

A dolgozat szerzőinek neve: Berekméri Evelin, Szilágyi Réka
Intézmény megnevezése: Bolyai Farkas Elméleti Líceum
Témavezető tanárok neve: József Éva, Szász Ágota Judit
Beosztás: Földrajz-Környezettudomány

Törpe részek - mekkora veszélyek?

I	Bevezető.....	2
II	Nanotechnológia.....	2
II.1	Nanotechnológia fogalma	2
II.2	Megvalósítások.....	2
II.3	Nanorészecskék veszélyei	3
III	Öntisztuló felületek	4
III.1	Lótusz effektus	4
III.2	Intelligens nanorészecskék	5
III.3	Alkalmazási területek	5
IV	Gyakorlati munkánk	5
IV.1	Felületkezelések	5
IV.2	Nanotechnológiás szer hatása az élesztőgomba sejtekre.....	6
V	Következtetés	7
VI	Felhasznált irodalom	8
VII	Melléklet.....	9

I Bevezető

Dolgozatunk témája, a mindennapi életünkbe egyre jobban beépülő új tudományág, a nanotechnológia környezeti hatásainak vizsgálata. Kutatók ezrei foglalkoznak vele, innovációk százait ígérve. Ehhez képest azonban kevés biztos adattal rendelkezünk a nanorészecskék veszélyeiről, körül vesszük magunkat velük anélkül, hogy tudnánk milyen hatással lehetnek környezetünkre vagy saját szervezetünkre. Ez indította el önálló kutatásunkat, amelyben az élesztőgombák életképességét vizsgáltuk egy nanoszeres környezetben, és amely meglepő eredményekhez vezetett.

II Nanotechnológia

II.1 Nanotechnológia fogalma

A „nano” kifejezés görög eredetű szó, jelentése „apró, törpe”. Így a nanotechnológia 100 nanométer alatti mérettartományban az anyag megismerésével, a különleges tulajdonságok hasznosításával, nanoméretű eszközök létrehozásával és alkalmazásával foglalkozó tudományág. Egy nanométer a Nemzetközi Mértékrendszerben 10^{-9} méter (1. ábra), az ilyen kicsi méretek világában azonban az anyagok viselkedése megváltozik, tehát furcsa, újszerű tulajdonságokra tesznek szert, amelyeket bár ritkán láthatunk előre meglévő ismereteink alapján, számos új lehetőséget ígérnek.

II.2 Megvalósítások

A nanotechnológia jelentős áttöréseket ígér és már felmutatott a környezetvédelem, az orvostudomány, az energetikai ipar, az információtechnika, az anyagok előállítása, kezelése és még megannyi alkalmazási téren.

A nanotechnológia fejlődésében igen fontos szerepet játszott az alagútmikroszkóp felfedezése, amellyel az ember először pillanthatott meg atomokat. Binning és Rohrer, svájci fizikusok 1986-ban Nobel díjat is kaptak felfedezésükért. [1.] Ugyancsak hatalmas fejezetet nyitott a szén nanocső felfedezése. Az egyfalú szén nanocső, egy tökéletes hengerré tekert egy atomnyi vastag grafitréteg, melynek elektromos és mechanikai tulajdonságainak köszönhetően számos területen alkalmazhatók. A nanotechnológia segítségével már tudunk vizet tisztítani, felületeket kezelni, anyagokat felépíteni atomokból és még sorolhatnánk. Ettől a tudományágtól várják a gazdasági válság megoldását, valamint a rák hatékonyabb gyógyítását.

Amerikai tudósok szén nanocsövek használatával megoldották a napenergia szinte korlátlan ideig való tárolását, mellyel a jelenlegi akkumulátoroknál százszor több energia

tárolható. Egy kutatócsoport egy olyan cink-oxidos nanoszál generátort hozott létre, amely hajlításra, nyomásra képes áramot termelni, körülbelül annyit, mint egy átlagos ceruzaelem. Ezt továbbfejlesztve a jövőben egy papír vagy szövet darab is képes lesz az energia tárolására (2. ábra). Tajvani kutatók arany nanorészecskékkel oltott fákkal kísérleteznek, amelyek az elmélet szerint vöröses fénnel világítanak, csökkentve az igényt az utcai lámpákra. Ez egyszerre csökkentené energiafüggőségünket, a fényszennyezést és még több szén-dioxidot köt meg a levegőből. Bár ez nagyon népszerű kutatási témának számít, a világító fákra még várnunk kell.[2.]

II.3 Nanorészecskék veszélyei

Ezek az új anyagok azonban akarva- akaratlanul bekerülhetnek környezetünkbe, a felületek kopásával, az anyag előállításával. Emellett más, nem kívánatos melléktermékként keletkezett ultrafinom részecskék is lassan kikerülnek a természetbe: a vizekbe és a légkörbe. Ezek jöhetnek álló forrásokból (kazánok, kohók, főzés, cigaretta stb.) vagy akár ásványi fűtőanyagokkal üzemeltetett járművektől, keletkezhetnek ipari folyamatok (kohászat, nagy energiájú mechanikai folyamatok) melléktermékeként vagy légköri átalakulások során.

A nanorészecskék a környezet és az emberi egészség számára akkor a legveszélyesebbek, ha a levegőben vannak jelen. A tüdő szövete nem olyan ellenálló a környezeti behatásokkal szemben, mint a bőr vagy a bélrendszer így ezek az ultrafinom részecskék ott tehetik a legnagyobb kárt. Kis méretüknek és nagy diffúziós képességüknek köszönhetően a nanorészecskék lerakódhatnak a légzőszervek minden részébe, ahonnan a szövetközi részen keresztül behatolhatnak az ér- és nyirokrendszerbe, majd más szervekbe gyulladásos reakciót váltva ki. A részecskék azon fizikai-kémiai tulajdonságairól, amelyek a káros hatásért felelősek azonban csak feltevéseink vannak. Az ultrafinom részecskék mérete, lerakódási és tisztulási sebessége, a felület nagysága mind befolyásoló tényezők.

Környezeti hatásukról szintén keveset tudunk, így kibocsájtása ismeretlen következményekkel járhat. A nanorészecskék környezeti hatásainak vizsgálatára kevés pénzt és figyelmet fordítanak, 2003-ban az Egyesült Államokban a nanotechnológiába befektetett 700 millió USD-ből csupán 200 000 USD-t költöttek erre a célra.[3.] A "Nemzeti Nanotechnológiai Kezdeményezés" (National Nanotechnology Initiative) internetes oldalán olvashatjuk, hogy az intézmény 2005 és 2013 között 650 millió USD-t szándékszik a környezeti, egészségi és biztonsági problémák vizsgálatára fordítani. [4.]

III Öntisztuló felületek

Nanorészecskéket alkalmaznak az újonnan nagy népszerűségnek örvendő öntisztuló felületek létrehozásánál is. Az egyik ilyen módszer lényege, hogy a felületek a természetet imitáló lótusz effektusnak köszönhetően víztaszítóvá válnak, így tisztításuk is sokkal egyszerűbb, ami víz- és energiatakarékossághoz vezet.

III.1 Lótusz effektus

A lótusz effektus a felületek öntisztuló képességét, illetve nagyon kismértékű nedvesíthetőségét jelenti. A jelenség nevét a lótusz növényről kapta, mely képes megőrizni tisztaságát meg a legpiszkosabb környezetben is, leveleit és virágát víz és egyéb folyadékok nem nedvesítik, hanem egy olyan csepp képződik rajtuk, ami nem tapad meg, leperreg, és a felületen található porszenyveződést is eltávolítja. Emellett a sűrű folyású anyagok is, mint az olaj vagy a ragasztó sem tapad meg rajta.

A vízcsepp formájáért az adhéziós és a kohéziós erők a felelősek. A folyadékok alapvető tulajdonsága, hogy ha külső erőter nem hat rájuk, gömb alakot (a lehető legkisebb fajlagos felületű alakzatot) igyekeznek felvenni, a folyadék részecskéi között fellépő kohéziós erőnek köszönhetően. Az adhézió az egymástól különböző molekulák között fellépő vonzó kölcsönhatás. Ha az adhéziós erőknek a folyadék molekuláira kifejtett hatása elhanyagolható (pl. levegő) a kohéziós erőkhöz képest, akkor a felületen lévő folyadékrészecskék a kohéziós erők hatására a folyadék belseje felé igyekeznek elmozdulni, vagyis a felület valóban csökken. Ha ezeknek az erőknek a folyadék molekuláira kifejtett hatása nem hanyagolható el (például egy szilárd felületen helyezkedik el) akkor a folyadék jobban, vagy kevésbé terül szét azon, nedvesíti, vagy kevésbé nedvesíti azt, attól függően, hogy az adhéziós erő mekkora. A lótusz effektusnál nagyon kicsi az adhéziós erő, ezért nem jön létre nedvesítés. [5.] (3.ábra)

A lótusz effektus felfedezője a Bonni Egyetem kutatója, Dr. Wilhelm Barthlott, akinek többéves kutatómunkával, a 70-es években végzett vizsgálatai alapján sikerült a jelenséget megfejtenie, melyet világszerte csodálnak és elismernek. Prof. Barthlott 1997-ben megkapta a Karl-Heinz-Beckurts-díjat a német "Környezetért" állami alapítványtól, 1998-ban a német államfő a "Németország jövőjéért" kitüntetésre jelölte, 1999-ben elnyerte az Európa legnagyobb pénzjutalommal járó környezetvédelmi díját.

Rájöttek, hogy a lótusz növény levelének mikroszerkezete teszi víztaszítóvá, azaz szuperhidrofóbbá a felületet. Ez a különleges struktúra a növényi részekben lévő

mikroszkopikus méretű (5-10 mikrométer) kiemelkedések szabályos mintázata, mely lehetővé teszi, hogy a por és egyéb anyagok megakadnak és nem érnek a felülethez. (4. ábra)

III.2 Intelligens nanorészecskék

Eddig úgy vélték, hogy minél simább a felület, annál könnyebb a tisztítása. Ám a jelenség felfedezése óta, olyan eljárásokat próbálnak kidolgozni, amelyek képesek előállítani ezt a természetet utánzó, nanoméretű kiemelkedésekkel mintázott felületet.

Felvitel közben a felületkezelő anyag 3 eleme intelligensen elrendeződik egymás alatt. A kapcsolódó komponens a kezelendő felületre vándorol, és homogén kötődést alakít ki azzal, közben egyúttal a felület részévé is válik. Erre épül egy ultravékony, üvegkeménységű réteg, amely rendkívül hosszú ideig tartós, és a felületet a legagresszívebb külső hatásoktól is képes megvédeni. A nano- (tapadást gátló) részecskék rendeződnek legföldre. Ezek együttese eredményezi a lótuszeffektusnak nevezett lepergető hatást. A védőrétegek a megszilárdulás után kémiai és mechanikailag is rendkívül terhelhetők. [6.]

III.3 Alkalmazási területek

Az alkalmazási lehetőségek területe szinte végtelen: autóüvegre, autólakkra, felnire, ablaküvegre, műanyagra, ruházati cikkekre, fa-, kő-, padlófelületre, graffiti eltávolításra, képernyőre, fegyverre, párávédelemre használhatóak.

A lótuszeffektus tulajdonságai mellett a textil bevonat ellenáll a vasalásnak, a kémiai tisztításnak, a nedves kosz nehezebben szívódik fel, valamint megőrzi az anyag légáteresztő képességét. Átlagosan fél évig rezisztens marad. Alkalmazható hétköznapi és alkalmi ruhákon, egyenruhák, cipőkön, autóülés huzatokon, függönyökön, tehát minden elképzelhető textílián egyaránt hatékony.

IV Gyakorlati munkánk

IV.1 Felületkezelések

Kísérleteinkben egy ilyen üzletben megvásárolható (könnyen hozzáférhető) terméket használtunk. Kezeltünk és kezeltettünk textilt, üveget és kerámiát, majd különböző folyadékokat öntöttünk rájuk. A képeken is jól látható, hogy a vörösbor, kávé, míg az első kezeletlen textil darabon teljesen beszívódik, a második felületen különálló cseppekbe rendeződve leperreg, a fent már bemutatott lótuszeffektusnak köszönhetően. Hasonlóan az üveg és kerámia felületek víztaszító jellege is megnőtt, valamint a víz a nedves felületre tapadt port is könnyedén eltávolította, míg a kezeletlen felület szennyezett maradt. (5. 6. ábra)

IV.2 Nanotechnológiás szer hatása az élesztőgomba sejtekre

A nanoszernek a mikrokörnyezetre való hatásának vizsgálatára az élesztőgombákat (*Saccharomyces cerevisiae*) választottuk ki. Az élesztősejtek az állati sejtekhez hasonlóan eukarióta sejtek, de ezektől eltérően sejtfallal rendelkeznek. Sejtfalukat elsősorban glükánok, mannánok és proteinek alkotják. Az élesztő tulajdonképpen gomba, mely egyben egy könnyen hozzáférhető kísérleti alany is.

Az oldatok elkészítésekor 100 ml vízhez 0.2 g élesztőgombát kevertünk. Az első vegyszeres oldatba 2,4 g nanoszer, a második vegyszeres oldatba 0,9 g nanoszer kevertünk, a metilénkéket tartalmazó oldatot kontrollként használtuk. Óránként készítettünk mintákat, melyhez 0.1%-os metilénkéket adagoltunk és 5 percet vártunk a sejtek elhelyezkedésére és a metilénkék hatására.

Amennyiben a sejt felveszi a metilénkéket, azaz megszíneződik, azt jelenti, hogy már nem képes magából kilökni a festékanyagot, így halottnak tekinthető. Ily módon különböztetjük meg az élénk, sötétkék halott sejtet a fehér vagy a (metilénkékes oldat miatt) világoskék élő sejtől (7. ábra). A metilénkék is pusztíthatja a sejteket: megakadályozza a légzési folyamatokat, melynek következtében a sejt nem tud több energiát termelni, így elhal. Éppen ezért használtuk összehasonlítási alanyként a kontroll oldatot, ugyanis ebben a sejtelhalás csak a metilénkék következtében történhetett a nanoszeres oldattal ellentétben, melyben az elpusztult sejtek többletét a szer okozta.

A kísérlet következő lépéseként óránként vizsgáltuk a látótérben a halott sejtek számát és az összes sejt számát és ezek arányát százalékban fejeztük ki.

Optikai mikroszkóp segítségével megvizsgáltuk a sejtek méreteit és képeket készítettünk róluk. Szabad szemmel is észrevehető volt, hogy a sejtek aggregálódtak, azaz összetömörültek a szer hatására (8.Ábra, 9.Ábra, 10.Ábra). Ezért bizonyult ésszerű döntésnek, hogy az élő és a halott sejtek arányát vizsgáljuk, illetve, hogy több helyről is mintát vegyünk. A fennebb említett agglomeráció következtében a nanoszeres oldatot tartalmazó edényben a gombasejtek az edény aljára tömörültek. A mintavételek előtt az oldatot felkevertük, ám így is kerültek a tárgylemezre olyan gombacsoportulások, melyeknek több mint 70 % -os volt a sejtpusztulásuk. Mivel ez a nagymértékű elhalás nem jellemző az oldat egészére, nem vonhattunk le következtetést a szer általános hatásáról. Így abban az esetben, amikor radikális eredményt kaptunk, több számolást is végeztünk a tárgylemezen, illetve készítettünk egy második oldatot, amely alapján újból megfigyeltük a sejtek életképességét nanoszeres

környezetben (1. Táblázat, 2. Táblázat). Az eredmények hitelessége céljából összesítettük a két nanoszeres oldat eredményeit, és azt értelmeztük, illetve hasonlítottuk össze a kontroll oldat eredményeivel (3. Táblázat)

A friss oldatokban a sejtpusztulás minimális és egyenlő, 2%. Tehát a szernek nincs azonnali hatása. 1 óra, illetve 2 óra utáni reakció idő után egyértelműen nagyobb mértékben nő a nanoszeres gombasejtek elhalása. A kritikus időszak közvetlen 3 óra után van, amikor a nanoszeres környezetben levő élesztősejtek szinte fele, vagyis 40 % -a elpusztult. Ezután, a 4 óra utáni és a 24 óra utáni méréseknél megfigyeltük, hogy érdekes módon csökkent az elpusztult sejtek százaléka. Ugyanez jellemző mind a két oldatban, tehát ez arra utalhat, hogy ez az élesztőgomba különleges tulajdonságából fakad. A *S. cerevisiae* sejtek vízveszteség után "újjaéledhetnek" azáltal, hogy visszaszívják magukba a vizet. Döntő szerepe a 24 óra utáni kontroll oldat számbeli eredményének van, amely szerint azoknak a sejtek, amelyeket csak a metilénkék légzés gátló hatása ért, egy nap után újból minimális 2%-a halott, míg a nanotechnológiás szer egy napos hatása után az élesztőnek 12-szer több sejtje pusztult el, 24%. Ennek a kísérletnek az eredményeit szemlélteti a 2. diagram.

Az első kísérlet során érdekes jelenségre lettünk figyelmesek: az idő elteltével változott a sejtek mérete. Ezt a víz elvesztésével hozhatjuk kapcsolatba. Az optikai mikroszkóp kamerájával (800-szoros nagyítást használtunk) megmértük a sejteket, ám ezeket az pixelben fejezi ki. Ez lehetőséget adott arra, hogy összehasonlítsuk az élő sejtek paramétereit az elpusztult sejtek méreteivel. A 3. Diagramról leolvasható, hogy az egészséges sejtek mérete egyenletesen, maximum 10 pixellel csökken. Ettől eltérően a nanoszer okozta elhalt sejtek mérete jelentősen, akár 30 pixellel csökken.

Harmadik észrevételünk az élesztőgomba alakváltozásáról szól. A sejtek a vízveszteség következtében szögletesebb alakot vesznek fel. Leginkább ezt a jelenséget is a kritikus 3 óránál figyeltük meg (11. Ábra).

V Következtetés

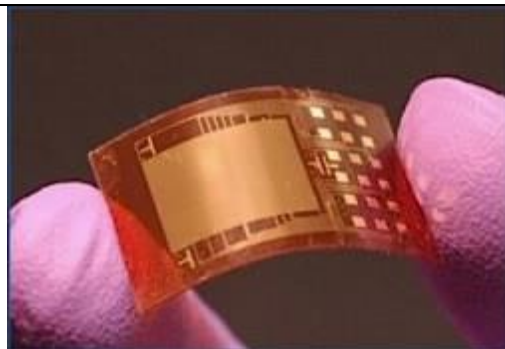
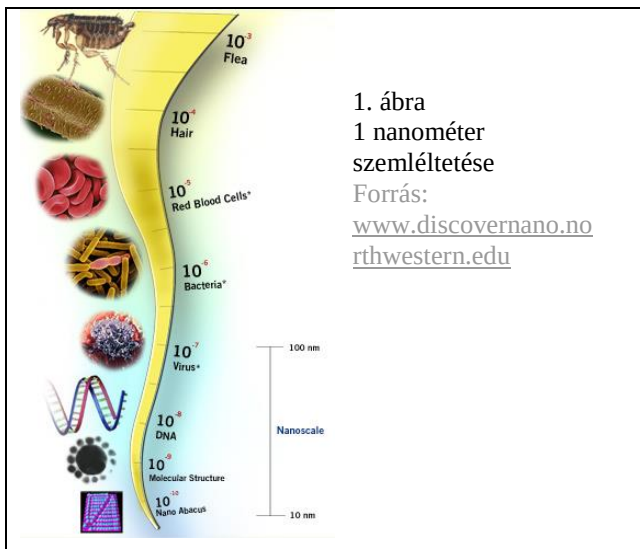
Következtetés képpen levonhatjuk, hogy az innovációkkal berobbanó új tudományág bizony tartogat meglepetéseket: immár bizonyítottan negatív hatással van a mikrobiológiai környezetre. A nanorészecskék elvonják a sejtektől a vizet, ez méretbeli, formai és vitális változásokat okoz: a sejtek összezsugorodnak, szögletesebbek lesznek, aggregálódnak, illetve jelentős mértékben elpusztulnak. Kutatásunk legyen egy felkiáltó jel egy tudatosabb bánásmódhoz az ismeretlen szerekkel és a környezettel szemben.

VI Felhasznált irodalom

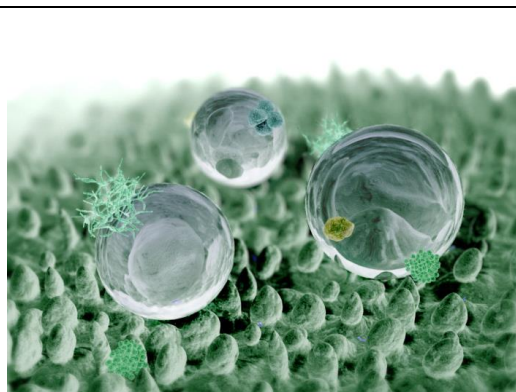
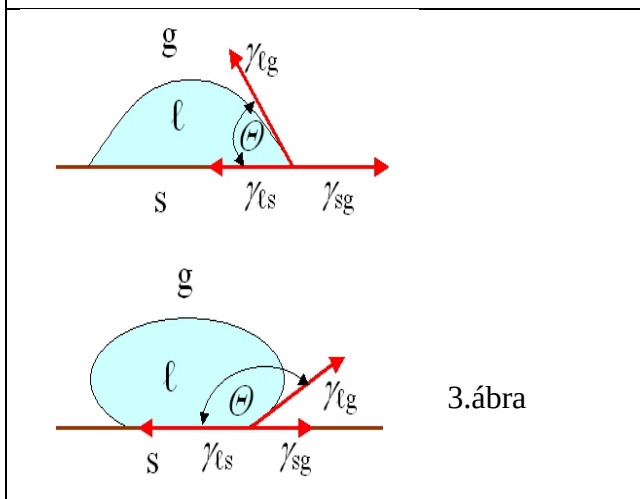
1. <http://www.supernova.hu/bolygo/ds1/nanoforr.htm>
 2. <http://zoldtechnologia.hu/category/technologia/nanotechnologia>
 3. Schultz György „A nanorészecskék és a környezet”
 4. <http://www.nano.gov/nanotech-101/nanotechnology-facts>
 5. Erdey-Grúz Tibor: Fizikai kémia alapjai. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963 (wiki)
 6. <http://www.nanopro.hu/?page=10>
 7. Dr. Pándics Tamás: „A nanorészecskék környezetegészségügyi hatásainak elemzése”
Egészségtudomány, LII. évfolyam, Budapest, 2008. 3. szám
 8. Dr. Mathias Schulenburg (Európai Bizottság): „Nanotechnológia - Innováció a holnap világa számára”
 9. www.saps.co.uk
- (az internetes oldalak 2012. nov. 22-én voltak utoljára megnézve)

VII Melléklet

I. Melléklet

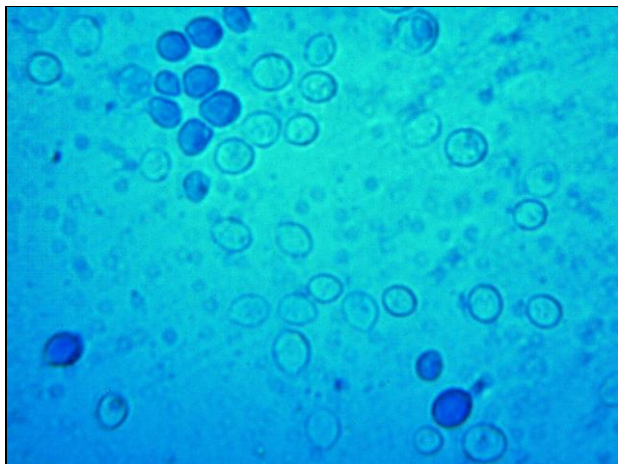


Forrás: www.zoldtechnologia.hu

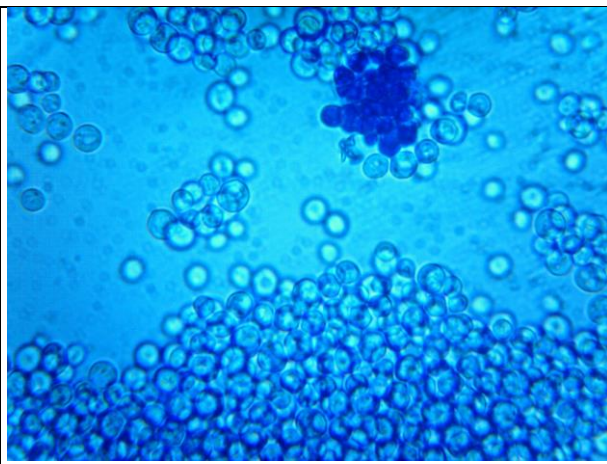


Forrás: wikipedia.org

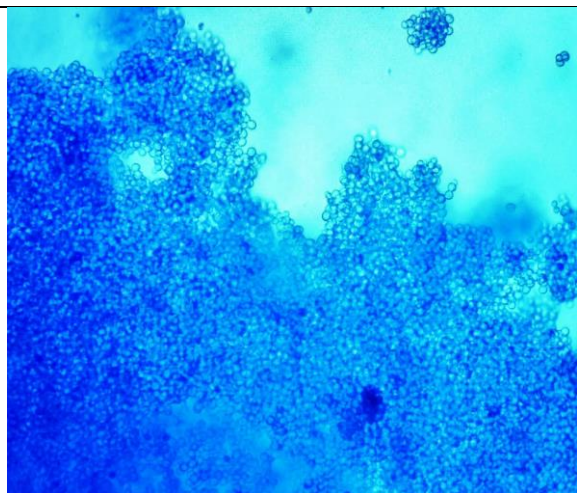




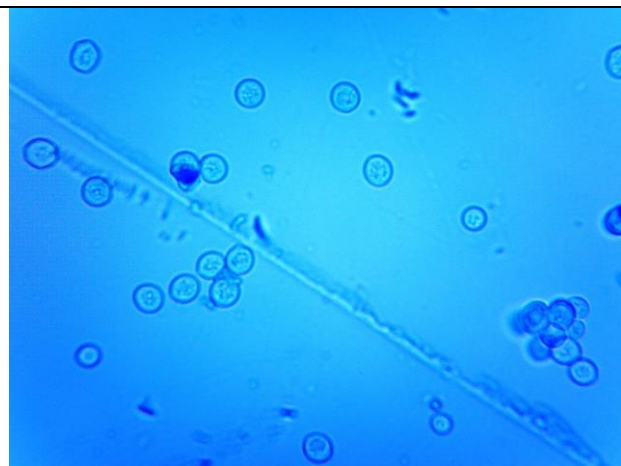
7.ábra: élő és halott sejtek közti különbség: az elpusztult sejt nem képes kilögni magából a metilénkéket



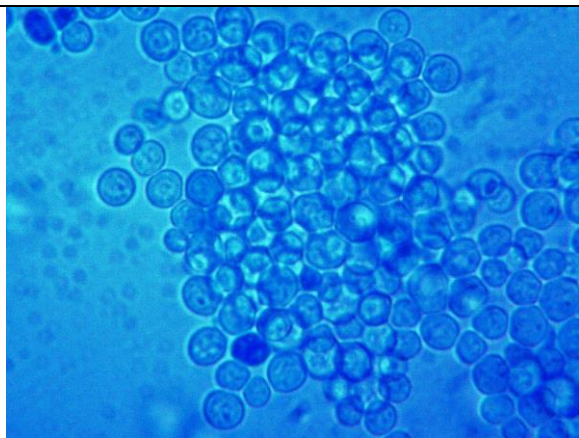
8.ábra: a sejtek aggregálódása a nanoszer hatására 800-szoros nagyításban (nanoszeres oldat, 3 óra után)



9.ábra: sejtek aggregálódása a nanoszer hatására 200-szoros nagyításban



10.ábra: a kontroll oldatban nem aggregálódnak a sejtek (3 óra után)



11.ábra: vízvesztés következtében a sejtek szögletesebbek lesznek (nanoszeres oldat, 24 óra után)

idő	összes sejt száma	elpusztult sejtek száma	hány százalék pusztul el
0 h	340	8	2,35
1 h	150	12	8,00
2 h	186	36	19,35
3 h	270	190	70,37
4 h	119	91	76,47
24 h	392	58	14,80

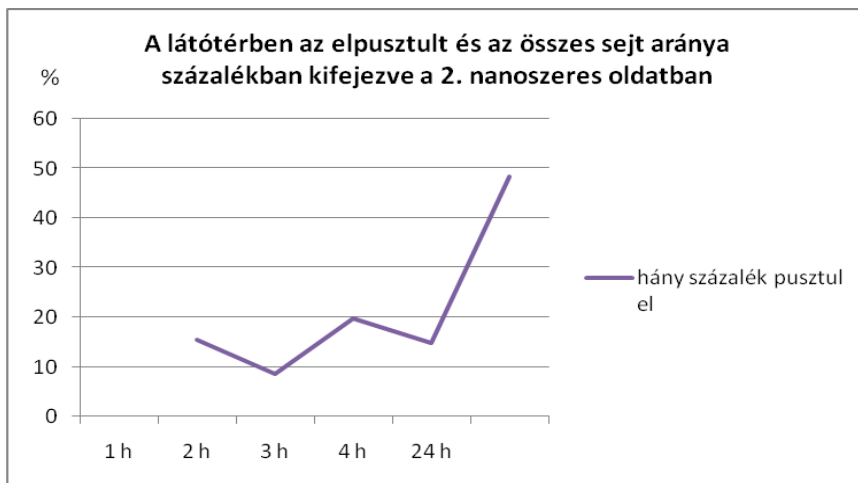
1. Táblázat: az 1. nanotechnológiás szert tartalmazó oldat adatai

idő	összes sejt száma	elpusztult sejtek száma	hány százalék pusztul el
1 h	150	23	15,33
2 h	187	16	8,56
3 h	420	83	19,76
4 h	345	51	14,78
24 h	151	73	48,34

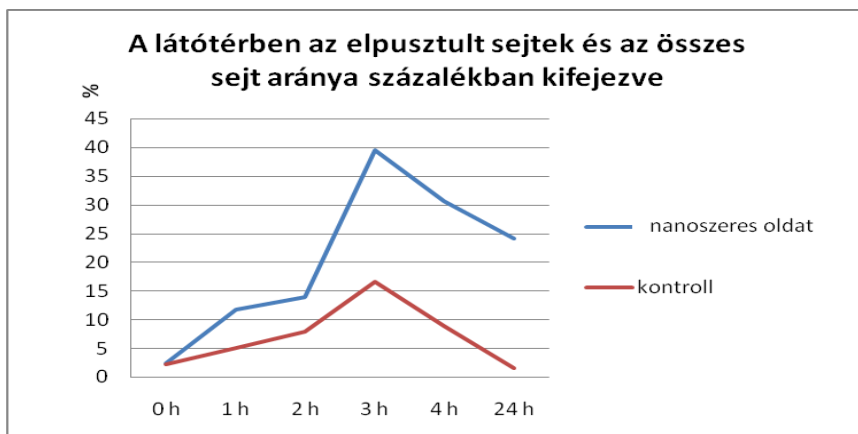
2. Táblázat: a 2. nanotechnológiás szert tartalmazó oldat adatai

idő	összes sejt száma	elpusztult sejtek száma	hány százalék pusztul el
0 h	340	8	2
1 h	300	35	12
2 h	373	52	14
3 h	690	273	40
4 h	464	142	31
24 h	543	131	24

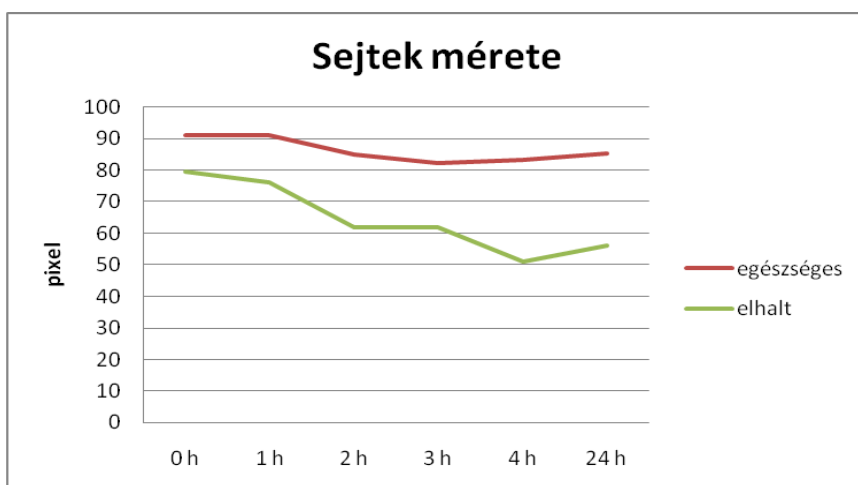
3. Táblázat: összesítés



1. Diagram: A látótérben az elpusztult és az összes sejt aránya százalékban kifejezve a 2. nanoszeres oldatban



2. Diagram: A látótérben az elpusztult és az összes sejt aránya százalékban kifejezve, összesítés



3. Diagram