 1926-ban jelent meg^[3].

Ez a mű Mengyelejev által megfogalmazott hagyományt követve, a Földet, élő egész egységnek tekintette. Vernadskij három szférát különböztetett meg, ahol a gömb a fázistér fogalmához hasonló fogalom volt. Megfigyelte, hogy minden szférának megvannak a maga evolúciós törvényei, és a magasabb szférák módosítják és uralják az alacsonyabbat:

1. Abiotikus szféra - az összes nem élő energia és anyagi folyamat
2. Bioszféra - az abiotikus szférában élő életfolyamatok
3. Nooszféra - az emberi kognitív folyamat szférája.

Az emberi tevékenységek (pl. Mezőgazdaság és ipar) módosítják a bioszférát és az abiotikus szférát. A kortárs környezetben az emberek által a másik két szférára gyakorolt hatás mértéke összehasonlítható egy földtörténeti korról (lásd Antropocén).

1.1.1. ABIOTIKUS SZFÉRA - AZ ÖSSZES NEM ÉLŐ ENERGIA ÉS ANYAGI FOLYAMAT.

Az abiotikus összetevők közé tartoznak a fizikai feltételek és a nem élő erőforrások, amelyek hatással vannak az élő szervezetekre a növekedés, a karbantartás és a szaporodás szempontjából.

Az erőforrásokat olyan anyagokként vagy tárgyként különböztetik meg a környezetben,

amelyekre egy szervezetnek szüksége van, és amelyeket más szervezetek használnak fel vagy használnak el más módon^{[4][5]}.

Az abiotikus tényezők jelentik a különböző élet-telen körülményeket a Földön, azonban sokféle módon járulnak hozzá a földi élethez.

Az anyag összetevőinek lebomlása kémiai vagy fizikai folyamatokkal, például hidrolízissel történik.

Abiotikus tényezőknek nevezik az ökoszisztéma minden nem élő összetevőjét, például a légköri viszonyokat és a vízkészleteket általában.

Abiotikus tényezők közé tartozik a biológiában a víz, a fény, a sugárzás, a hőmérséklet, a páratartalom, a légkör, a savasság és a talaj.

A makroszkopikus éghajlat gyakran befolyásolja a fentiek mindegyikét.

Az óceáni környezetben az abiotikus tényezők közé tartozik a légkör, az aljzat, a víz tisztasága, a napenergia és az árapály.

Például a víz és a páratartalom elérésében jelentős különbség van a mérsékelt égővi erdők és a sivatagok között. Ez a vízellátási különbség sokféleséget okoz az ezeken a területeken túlélő szervezetekben.

Az abiotikus komponensek ezen eltérései megváltoztatják a jelenlévő fajokat, határokat szabva annak függvényében, hogy milyen fajok képesek életben maradni a környezetben, és egyben befolyásolják a két faj közötti versenyt. Az olyan tényezők, mint az ásványi anyag tartalom versenylőnyt adhatnak az egyik fajnak a másikkal szemben.

1.1.2. BIOSZFÉRA – JELENTI AZ ÉLETFO-LYAMATOKAT, MELYEK AZ ABIOTIKUS SZFÉ-RÁBAN, ANNAK KÖRÜLMÉNYEI KÖZÖTT LEJÁTSZÓDNAK.

A bioszféra különböző terjedelmű értelmezé-séből, csupán az emberi lények és táplálékaik számára szorítókozó, a mindennapok számára létfontosságú körülményeket és részeket vesszük figyelembe. Ezek a talajokban, növényekben előforduló és a szervezetünk számára jelenleg ismert létfontosságú nyomelemek, valamint ezek élettani hatásai.

A bioszféra támaszkodik az abiotikus szféra ele-meire és ciklikusan felhasználja azokat. Ennek tipikus megvalósulásai a természetben lejátszódó folyamatok, pl. a komposztálás.

1.1.3. NOOSZFÉRA – AZ EMBERISÉG KOG-NITÍV FOLYAMAT SZFÉRÁJA.

Többféle megfogalmazás létezik, de eredendően közös értelmezésük az emberiség tudat-szfé-ráját jelenti. Ez a terület, amely a legbonyolul-tabb, állandó változás alatt van. Ide sorolható a haszonelvű ipari környezet szennyezés, la-kossági szennyvíziszapok helyes értékelése és felhasználása.

1.1.4. A TUDÁS-SZFÉRÁNAK (NOOSZFÉRA) TÁPLÁLKOZÁSI LÁNCUNKAT ÉRINTŐ NÉ-HÁNY KÉRDÉSE

A következőkben néhány jelenség felvetése során sorra kerülnek azok a kérdések, melyek meg-vitatása és esetleges megoldása hozzájárulhat a magyarországi mezőgazdaság, a tápláléklánc javításához és következésképp az egészségesebb életmód eléréséhez.

2. FÖLDÜNK ELEMEI

Földünk elemeit tartalmazó, abiotikus szféra zárt rendszer. Az egyes elemek átalakulása csak különleges körülmények között, mint az atomreaktorban, atomrobbantás során, vagy vulkánikus tevékenységek között lehetséges.

Az alábbi, 1. táblázat a Mengyelejev féle periódusos rendszer szűkített elemeit tartalmazza, kiemelve a táplálkozásunk fontos elemeit.

további öt elem: kálium, kén, nátrium, klór, és magnézium. Mind a 6+5 fent említett elem szükséges az élethez.

A fennmaradó elemek, amelyek közül több mint egy tucat, egyértelmű bizonyítékok alapján szükséges az élethez.

H																		He
Li	Be										B	C	N	O	F		Ne	
Na	Mg										Al	Si	P	S	Cl		Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	*	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	**	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
			*	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	
			**	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	
A négy fontos szerves anyag elem			Mennyiségi elemek					Alapvető nyomelemek					Az emlősök lehetséges struktúrális vagy funkcionális elemei					

1. táblázat Mengyelejev féle periódusos rendszer

A fenti elemek az emberi élet során stabil elemeknek tekinthetők. A színes háttérű elemek az emberi szervezet számára létfontosságúak.

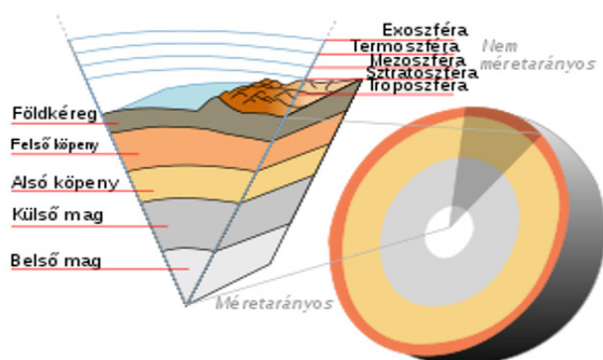
Az emberi test majdnem 99% - át hat elem alkotja: szén, oxigén, hidrogén, nitrogén, kalcium és foszfor. Csak körülbelül 0,85% -ot képvisel

A nyomelemek koncentrációja milli-gramm, a strukturális elemek pedig mikro-gramm töménységben hatásosak. A nyomelemek össz-
tömege (emberi test esetében kevesebb, mint 10gramm) nem adódik hozzá a magnézium testtömegéhez, amely a 11 nem nyomelem közül a legkevésbé gyakori ^[5].

2.1. LOKÁLIS TALAJOK (ÁSVÁNY BÁNYÁK)

Földünk előtörténete során kialakult termőtalajok nagyon eltérő összetételűek és rendkívül változatos ezeken a talajokon őshonos, jelenleg is életképes növények listája.

A kéregmozgások (vulkán kitörések) a földgolyó belső héjszerkezetének (1. ábra) felső részében levő talaj összetételét rendszeresen megváltoztatják.



1. ábra A földgolyó belső héjszerkezete^[7]

Az így kialakult jelenséghez viszonyítva rendkívül gyorsnak tűnik a vulkánkitörések után a lávaömléseken és a vulkáni hamu felületén, vagy

a tengervízben kialakuló alacsonyabb rendű élővilág életfolyamatainak sebessége.

Az egyes tájakon millió éves nagyságrendű időszak elteltével lényegesen eltérő ember típusok fejlődtek ki, a különféle összetételű talajokon termett növények és itt élő állatok rendszeres fogyasztásával.

Jelenleg ismertté váltak az *elem-hiányos* földrészek és következésképp kialakultak ezen elemek és az ott őshonos embercsoportok hiánybetegségei.

Lényeges változást jelentenek az utóbbi évtizedekben felgyorsuló és rendszeres (földrészek közötti) árúk és élőlények és élősködők dinamikus vándorlásai, amelyek a szervezetünk ellenálló képességét is rendszeresen terhelik.

Például a foszfor minden élő sejt létfontosságú eleme (ATP vegyületként, és a csontok elemeként), ezért bányászata és az együttesen kísérő felhasznált elemek jelenléte és vizsgálata kiemelt fontosságú.

mg/ (kgP ₂ O ₅)	üledékes								magmatikus	
	Usa		Marokkó		Kína		Középkelet		Oroszország (Kola)	
	-tól	-ig	-tól	-ig	-tól	-ig	-tól	-ig	-tól	-ig
As	22.00	76.00	28.00	40.00	26	76	6	107	3	26
Cd	19.00	290.00	46.00	116.00	<6	7	5	107	0.26	3
Cr	189.00	2011.00	229.00	852.00	53	97	77	705	33	-
Cu	30.00	73.00	3.00	67.00	-	-	15	95	38	77
Hg	0.16	0.92	0.12	3.00	0.015	0.62	0.006	0.06	0.010	0.026
Ni	60.00	117.00	-	79.00	-	-	61	245	5	38
Pb	15.00	54.00	21.00	43.00	4	18	3	101	5	84
V	73.00	2428.00	266.00	611.00	24	235	181	929	256	-
Zn	644.00	1206.00	-	797.00	-	-	89	1931	49	59
U	205.00	568.00	238.00	473.00	68	91	123	521	26	74
P ₂ O ₅ %	32.00		33.00		34.00		33.00		39.00	

2. táblázat A bányászott nyers foszfát nehézfém tartalmának összehasonlítása a foszfortartalmuk alapján ^[8]

A következő, 2. táblázat az ismertebb foszfátbányák ásványi összetételét mutatja, amelyek a műtrágyákba kevert ásványként rendszeresen befolyásolják a trágyázott területek és ott termő növények összetételét.

A bányászott foszfor ásványoknál tisztább ammóniumfoszfát vegyületek gazdaságosan például a szennyvíziszapból állíthatók elő. A struvit (húgkő egyik fajtája) a szennyvíztisztítási technológia egyébként káros mellékterméke, és az iszapvízből többféle technológiával állítható elő. Eltávolításával növekszik az üzemelési határfok, eladásával pedig a telep gazdaságossága javul.

2.2. KIRÍVÓ ELEM-ELŐFORDULÁSI TERÜLETEK (J, SE, HG), ÉS BETEGSÉGEK

A jelenleg elfogadott nyomelemekre vonatkozó hiányos területeknek széleskörű irodalma és elérhetősége mutatja ezen elemek fontosságát.

Jód hiány következményei: az anyagcseré lassul, depresszió lép fel, a szérumban

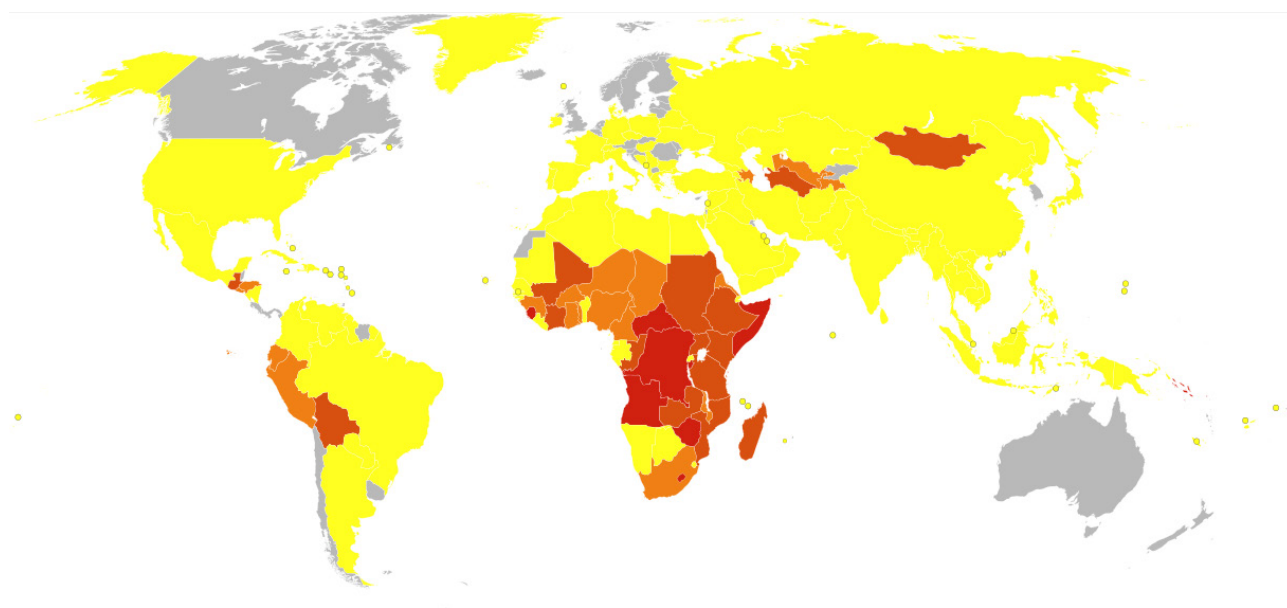
az össz-zsíradszint nő, fiatal korban kretenizmus léphet fel, várandós anyáknál pedig a magzat elhalása, spontán abortusz, magzatfejlődési rendellenességek jelentkeznek. Megemlíthető a Jód hiány, ami hazánkat is ide sorolja, ugyanakkor Magyarországon Arzén felesleget jelölnek, de ennek mértéke vitatott.

Általános tünet a golyva, a pajzsmirigy megnagyobbodása^[10].

Szelén hiányos területeknek jelölik Oroszországot és Kínát, Finnországot.

Finnországban szelén sókat adnak a kémiai műtrágyákhoz, a talaj szelén tartalmának növelése érdekében^[11].

Japán egyes területein lényeges Higany felesleg halmozódott fel a korábbi ipari szennyezések miatt. A Minamata -betegséget először 1956-ban fedezték fel Minamata városában, Kumamoto prefektúrában, Japánban. Ezt a Chisso Corporation tulajdonában lévő vegyi gyár ipari



1. ábra Halálozások, jódhány miatt/ millió fő, 2012-ben ^[9]

szennyvizében lévő metilhigany felszabadulása okozta, amely 1932 és 1968 között folytatódott. Azt is felvetették, hogy a szennyvízben lévő higany-szulfát egy részét az üledékben lévő baktériumok is metil-higannyá metabolizálják^[12].

A higany a tengervízből egyes élőlényekben felhalmozódik. A 3. táblázat néhány tengeri élelmiszer higany tartalmát mutatja.

A becslések szerint egyedül az óceán közepén fekvő vulkánok adják a Föld magma kibocsátásának 75%-át^[14].

A holocén korszakban vulkáni tevékenységet csak 119 tengeralatti vulkánál dokumentáltak, de újabb kutatások szerint több, mint egymillió geológiailag fiatal tengeralatti vulkán lehet az óceán fenekén^{[15] [16]}. Az oceanográfia és

Élelmiszer	µg/100 g	Forrás (sorszám)
Tonhal, vízben, konzerv	42.0	825
Tonhal, paradicsomszószban, konzerv	42.0	751
Tonhal, nyers	35.1	904
Vörös tőkehal, óceáni sügér, nyers	25.1	603
Süllő, nyersen	20.0	561
Csuka, nyers	18.9	611
Lazac, atlanti, vad, sózott	10.0	1182
Norvég homár, nyers	8.75	655
Rákkarmok, hús, nyers	7.50	783
Angolna, nyers	6.99	1248

3. Táblázat Néhány tengeri élelmiszer Higany tartalma ^[13] *(A pontos irodalom a forrás adatbázisban szerepel)

2.3. ÉLETELEMEINKET BEFOLYÁSOLÓ LÉNYEGES HATÁSOK

Életelemeink az abiotikus zónába tartoznak, azonban folyamatos helyi átalakulásoknak vannak kitéve a Föld felszínének változása (tengeri és szárazföldi tűzhányók) és a tudás szféra (környezetszennyezés) hatásainak.

2.3.1. FÖLDRENGÉSEK, TŰZHÁNYÓK

Tengeralatti vulkánok kitörési pontjai a víz alatti repedések a Föld felszínén, amelyekből a magma kitörhet. Sok tengeralatti vulkán a tektonikus lemezképződés területei közelében található, amelyeket gerincnek neveznek.

a geológia részletes és rendszerek információkat szolgáltat kutatási eredményeiről.

A kitörések során a gázok és a feltörő láva összetétele változó, függ a kitörés központjának mélységétől és a magma aktuális összetételétől, de minden esetben lényegesen befolyásolja a környezetét. A vízzel keverhető vegyületeket a tengeri élőlények és növények beépítik a szervezetünkbe.

2.3.2. GAZDASÁGI FEJLETTSÉG - EGÉSZSÉGES KÖRNYEZET

A gazdaságilag legfejlettebb zónák okozzák a legnagyobb környezet szennyezést.

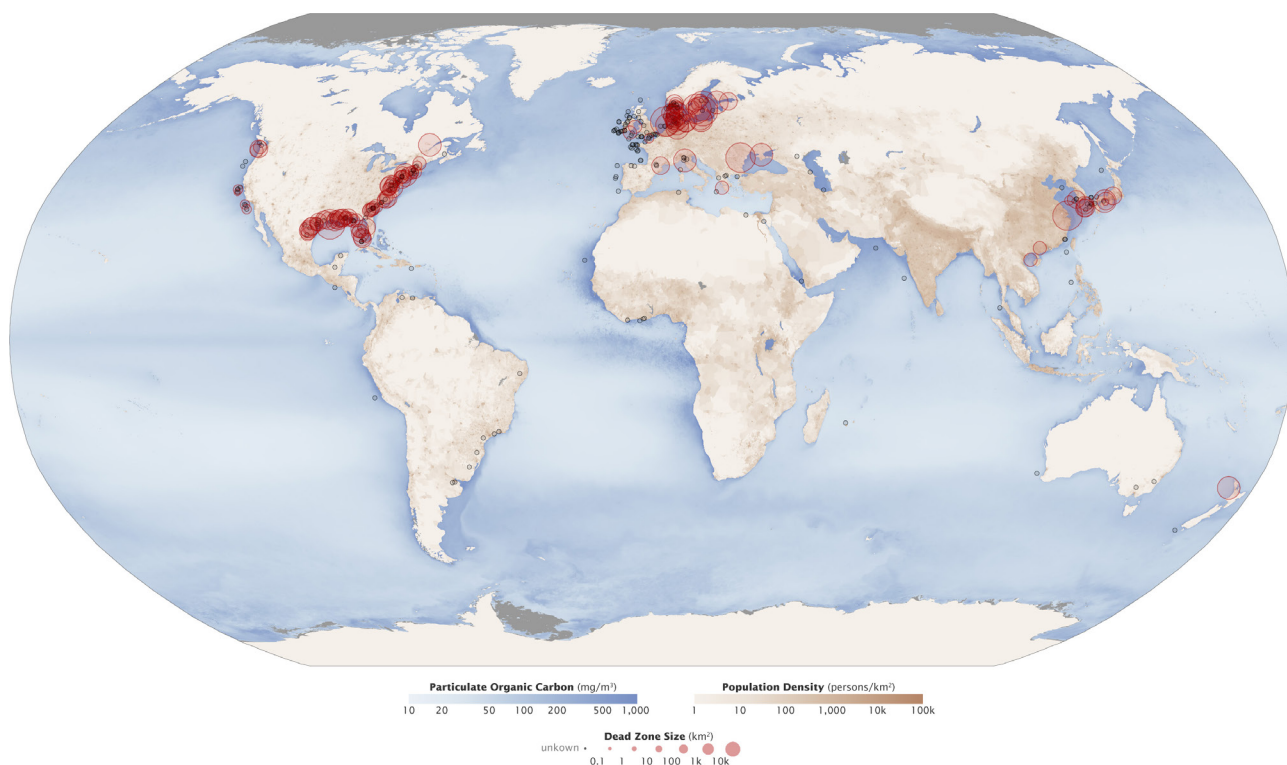
Ezek a szennyezések kihatnak a teljes Föld abiotikus és biotikus szféráira is, beleértve a tengereket és a klímát egyaránt.

Oceanográfiai kutatások vizsgálják a tudásszféra hatását a tengervíz élővilágára. Jellemző a gazdasági fejlettség hatása a környező tengerek élővilágának állapotára.

Az alábbi ábra jelöli a szennyezések eloszlását.

3. KÖRFORGÁSOS GAZDASÁG ÉS A TERMÉSZETBEN LÉTEZŐ CIKLUSOK

Magyarország talaja, éghajlata és ipara nagyon kedvező lehetőségeket kínál a minőségi élelmiszertermelés számára, amennyiben a táplálékláncból jelenleg kivett ásványi anyagok a szennyvíziszapok hasznosításával visszakerülnek a talajokba.



3. ábra Óceánok holt zónái

A fenti térképen vörös körök jelzik bolygónk sok halott zónájának helyét és méretét. A fekete pontok azt mutatják, hogy hol figyeltek meg holt zónákat, de méretük ismeretlen. Nem véletlen, hogy a halott zónák azokon a helyeken találhatók, ahol az emberi populáció sűrűsége nagy (legsötétebb barna). Ezen a képen a sötétebb kékek nagyobb szerves-anyag koncentrációt mutatnak, ami jelzi a túl termékeny vizeket, amelyek halott zónákban érhetnek véget^[17].

Az EU ambiciózus programjai és elvárásai, cselekvési tervei sokak számára ismertek és hozzáférhetők.

Rövid idézet egy 2015 december 15-i közleményből^[18].

- „a műtrágyákról szóló felülvizsgált rendelet elfogadása a szerves és hulladékalapú

műtrágyák egységes piacon belüli elismertetésének megkönnyítése, valamint a bio-tápanyagok szerepének támogatása céljából,

- a műanyagok körforgásos gazdaságban betöltött szerepére vonatkozó stratégia kidolgozása, amely kitér az újra feldolgozhatóság, a biológiai lebonthatóság és a műanyagokban előforduló veszélyes anyagok kérdésére, valamint a tengeri hulladék jelentős mértékű csökkentésére irányuló fenntartható fejlesztési célra,
- a víz újrafelhasználását célzó intézkedéssorozat megállapítása, beleértve egy jogalkotási javaslatot a szennyvíz újrafelhasználására vonatkozó minimumkövetelményekről.”

3.1. BIOGEOKÉMIAI CIKLUSOK

Az elemeink körforgása terén szükség van a víz, széndioxid, és oxigén körforgásáról elterjedt ismeretek kiterjesztésére valamennyi ásványi anyag, főként a szervezetünk létfontosságú nyomelemei körforgásának ismereteire.

Valamennyi létfontosságú elem ciklikus jelenlétét nyomon követhetjük a bioszférában.

Az elemek természetes mozgását megtörjük, ha például az élelmiszerek összes elemtartalmát képviselő szennyvíziszapot elégetjük. Az égési hőmérséklet következtében salakosodott ásványokat hozunk létre, amelyek koncentrált helyen, a természettől elzárt lerakókban tárolva nem kerülnek vissza a termő helyekre, ciklikusan elszegényítve a termőtalajt.

Márai professzor által végzett kutatások szerint 1966 és 2005 között ennyire csökkent terményeink nyomelem tartalma.



4. ábra A termények nyomelem tartalmának folyamatos csökkenése

„A tápláléklánc végén pedig ott az ember, aki hiába eszik sok zöldséget, gyümölcsöt, gabonát és húst, jóllakni jóllakik tőle, sőt, akár komoly túlsúlyt is folszed a táplálékából, mennyiségileg nem, de minőségileg éheznek. Teste komoly hiányokkal küzd, a sejtjei éheznek. A tápanyaghiányos sejtek pedig nem tudnak egészségesen működni.”^[19]

3.1.1. PÉLDÁUL A SZELÉN CIKLUS

A szelénciklus a szelén biológiai ciklusa, hasonló a többi elem ciklusaihoz.

A cikluson belül vannak olyan szervezetek, amelyek redukálják az elem általában oxidált formáját és különböző organizmusok fejezik be a ciklust a redukált elem kezdeti állapotba történő oxidálásával.

A szelén ciklusban azt látjuk, hogy a baktériumok, gombák, és a növények, különösen az Astragalus fajok, metabolizálják a leginkább oxidált formájú szelént (szelenát, szelenit, vagy szelenid).

A szelénciklusra vonatkozó bizonyítékokat a szelént akkumuláló növények tanulmányozása során találunk. Ezek a növények fészárz, szelén talajokban

találhatók. A növények bio-szintetizálják a szerves szelénvegyületek formáit, és bomláskor a vegyületeket a talajba engedik. Ha a vegyületek nem oxidálódnak, akkor a szerves szelén növekedése látható, de a szelén ezeken a területeken főleg szervesen^[20].

műtrágyázás következtében a hiány jelenleg részleges, de egyre nagyobb mértékű.

A pótlást külön iparág, az étrend kiegészítő cégek és azok termékei vállalják. Különböző

Élelmiszer	Mennyiség (µg/100g)	Irodalom (sorszám)*
Sertés vese, nyers	182	574
Kacsamáj, nyers	124	747
Marha vese, nyers	123	569
Csirketojás sárgája, szárítva	120	687
Borjú vese, nyers	120	547
Tőkehal, ikra, nyers	105	778
Lucerna magvak	90	1142
Tonhal, vízben, konzerv	82	825
Rákkarmok, hús, nyers	82	783

4. Táblázat Néhány élelem Szelén tartalma^[13] *(A pontos irodalom a forrás adatbázisban szerepel)

3.2. A SZERVEZETÜNK NYOMELEMEI ÉS AZOK ÉLETTANI HATÁSAI

Szervezetünk nyomelemeit számos kutató központ vizsgálja, kiterjedt és nem mindig egyértelmű eredményekkel. Ezek az eredmények összhangban vannak és nem található ellentmondás abban, hogy a szerves trágyák hiánya lényegesen károsítja az élővilágot. A nyomelemek élettani hatásait emeli ki dr Lakner Géza^[21].

források szerint, az élőlények nyomelem hiányának pótlása az étrend kiegészítők termékeivel, az eredeti vegyületekhez viszonyítva kérdéses.

A következő (5.) táblázatban röviden összefoglalásra került néhány adat szervezetünk egyes nyomelemeinek a talajban előforduló töménységéről, javasolt napi táplálkozási igényeiről és az elemek szervezetünkre gyakorolt hatásáról, illetve túladagolás következményeiről^[23].

Alapvető élelmiszereink ásványi anyag tartalma a DTU adatbázisa alapján összeállításra került. A 28 féle ásványi anyagot felsoroló élelmiszerek táblázata terjedelme miatt csak hivatkozásként szerepel^[22].

Szervezetünk nyomelemeinek a természetben meglevő ciklusai a szennyvíziszap felhasználása nélkül megszakadnak. A tömegtermelés, az élelmiszerek rendszeres vizsgálatának elmulasztása (költségeit nem vállalják) és az egyoldalú

Elem	Talajban	Napi igény	Hatás	Túladagolás
As	1-20 mg/kg	0,012–0,025 mg	Alapvető elem. Élénkítő, étvágy javító, daganat keltő/csökkentő, kutatott.	Fájdalmak, hányinger, hányás, hasmenés, izzadás és a torokban kaparó, égő érzés-ezeket ájulás és halál követheti.
B	5-30 ppm.	20 mg alatt	Antiszeptikus, vírusölő, gombaölő. Csont anyagcsere, agyműködés. Alapvető nyomelem.	Bőr irritáció. Idősebb nőknél mellrák.
Br	2.5 ppm	2-8 mg	Központi idegrendszer. Erős oxidálószer. Alapvetősége vitatott.	Jelentős és esetenként komoly neurológiai, pszichiátriai, dermatológiai vagy bélrendszeri zavarokat okozhat.
Fe	600 ppm	3.5 mg	Csontok szilárdsága. Alapvető elem.	Bélflóra károsodás. Vesék, idegek, izmok károsodása.
F	0.5 – 5%	15 mg	Alapvető elem. Hemoglobin fő eleme.	20 mg felett gyomorpanaszokat, székrekedést és feketedett székletet okozhat.
J	Tenger: 0.05 mg/l Termálvíz: 7-46mg/ m3	150 µg	A jó d a pajzsmirigy hormonok építőanyaga, amelyek a növekedéshez, az idegrendszerhez és az anyagcseréhez alapvető.	2-3 g halálos.
Co	7 ppm	1 mg	Vérszegénység ellen.	Hányás és hányinger, látászavarok, szívproblémák, pajzsmirigy károsodás
Cr		120 µg	Alapelem a vércukorszint beállításához.	200 µg felett mérgező, koncentrációs problémákat és ájulást okozhat vese és májbetegségeknél.
Cu	2-250 mg/kg	2 mg	Rézproteinek alapvető eleme. Mikroba ellenes hatású.	10 mg felett mérgező lehet.
Ge	1.5 g/t	1mg	Alapvető szerepe vitatott. A szénhidrát-anyagcserében lehet szerepe.	Embernél germánium mérgezés csak szervesen germánium vegyületek táplálék kiegészítésként való bevétele után történt.
Li	65 ppm	1000 µg	Összefüggésben áll számos enzim, hormon és vitamin funkciójával, valamint a növekedési és átalakító tényezőkkel.	Belélegezve tüdő ödéma. Pszichiátriai kezelése során túladagolás.
Mg	1.94 %	350 mg	Jelenléte fontos az egészséges csontok, fogak, izmok, idegek, anyagcsere-enzimek, B1- és B12- vitamin megfelelő működéséhez	400 mg feletti adagok gyomorproblémákat és hasmenést okozhatnak.
Mn	0.095%	5 mg	Létfenntartásához egyes hormonok (pajzsmirigy, nemi hormonok, inzulin) termelésében.	A felesleges mangán gátolhatja a vas adszorpcióját.
Mo	0.5 – 10 mg/kg	75 mg	A purin anyagcserében, egyes aldehideket és szulfátokat oxidáló enzimekben található meg.	200 µg feletti adagok veseproblémákat és rézhiányt okozhatnak.
Ni	0.0058%	1 mg	Több enzim létezik, amely tartalmaz nikelt, de nem függ tőle.	A nikkel tartalmú termékek allergiák esetén bőrkiütést okozhatnak.
Se	0.4 mg/kg	35 µg	Kiemelten fontos a máj, a hasnyálmirigy és a herék működése szempontjából.	200 µg felett mérgező lehet.
Si	27.72 %	15 ng/m3 összesen	Alapvető elem, de bizonyítani gyakorisága miatt nehéz.	Krónikus légzőszervi panaszok.
Sr	Összesen körülbelül 200 Stroncium ásványt ismerünk.	Balfi ásványvíz - 2,10 mg/l	Gyógyszer csonttritkulás kezelésére.	Csont növekedési problémák, tüdőrák.
Ti	0.5-1.5%	Az emberek mintegy 0,8 mg titánt fogyasztanak	Bio anyag, implantátum a gyógyászati technológia és fogászat használja. A titán-dioxid része gyógyszerek tablettá formájában.	Titánból készült csípőizületek vagy állkapocs implantátumok nem váltottak ki allergiát. Rákellenes terápia vizsgálatok folynak.
Zn	75 ppm	12-15 mg	Enzim aktivátor. Alapvető nyomelem.	Vérképzési zavarok. Hányinger, hasmenés. A 25 mg feletti adagok vérszegénységet és rézhiányt okoznak.
V	120 ppm	1.8 mg	Az Egyesült Államok Orvostudományi Intézete nem erősítette meg, hogy a vanádium alapvető tápanyag az emberek számára.	Káros hatások léphetnek fel, 1,8 mg/nap értéken túl.

5. Táblázat Szervezetünk nyomelemeinek összefoglaló táblázata

4. KUTATÓI TEVÉKENYSÉGEK

A lakossági szennyvíziszapokról, azok összetételéről számos publikáció áll rendelkezésre. A SZENNYVÍZISZAP nézettel szemben olyan jellegű rendszerezés, amely egy adott tisztító telepen keletkező szennyvíziszapot a szerveztünk szempontjából fontos nyomelemek szerint vizsgálná, nem jellemző. Újszerű példa, egy helyes irányra a szennyvíziszap elemzések aktuális (COVID) járványügyi felhasználása a koronavírus járvány aktuális helyzetének értékelése kapcsán.

Nem tűnne eretnek gondolatnak, ha a szennyvíziszap ásványi tartalmának felértékelése megtörténne, az EU csatlakozás előtti helyzetet tekintve, és a Talajerő Gazdálkodási Vállalathoz hasonlóan a komposztok, vagy megfelelően kezelt szennyvíziszapok rendszerezett és ellenőrzött kereskedelme jönne létre.

Ilyen vélemény található már Hírcsatorna cikkben. „Valamennyi ország környezetpolitikai döntéshozását eddig meghatározóan befolyásolta annak a népsűrűsége, természeti adottságai, települései nagyságának, rendelkezésre álló mezőgazdasági területeinek és termelésre történő kihasználtságának a mértéke, gazdaságának ereje. Döntésüket többségében a múlt század végén kellett meghozniuk az iszapok mezőgazdasági alkalmazására vonatkozóan a nehézfém koncentrációkat illetően. Ma már ezeket a rendelkezéseket ismételten célszerű lenne felülvizsgálni, hiszen a kettős szabályozás (iszap fémkoncentrációi, valamint adott területre kihelyezhető nehézfém dózis) kellő biztonságot adhatna az elsőnek az esetleg tájékoztató jelleggel történő figyelembe vétele esetén is. Ez azért is indokolt lehet, mert az iszapégetés kiépítése komoly gazdasági teher, melyet követően a maradék elhelyezése messze korlátozottabb, kedvezőtlenebb,

mint a komposztált iszapé. A komposztálás kiépítése egyébként jóval kisebb költségigény is a gazdaságnak, mint az égetés”^[24].

A szennyvíziszapok fermentálásának kiterjesztésével, és egyéb szerves anyag tartalmú anyagok (élelmiszeripari hulladékok, fel nem használt élelmiszerek, mezőgazdasági melléktermékek, trágyák) együtt-rothasztásával jelentős metán emisszió csökkentés és csíramentesítés, valamint energiatermelés érhető el.

Hatékony referencia rendszer az Észak-Pesti Szennyvíztisztító fermentációs kiegészítése, amely a teljes rendszer meglévő kapacitását kihasználva és a technológia biztonságát nem veszélyeztetve, lényeges gazdasági előnnyel járt, egyben értékesebbé tette a telep szennyvíziszapját.

Hasonló lehetőségek találhatók például a (DRV) Keszthelyi fermentációnál.

A közelmúltban publikációk és kutatási tervek szerint Magyarországon sok helyen folyik szennyvíziszappal kapcsolatos kutatás ^[25].

- Pannon Egyetem, Veszprém, Környezetmérnöki Kar,
- Pannon Egyetem, Georgikon Kar
- Szt. István Egyetem,
- MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Talajtani és Agrokémiai Intézet,
- ELTE Környezetkémiai és Bioanalitikai Laboratórium (KBL)
- Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar.
- Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
- MTA Agrártudományi Kutatóközpont

- Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdasági- és Élelmiszertudományi Kar
- Ökológiai Mezőgazdasági Kutató Intézet
- Szegedi Tudományegyetem, Földrajzi és Földtudományi Intézet, Természeti Földrajzi és Geo- informatikai Tanszék

Az országban folyó kutatások koordinálása talán hatékonyabb gazdasági eredményt hoz. A célirányos kutatás mintarendszerekkel történő kiegészítése eredményes befektetés is lehet.

4.1. TALAJTAN

A magyarországi talajok gondozása a Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet hatásköre. Kiterjedt adatbázisokkal és információval állnak az érdeklődők rendelkezésére.

Az ország talajtani felmérése szerint az aktuális helyen történő tápanyag utánpótlás tekintetében a szerepük meghatározó. Több kiadványban^[26,27] foglaltak állást a szennyvíziszapok helyes értékelése érdekében.

Az alábbi táblázatban kiszámították a BKSZT szennyvíziszapjában egy év alatt megtalálható néhány mennyiségi és nyomelem kereskedelmi értékét.

Lengyel geológusok (lengyel Földtani Intézet, Talajtudományi és Talajvédelmi Intézet,) részletes tanulmányukban publikálták az ország talajaiban és növényeiben található makro és mikro-elemek összetételét és azok élettani hatásait^[28].

4.2. ALAP ÉLELMISZEREK ÖSSZETÉTELE (EU)

Néhány európai országban külön intézmény foglalkozik a forgalomban levő élelmiszerek rendszeres elemzésével. Az alábbi táblázat néhány hasonló tevékenységű intézményt sorol fel.

Példaként egy összefoglaló anyagban a DTU (Dán Műszaki Egyetem) vonatkozó adatbázisát vizsgáltam, amely tartalmazza, többek között az élelmiszerek vitamin, alapvető és mérgező (As, Hg, Pb, Sr) elem tartalmát. Az anyag terjedelme miatt csak mellékletként szerepel (234. oldal)^[30].

Miért jellemzők	keletkezett iszap elem tartalma %	Anyag illetve elemhozam, t	Fajlagos érték eFT/t	Becsült érték eFT-ban
Keletkező szennyvíziszap: 14 644 t szárazanyag				
Ca	4.34	635	10	6350
N	4.26	624	250	156 000
P	3.48	510	641	327 910
S	1.44	211	100	21 100
Mg	0.66	96	10	960
K	0.23	34	240	8 160
Zn	1.11	16	200	3 200
Cu	0.08	12	200	2 400
Együtt	-	2 138	212	526 080

6. Táblázat A Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telepen (BKSZT) termelődött szennyvíziszap ásványi elem és műtrágya egyenértéke. *Megjegyzés: Kereskedelmi műtrágyák hatóanyag árai alapján

Austria	Institut Kuhlmann (IKL) GmbH
Belgium	Ghent University (RUG)
Dán Bulgária	National Center of Public Health Protection (NCH)
Dánia	Danish Veterinary and Food Administration, Region North, Lystrup (DVFA-N)
Görögország	Food Industrial Research and Technological Development Company (ETAT S.A.), Athens Mediterranean .
Izland	Danish Veterinary and Food Administration, Region North, Lystrup (DVFA-N)
Lengyelország	Poland National Food and Nutrition Institute (NFNI)
Litvánia	National Veterinary Laboratory (NVL)
Németország	Institut Kuhlmann (IKL), Ludwigshafen
Olaszország	CHELAB, Resana
Portugália	Instituto Nacional de Saude Doutor Ricardo Jorge, I.P. (INSA)
Spanyolország	Silliker Iberica, S.A.
Törökország	TUBITAK MAM Food Institute (TUBITAK)

7. Táblázat Európai országok helyi élelmiszereinek elemzésére kiválasztott intézmények ^[29]

A kereskedelmi forgalomban jelenleg kapható élelmiszerek összetétele és egyes lakossági szennyvíziszap összetételek összevetése érdekes eredményeket adhat.

4.3. MEZŐGAZDASÁG, ÁLLATTENYÉSZTÉS

A talajok elszegényedése a „mindenható” haszonelvűség árnyékában szintén világ jelenség. A mezőgazdaságban felhasználható területek talajainak rohamos csökkenése egyirányú.

Az iparszerű állattenyésztés velejárója az élőlények korábban kialakult életfolyamatainak haszonelvű megváltoztatása. Például a mindenevő baromfi és sertés mesterséges életkörülményei és táplálása, gyógyszerzése rendszeres tevékenység. Az állatok ellenálló képessége lecsökken, stresszes környezetük a hús minőségére is kihat. Korábban a Baromfi Terméktanács (biológus végzettségű) vezetőjével beszélgetve felvetődött a megfelelően kezelt lakossági

szennyvíziszapnak a mindenevő állatok táplálék kiegészítőjeként történő felhasználása.

4.4. SZUPERTRÁGYA

A szerves eredetű talajjavítás üteme lelassult, a hulladéklerakók komposztálási hatékonyságot tekintve kérdésesek, a jelenlegi megoldást száraz komposztálási megoldások (egyidejű metán és áram termeléssel) válthatnák fel.

A nagyvárosi zöld hulladékok jelenlegi komposztálását (különös tekintettel annak mennyiségére) szintén ki lehetne váltani hatékony metántermelő megoldással.

Szerves és szervetlen vegyületek egyensúlya megbomlott, a konkrét talajfajták megfelelően kiegészítésre szorulnak.

Több országban vizsgálják és már kereskedelmi forgalomban is terjed a szuper trágya, ami

a szerves és ásványi eredetű trágyázó szerek keverékét jelenti.

A fogalom eredete az inka birodalomban elterjedt anyagot utánózva (EU-ban Wundererde, TerraPetra néven).

A legtöbb ilyen jellegű termék, főként Kínában és részben Németországban kapható. Korábban készült anyagban^[31] összefoglalásra került néhány evvel kapcsolatos gondolat.

Hazánkban egy cég foglalkozik a hiány elemek pótlásával Peremartonban^[32], azonban ez az anyaguk is műtrágya, nem tartalmaz szerves részt és a talaj C/N arányát nem állítja helyre. Néhány éve a Péti Nitrogénművek szakmai vezetése (igazgató tanács) előtt kísérletet tettem a hazai szupertrágya közös létrehozására, azonban a tulajdonos döntése nem támogatta az elképzelést.

Megfelelő partner és központi akarat esetén, átgondolt kutatásokkal valószínűleg egy hazai szupertrágya megoldás is lehetővé válhat.

4.5. SZENNYVÍZISZAP SZÁRÍTÁS

A szennyvíziszapok felhasználásáról készült iszap stratégia, amely komoly logisztikával készült tanulmány, egy pontot hagyott nyitva, a termék szerű, megbízható szárítási módszer keresését^[33], „mert ilyen módszer nem található”. Abban a tényben az állítás helytálló, hogy az országban jelenleg működő szolár szárítók ennek a feltételnek nem felelnek meg.

A kíváncsúnak megfelelő megoldás lehetősége fennáll.

A szennyvíztisztítás során a fő tevékenységek két legfontosabb elem (N, P) nagy részének és a szálaló anyagoknak az eltávolítása. A szennyvizekben levő szálaló anyagok nagy része napjainkban műanyag^[34], ami a telepek mechanikáját rendszeresen akadályozza és a szennyvíziszap összetételét is rontja.

A tisztító telepeken szennyvíziszap évszaktól függetlenül termelődik. A nedves iszap raktározása során a komposztálódási folyamat hőtermelése, megfelelő rendszeres forgatás nélkül gondokat, esetleg öngyulladásokat okoz.

A felhasználásba bevont szennyvíziszapok rendszeres ellenőrzése után a szennyvíziszapokból raktározható, szállítható terméket lehetne előállítani, amely megfelel a termékekre, és annak minőségére vonatkozó előírásoknak.

Célszerű lenne az iszapot szárítása előtt a megfelelő ásványi anyagokkal (az aktuális termék követelményei szerint) bekeverni és a szárított terméket már késztermékként zsákolva szállítani, vagy tárolni. A szárítást és bekeverést meg lehetne oldani a szennyvíztelepen, csökkentve a járulékos költségeket.

A szárításhoz a folyamatos, évszaktól független gyártáshoz szükséges hő a gázmotorok hulladék hőjéből, és kiegészítésként nyáron közvetlen napenergiából, télen napelemes energiaforrásból lehetne nyerni^[35].

ZÁRSZÓ

Köszönetet mondok minden kollegának, aki érdeklődésével, véleményével, biztatásával elősegítette a fenti eretnek gondolatsor létrejöttét. Ezúton is megköszönöm Dr Juhász Árpád elnök úr alapvető biztatása és bátorítását.

▶ IRODALOMJEGYZÉK

SZERZŐ:



Dr. Csillagh Péter: 1965-ben a Veszprémi Vegyipari Egyetem (ma Pannon Egyetem) Ásványolaj és Széntechnológia szakán végeztem (diplomáztam a Szerves Kémiai Tanszéken).

1965-1988 között az MTA AKI (ma SZTAKI) Folyamatirányítási Osztályán vegyipari folyamatirányítási feladatokat oldottam meg (eszköz a GIER számítógép, Vegyipari múzeum, Várpalota).

Utolsó feladatom az Országos Telemechanikai Rendszeren belül (KFKI TPA számítógépekkel végzett) az országos földgáz hálózat számítógépes rendszerében, az online-realttime irányítási rendszer osztott intelligenciájú programozásában az archiválási és diagram megjelenítési feladatokat oldottam meg.

1991-óta önálló cégben (Tradistar Bt. tulajdonos), kezdetben adatbázis kezelési feladatokkal, majd 1995-óta szennyvíztisztítási feladatokkal foglalkoztam.

Nagyobb referenciáim: MOL Százhalombatta gyors homokszűrők katalitikus-krakkoló üzem hűtővíz rendszere és a MEK üzem hűtővíz rendszere, Debreceni Vízművek irányítástechnika, Szegedi SzvtT. biológia és gázvonal, Székesfehérvári SzvtT. utóülepítő kotrók, Észak-Pesti SzvtT. biogázvonal, MIVÍZ Lillafüred gyors homokszűrő és rozsdamentes szennyvíz szalagszűrő, Balatonfüredi SzvtT. utóülepítők, Észak-Pesti SzvtT. utótisztítás, Gyöngyösi SzvtT. szennyvíz szalagszűrő, Tiszaújváros lakossági SzvtT. gyors homokszűrés, Keszthelyi SzvtT. gázvonal.

Kivitelező partnerek: STRABAG, COLAS-ALTERRA, VEGYÉPSZER Zrt. A-HÍD Zrt.

Tervező partnerek: HIDROKOMPLEX Kft., Mélyépterv-Komplex Zrt.

2017-óta a P&P Bt. tulajdonosaként további feladatok megoldását tervezem.