

## Természetes mikroflórájú vályog talajoszlop baktériumszám változása tenzidek hatására

SUJBERT LÁSZLÓ és CSATAI LAJOS

*Semmelweis OTÉ Közegészségtani és Járványtani Intézet és Fővárosi Köjál Településegészségügyi Osztály, Budapest*

A mesterségesen előállított felületaktív anyagokkal (tenzidekkel) a talaj és a talajvíz is szennyeződik. Ez többféleképpen történhet. KNAUTH [13] valamint KNAUTH és MASCHE [14, 15] közleményei szerint a tenzid tartalmú szennyvíz tisztításakor, a mezőgazdasági termőterületek öntözésekor a tenzid a talajba szikkad. VALORAS, LETEY és OSBORN [30] tanulmánya alapján, továbbá CAIRNS [4] közlése szerint és az Evagro készítmények hazai vizsgálati eredményéből [6] kiderül, hogy a tenzideket talajkondicionáló szerként is megkísérelték felhasználni. BAHR és ZIMMERMANN [2] közölte, hogy csatornázatlan területen a szennyvízszikkasztókból és szennyvízelvezető árkokból jut a talajba, ill. a talajvízbe a tenzid és a talajvízzel terjedhet. STRÖHL [24] munkája nyomán arról is tudomásunk van, hogy vegyipari szennyvíztárolókból a peszticidekkel együtt a talajvízzel áramlik a tenzid, és a talajvíz szennyeződés következményeként a mezőgazdaságilag művelt „farn” területen a növény- és gyümölcsstermesztést és az állattartást is lehetetlenné teszik.

A tenzideket környezetszennyező xenobiotikumoknak tekinthetjük, és mellékhatásuk a talajbaktériumokra is kiterjed. PITTER és TSCHUTA [20] 40 anionos-, 25 nem ionos- és 7 kationos tenzidet és tenzidet tartalmazó készítményt vizsgált meg. Azt észlelték, hogy a vizsgált tenzidek nagy része a nitrifikációt a talajban 50 mg/kg koncentráció fölött csökkenti. KNAUTH és MASCHE [14] a tenzid tartalmú öntözővíz hatását vizsgálta a cellulózbontó talajmikroorganizmusok aktivitására. Megfigyeléseik szerint a tenzid kémiai szerkezetétől és mennyiségétől függően stimulációt, ill. inhibíciót okozott a cellulózbontó talajmikrobák aktivitásában.

Az Evagro program [6] során végzett hazai talajbakteriológiai vizsgálatok eredménye szerint a vizsgált talajok baktériumszámát az Evagro talajkondicionáló tenzid készítmények nem csökkentették. STARKAS et al. [23] homokoszlopra vitt *Serratia marcescens* tenyészetét és annak szaporodását, életképességét az anionos tenzid készítmények nem befolyásolták károsan. VETTRILE [32] véleménye, hogy homokoszlopban az anionos tenzid készítmény a bélbaktériumok szaporodását fokozta, morfológiai és biokémiai tulajdonságait, vitalitását nem változtatta meg. Mindkét szerző hangsúlyozza, hogy a tenzidek homokoszlopban csökkentik a baktériumok adszorpcióját. MOZSAJEV [18] közli, hogy 10 mg/l alkilbenzolszulfonátos kezelés nem segíti elő a bél-

baktériumok talajon keresztüli áthaladását. KEMPF és CARLSON [12] különböző talajtöltettel ellátott átfolyási liziméterekkel folytatott vizsgálatai alapján megállapította, hogy az oszlopra vitt tenzidek a liziméter 50 cm mélységéig, a kontroll liziméterekhez viszonyítva, a baktériumok nagyobb mértékű szaporodását idézték elő.

SUJBERT és CSATAI [26] természetes mikroflórájú homokoszlop kísérletben azt észlelték, hogy 0,1 mg/l Präwozell W-ON 100 valamint a Szulfaril 50 és az Elfan OS 46 0,1–10,0 mg/l koncentrációjú oldatai stimulálják a talajbaktériumok szaporodását. De a Präwozell W-ON 100 1,0–10,0 mg/l-es oldatai a 40 mg/l-es Szulfaril 50 oldat antibakteriális hatásának bizonyultak a talajbaktériumokra. 2 anionos és 1 nem ionos típusú mosó- és tisztogatószer hatóanyagként használt technikai minőségű készítményt vizsgáltunk, azzal a céllal, hogy megállapítsuk, hogy a tenzid készítmények kísérleti körülmények között milyen mértékű mennyiségi változást idéznek elő a természetes mikroflórájú vályog talajoszlop baktériumflórájában.

### Vizsgálati anyag és módszer

*Tenzidek és tenzid oldatok:* Szulfaril 50 (Egyesült Vegyiművek) alkil-benzol-szulfonát; Elfan OS 46 (Hoesch Chemie), alfa-olefin-szulfonát; Präwozell W-ON 100 (VEB Chemische Werke Buna); alkil-fenil-poliglikoléter. A tenzidek 10 g/l-es törzsoldataiból hígítással 0,1–1–10 mg/l-es töménységű steril desztillált vizes oldatokat állítottunk elő.

*Táptalajok:* a zselatin-, a húslé-agar- és a Holman-féle táptalajt a Módszertani útmutató [17], valamint a nitrifikáló baktériumok táptalaját FEHÉR [7] előírása szerint készítettük.

*Talajminta:* Budapest Fővárosi Vízművek Balpart-I telepén, a Duna parti sávjában létesített aknás kutak környezetéből, a gyeplatti 10–30 cm-es talajszintből bolygatott szerkezetű mintát vettünk steril körülmények betartása mellett.

*Talajoszlop:* 60 cm hosszú és 5 cm átmérőjű, vastagfalú, átlátszó üveghengerek egyik végét Nytrel XX szitászövettel zártuk. Az előkészített talajmintával — részletekben, az üvegeső enyhe döngölgetése közben — 50 cm-ig töltöttük. Állványba rögzítettük. Alját fémtölcsérhez és Erlenmayer lombikhoz illesztettük, alufóliával takartuk. Felső nyílását Petri csészével fedtük. A talajminta előkészítéséhez és a talajoszlop készítéséhez felhasznált anyagokat, eszközöket, edényeket, stb., előzetesen sterilizáltuk.

*A tenzid oldatok rávitele:* a vizes tenzid oldatok hígításaiból 21 napon keresztül naponként 200–200 ml-t két egyenlő részletben vittünk az oszlopra. Mindegyik koncentrációjú „tenzides” és mindegyik „deszt. vizes” oszlopból két-két párhuzamos oszlopot állítottunk be. A kísérlet kezdetén az első tenzid rávitel előtt és a kísérlet végén az utolsó tenzid rávitel után a talajminták előkészítését és bakteriológiai vizsgálatát a következők szerint végeztük:

*Talajszuszpenzió készítése:* 10,00 g homogén talajmintát és 100,0 ml deszt. vizet Erlenmayer lombikba mértünk. Rázógéppel 15 percig rázattuk. A talajszuszpenzióból fiz. konyhasóoldattal hígítási sort készítettünk.

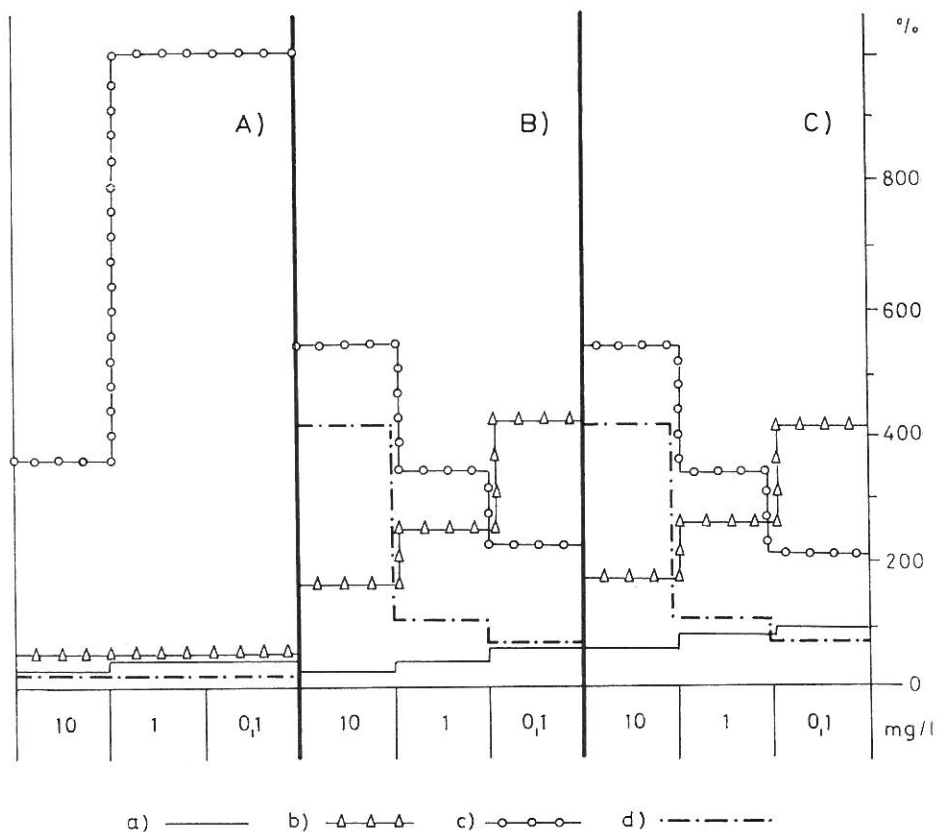
A 20 és 37 °C-os baktériumszám meghatározásához a talajszuszpenzió minden egyes hígítását 4–4 Petri csészébe mértük. 48 órai 20, ill. 37 °C-os inkubálás után a telepeket megszámláltuk.

1. táblázat

A talajminta mechanikai összetétele %-ban

(1) Mechanikai frakció mm-ben						(2) Fizikai	
1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	homok	agyag
4,2	23,8	31,0	9,2	14,5	17,3	59,0	31,0

*Anaerób baktériumszám meghatározása:* A talajszuszpenzió hígítási sorának minden egyes hígításából 1,0-1,0 ml-t 3-3 dextróz tartalmú Holman táptalajba oltottunk. Megolvasztott vazelinnal és vattadugóval zártuk. 37 °C-on 48 óráig inkubáltuk. Az anaerób baktériumok szaporodását gáz- és zavarosság képződés alapján észleltük.



1. ábra

A vályogtalaj baktériumszámának %-os változása a különböző koncentrációjú tenzid oldatok rávitele után. Tenzid oldatok: A) Prävozell W-ON 100; B) Szulfaril 50; C) Elfan OS 46. Baktériumok száma: a) Aeróbok 20 °C-on tenyésztve; b) Aeróbok 37 °C-on tenyésztve; c) Anaeróbok; d) Nitrifikálók

2. táblázat

## A talajminta néhány jellemzőjének mérési eredménye

(1) Térfogatsúly g/cm <sup>3</sup>	(2) Kapilláris vízemelés mm/óra	(3) Hidraulikus vezetőképesség cm/nap	pH (H <sub>2</sub> O)	C	N	C/N	(4) Humusz tartalom %
				%			
1,24	227	5,66	8,1	1,58	0,17	9,29	2,75

*Nitrifikáló baktériumszám meghatározása:* A talajszuszpenzió hígítási sorának minden egyes hígításából 1,0–1,0 ml-t 3–3 kémcsőbe pipettáztunk, amelyek mindegyikében egyenként 9,0 ml táptalaj volt. 20–25 °C-on inkubáltuk 3 hétig. Ezután FEHÉR [7] valamint JENEY és VÁCZI [11] könyvében leírt útmutatás szerint a tenyészeteket difenilamin-kénsavval nitrátra és GRIES-LLOSVAY reagenssel nitritre vizsgáltuk. A nitrifikáló baktériumok szaporodásának mértékéül azt a legnagyobb hígítást tekintettük, amelyben egyidejűleg a nitrit és a nitrát kimutatható volt.

A talajminta mechanikai összetételét, térfogatsúlyát, kapilláris vízemelését, nitrogén- és humusz tartalmát talajvizsgálati módszerkönyvek előiratai szerint mértük [5, 27, 28]. A hidraulikus vezetőképességet VÁRALLYAY [31] eljárása szerint csökkenő víznyomás módszerével határoztuk meg.

Az aerób baktériumszámot a telepszám számtani átlagának, a hígítás mértékének figyelembevételével 1 g eredeti talajminta bemérésre számítottuk. Az aerób- és nitrifikáló baktériumszámot a leolvasások adatai alapján LASKEN és LECHEVALEIR [16] szerint MPN-eljárás 3 cső módszerével határoztuk meg, majd 1 g eredeti talajminta bemérésre vonatkoztattuk.

A már korábban [25, 26] megjelent közleményeinkhez hasonlóan a tenzid hatást, a természetes baktériumpusztulást és a baktériumdeszorpiciót figyelembe vevő baktériumszám változást kifejező hányadosot ( $R_t$ ) számítottunk. Eszerint:  $R_t < 1,0$  baktériumszám csökkenést,  $R_t = 0$ , nulla változást és  $R_t > 1,0$  baktériumszám növekedést jelez.

## Vizsgálati eredmények

Az 1. és 2. táblázatban közölt adatok alapján az általunk tanulmányozott talaj vályogtalajnak minősíthető és a „kissé humuszos” és a „közepes” nitrogén tartalmú talajok közé sorolható.

A 3. táblázat Elfan OS 46 tenzidoldat esetében a baktériumszám változást jelző hányadosainak értékei az aerób 20 °C-os baktériumszámok enyhe csökkenését és az aerób 37 °C-os baktériumszámok enyhe növekedését mutatják. Az anaerób baktériumokra vonatkozó hányadosok növekszenek. A nitrifikáló baktériumok esetében 0,1–1,0 mg/l koncentrációktól enyhe baktériumszám csökkenést, illetve nulla változást figyelhetünk meg. 10 mg/l-es oldatok rávitelére pedig baktériumszám emelkedést okoz.

A baktériumszám változást jelző hányadosok értékei alapján az aerób fajok esetében a Szulfaril 50 koncentrációval arányosan csökken a baktériumszám. Az anaerób baktériumokra vonatkozó hányadosok Szulfaril 50 rávitel-

től baktériumszám emelkedést mutatnak. A nitrifikáló baktériumokra utaló viszonyszámok is számszerű növekedésre hívják fel a figyelmet Szulfaril 50 rávitel esetén.

A Präwozell W-ON 100 tenzid oldat rávitel után az aerób 20 és 37 °C-os baktériumszám csökkent. Az anaerób baktériumok nem inonos tenzid hatására szaporodnak. A maximális tenzid rávitel a baktériumoknál szaporodásgátlást okoz.

A vizsgálataink alapján kapott összefüggéseket az 1. ábra szemlélteti.

Az 1. ábrában az ordinátán a desztillált vizes kontroll oszlopok baktérium számához viszonyított %-os értékeket tüntettük fel a különböző tenzid oldatok rávitel után. Az abszcisszán pedig a vizsgált tenzideket és különböző koncentrációjukat ábrázoltuk. Az ábra lehetővé teszi, hogy a tenzidkezelés hatására bekövetkező változásokat szemügyre vehessük és az egyes tenzid hatására bekövetkező azonos és különböző tendenciákat szemléltessük. Az alkalmazott tenzidek mindhárom koncentrációban a koncentráció növekedésének arányában gátolták a 20 °C-os talajbaktériumok szaporodását. A gátlás emelkedő sorrendje: Elfan OS 46, Szulfaril 50 és Präwozell W-ON 100. A két anionos tenzid közül a Szulfaril 50 hatása valamivel erőteljesebb. A 37 °C-os baktériumok szaporodását az Elfan OS 46 és a Szulfaril 50 közel azonos mértékben, a koncentrációval fordított arányban befolyásolta, míg a Präwozell W-ON 100 a 37 °C-os baktériumok szaporodását gátolta. Az anaerób baktériumok szaporodását a két anionaktív vegyület a koncentrációval arányosan fokozta. Präwozell W-ON 100 0,1 és 1 mg/l rávitel hatására az anaerób baktériumok erőteljesebben szaporodtak, mint a két anionaktív tenzid rávitelére. A 10 mg/l koncentrációjú oldatok hatása mérsékeltbbnek bizonyult. A nitrifikáló baktériumok szaporodását a két anionaktív tenzid hasonló mértékben befolyásolja, de szaporodást csak a 10 mg/l-es oldat rávitel idézett elő. A Präwozell W-ON 100 a nitrifikáló baktériumok szaporodását gátolta.

### Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

Amint már a bevezetőben is utaltunk rá, a talaj és a talajvíz kontaminálódhat a tenzidekkel. A talajba és a talajvízbe bejutott tenzid és a talajbaktériumok egymással kölcsönhatásba lépnek. A kölcsönhatás eredményeként egyrészt a tenzid molekula egyik aliquot része változatlan, a másik aliquot része lebomlik, másrészt a baktériumok élettevékenységét a bomlatlan tenzid molekula és metabolitjai serkentik vagy gátolják. Következésképpen a vizsgálatok a talajkörnyezet öntisztulásának, termőképességének, valamint a talaj- és az ivóvíz minőségének változása szempontjából szükségesek.

Vizsgálati eredményeink értékelésében a tenzid hatást előidéző döntő és befolyásoló tényezőket vettünk figyelembe. A bakteriológiai hatást a tenzid molekula kémiai szerkezete és a tenzid molekula hatásának kitett baktériumfaj döntően meghatározza. Ezenkívül még több, a hatást befolyásoló tényezőt is figyelembe kell venni az eredmények értékelésében.

Így: a tenzid adagja és hatásának időtartama. A tenzid kémiai tisztasága: intermedier- és izomer-vegyületek előfordulása a készítményben. A tenzid metabolitjai, a készítmény adalékanyagai. A baktériumfajok pillanatnyi aránya a talajban a vizsgálatkor. A talajbakteriológiai vizsgálatoknál igen fontosnak kell tekintenünk az ökológiai tényezők befolyását is. FEHÉR [8], THIMANN

[29], BECK [3], PARKINSON, GRAY és WILLIAMS [19] valamint PRAMER és SCHMIDT [21] alapvető munkáikban behatóan foglalkoznak a talajkörnyezet és a talajbaktériumok élettevékenysége közötti összefüggésekkel. GONCSARUK et al. [10] a talajba került xenobiotikumok határértékeinek megállapításánál konkrét esetben is felhívja az ökológiai vizsgálatok jelentőségére a figyelmet. ALEXANDER [1] WILSON és MILES [34] pedig korszerű ismeretek alapján a talajbaktériumok egymás közötti kölcsönhatásaival is foglalkoznak.

A Szulfaril 50 kísérlet-sorozatban (1. ábra, 3. táblázat) az aerób 20 °C-os baktériumszám csökkent, a 37 °C-os pedig csökkenő irányzatú. Ezt a Szulfaril 50 technikai készítmény kémiai szerkezetével és a baktériumfajok biológiai tulajdonságaival értelmezzük. A Szulfaril 50 hatóanyaga ugyanis anionos típusú tenzid, benzolgyűrűjéhez C—C kötéssel egyenes alkil oldallánc kötődik. A talajoszlopban aktuálisan jelenlevő, bomlatlan tenzid koncentráció az aerób baktériumok szaporodását gátolja.

A Szulfaril 50 hatására az anaerób baktériumszám emelkedését észleltük. A magyarázatát abban látjuk, hogy a talajoszlopban fakultatív anaerób baktériumfajok is előfordulnak és a Szulfaril 50 metabolizáció folyamán keletkező széndioxid számukra tápanyagforrás, a sejtanyaguk felépítéséhez, szaporodásukhoz is hasznosítják. Ezenkívül az anaerób baktériumok szaporodását az aerób és az anaerób fajok közötti „commensalismus” is elősegítheti azáltal, hogy az aerób baktériumfajok az oxigént fogyasztják.

Azt, hogy a Szulfaril 50 ráviteltől — könnyen bomló szerves vegyülettől — a nitrifikáló baktériumok száma emelkedik, a következőképpen támasztjuk alá. BECK [3] utal arra, hogy laboratóriumi kísérletekben a könnyen bomló szerves vegyületek a heterotróf talajmikroorganizmusok szaporodását elősegítik, azok pedig a szerves vegyületek mineralizációjával stimulálják a nitrifikációt. WALKER [33], BECK [3], FRY [9], THIMANN [29] valamint ALEXANDER [1] idevonatkozó alapvető munkáikban ugyanezt erősítik meg szabadföldi szerves trágyázási kísérletek és természetes nitrifikációs folyamatok megfigyelése alapján. Továbbá SIERP és THELE [22] a szennyvízben és aktív iszapjában tenzidek hatására a nitrifikáció fokozódását tapasztalta.

Látszólag ellentmondásos, hogy az anaerób és a nitrifikáló baktériumok szaporodása a Szulfaril 50 ráviteltől egyidejűleg fokozódik. Ennek feloldására és megfigyelésünk igazolására szolgáljanak a következők: közismert, hogy az obligát aerób és kemolitotróf nitrifikáló baktériumok testük felépítéséhez szükséges szén szerves szénvegyületek oxidációjából, az életműködésükhöz szükséges energiát szerves nitrogén vegyületek oxidációjából nyerik. AMER és BARTHOLOMEW [1, 3] kísérletileg igazolták, hogy a nitrifikálók szubsztrát-oxidációja az oxigén koncentráció csökkenése esetén is végbemegy a talajban. Továbbá a mikroorganizmusok egymás közötti kölcsönhatása ismeretében az is elfogadott tény, hogy az aerób és az anaerób mikrobiológiai folyamatok a talajban egymással párhuzamosan folynak, és csak az egyik faj „túlszaporodása” zárja ki a többi szaporodását. Ezen túl, az általunk kitenyésztett baktériumok között több fakultatív anaerób faj is előfordult, amely bizonyos oxigén koncentrációt zavartalanul elvisel.

Az Elfan OS 46 kísérletek során (3. táblázat, 1. ábra) a 20 °C-os aerób baktériumszám csökkent, amíg a 37 °C-os a koncentrációval fordított arányú, emelkedő tendenciát mutatott. Ennek az eredménynek az értékelésénél azt vettük figyelembe, hogy a talajban túlnyomórészt mezofil baktériumok vannak jelen. Ezeknek a szaporodását az Elfan OS 46 és a 37 °C tenyésztési hőmérsék-



3. táblázat

A talajminta baktériumszám változását kifejező hányadosok számértékei 1 g talajban, különböző koncentrációjú tenzid oldatok rávitele után

(1) Tenzid oldatok és koncentrációjuk mg/l	(2) Aeróbok		(3) Anaeróbok	(4) Nitrifikálók
	20 °C	37 °C		
a) <b>Elfan OS 46</b>				
0,1	0,94	4,15	2,17	0,66
1,0	0,76	2,48	3,50	1,00
10,0	0,64	1,65	5,37	4,07
b) <b>Szulfaril 50</b>				
0,1	0,62	1,00	2,54	6,25
1,0	0,29	1,00	2,54	5,00
10,0	0,15	0,39	12,07	6,25
c) <b>Präwozell W-ON 100</b>				
0,1	0,17	0,17	106,17	0,05
1,0	0,17	0,17	106,17	0,05
10,0	0,10	0,17	3,70	0,05

let serkenti, amíg a 20 °C-on tenyésztő baktériumokra sem az Elfan OS 46, sem az alacsonyabb tenyésztési hőmérséklet nem hat kedvezően.

Az Elfan OS 46 készítmény hatóanyaga 14–16 egyenes szénláncból álló alfa olefin szulfonát. A biodegradabilisnak tekintett Elfan OS 46 metabolizmusából származó széndioxid koncentráció emelkedése és az aerób fajok létfeltételeként szükséges oxigén koncentráció csökkenése miatt a mezofil- és a pszichrofil aerób fajok között mikrobiológiai kompetícióval is számolnunk kell. A mezofil- és a pszichrofil aerób fajok versengenek az oxigén igényük kielégítéséért. A talajbaktériumok – mint már említettük – túlnyomórészt mezofil baktériumok. A mezofil aerób baktérium fajok még 37 °C-on is tenzidek hatása alatt biztosítani tudják oxigén igényüket és szaporodásuk üteme gyorsabb. A pszichrofil aerób fajok pedig tenzidek hatása alatt oxigén igényüket nem tudják kielégíteni, szaporodásuk üteme lassúbb. Az anaerób és nitrifikáló baktériumok szaporodására gyakorolt Elfan OS 46 hatást hasonlóan értelmezzük, mint a Szulfaril 50 esetében.

A Präwozell W-ON 100 hatására valamennyi aerób baktériumfaj száma csökkent, amíg az anaerób fajok baktériumszáma emelkedett (3. táblázat, 1. ábra). Kísérleti eredményünket a következőképpen értékeljük. A Präwozell W-ON 100 alkil-fenil-poliglikoléter típusú nemionos tenzidet tartalmaz. Vagyis aromás gyűrűjéhez C–C kötéssel egyenes alkil szénlánc és C–O kötéssel poliglikoléter molekulalánc kapcsolódik. A Präwozell W-ON 100 tenzid hatóanyaga és a mikrobiológiai metabolizmusa folyamán keletkező etilén-glikol metabolit valamennyi aerób baktériumfaj szaporodását gátolja. Ez a tendencia maximális adagok rávitelétől már az aerób fajoknál is megfigyelhető.

Vizsgálataink eredménye alapján úgy látjuk, hogy a mikromennyiségű mosó- és tisztogatószer hatóanyagaként használt tenzidek hatására bekövetkező változások ismétlődnek és diszkrétnek.

A két anionaktív készítmény a 20 °C-on tenyésztett aerób baktériumok szaporodását gátolta. A 37 °C-on tenyésztett aerób baktériumok szaporodását

enyhén stimulálta. Az anaerób és a nitrifikáló baktériumok szaporodását mindkét anionos tenzid serkentette. A nem ionos készítmény valamennyi aerób baktériumfajra antibakteriális hatású volt. Az anaeróbok szaporodását serkentette, de a maximális adag rávitelére gátló hatású tendencia mutatkozott.

### Összefoglalás

Két anionos (Szulfaril 50, Elfan OS 46) és egy nem ionos (Prävozell W-ON 100) mosó- és tisztogatószer hatóanyagként [(1) alkil-benzol-szulfonát; (2) alfa-olefin-szulfonát; (3) alkil-fenil-poli-glikoléter] felhasznált technikai minőségű készítmények hatását tanulmányoztuk kissé humuszos, közepes N-tartalmú vályogtalaj aerób, anaerób, valamint nitrifikáló mikroflórájának mennyiségi változására talajoszlopban. Megállapítottuk, hogy a két anionaktív készítmény a 20 °C-on tenyésztett aerób baktériumok szaporodását gátolta. A 37 °C-on tenyésztett aerób baktériumok szaporodását stimulálta. Az anaerób és a nitrifikáló baktériumok szaporodását mindkét anionos készítmény serkentette. A nem ionos tenzid valamennyi aerób baktériumfajra antibakteriális hatású volt. Az anaeróbok szaporodását serkentette, de a maximális adag rávitelére gátló hatású tendencia mutatkozott. A fenti hatások ismétlődtek és diszkréték voltak.

### Irodalom

- [1] ALEXANDER, M.: Introduction to Soil Microbiology. 2nd ed. John Wiley et Sons. New York. 1977.
- [2] BAHR, H. & ZIMMERMANN, W.: Die Wanderung von Detergentien im Boden. Arch. Hyg. 149. (7/8) 621—626. 1965.
- [3] BECK, T.: Mikrobiologie des Bodens. Bayerischer Landwirtschafts Verlag. München. 1968.
- [4] CAIRNS, R. R.: Effects of surfactants applied to samples of solonetz soil on water penetration and plant growth. Canad. J. Soil Sci. 52. 267—269. 1972.
- [5] DARAB K. & FERENCZ K.: Öntözött területek talajtérfépezése. OMMI Genetikus talajtérfépek. Ser. 1. No 10. Budapest. 1969.
- [6] Egyesült Vegyiművek jelentése az 1974. évben végzett talajkondicionáló szerekre vonatkozó munkáról. Kézirat.
- [7] FEHÉR D.: Talajbiológiai módszerek. In: Talajvizsgálati Módszerkönyv. Ed.: BALLENEGGER, R. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1953.
- [8] FEHÉR D.: Talajbiológia. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1954.
- [9] FRY, B. A.: The Nitrogen Metabolism of Microorganisms. Methuen. London. 1955.
- [10] GONCSARUK et al.: K obosznovaniju metodiki izucsenija dejsztvija himicesezkih veszesesztv na pocsvennuju mikrofloru. Gig. i Szan. 55. (1) 59—62. 1976.
- [11] JENEY E. & VÁCZI L.: Alkalmazott bakteriológia és elméleti alapjai. Medicina. Budapest. 1966.
- [12] KEMPF, T. & CARLSON, S.: Chemische und mikrobiologische Abbauvorgänge bei der Bodenpassage anionischer Detergentien in Durchlauflysimeter. Z. Kulturtechn. u. Flurbereinigung. 9. 209—226. 1968.
- [13] KNAUTH, H.: Möglichkeiten der Reinigung detergentienhaltiger Abwässer durch natürlich-biologische Verfahren. Fortschr. Wasserchemie. 2. (3) 51—59. 1965.
- [14] KNAUTH, H. & MASCHE, H.: Der Einfluss von Detergentien im Bewässerungswasser auf die zellulolytische Abbauaktivität. von Bodenmikroben. Wiss. Z. Techn. Univers. Dresden. 16. 135—137. 1967.
- [15] KNAUTH, H. & MASCHE, H.: Synthetische Wasch- und Reinigungsmittel im Bewässerungswasser und ihre Wirkung auf den Pflanzenertrag. Z. Landeskultur. 9. 121—136. 1968.
- [16] LASKEN, A. J. & LECHEVALEIR, H. A.: Handbook of Microbiology. Vol. I. Chemical Rubber, Cleveland. 1973.



- [17] Módszertani útmutató. (A közegészségügyi-járványügyi állomások bakteriológiai laboratóriumainak egységesített módszerei). OKI háziyomda. Budapest. 1969.
- [18] MOZSAEV, E. A.: Zagrjaznenie vodojornov poverhnosztino — aktivnūmi vesz-esesztvami. Medicina. Moszkva. 1976.
- [19] PARKINSON, D., GRAY, T. R. G. & WILLIAMS, S. T.: Methods for Studying the Ecology of Soil Microorganisms. Blackwell. Oxford—Edinburgh. 1971.
- [20] PITTER, P. & TSCHUTA, J.: Charakteristik der biologischen, technischen und sanitären Bedingungen, die eine Anwendung von Detergentien erfordern. Manuskript des Diskussionsvortrages. Symposium Detergentien in Abwässern. Karl-Marx Stadt. 23—25. Nov. 1965.
- [21] PRAMER, D. & SCHMIDT, E. L.: Experimental Soil Microbiology. Burgess. Minneapolis. 1965.
- [22] SIERP, F. & THIELE, H.: Der Einfluss von grenzflächenaktiven Substanzen auf die Abwasserreinigung und auf die Selbstreinigung der Flüsse. Vom Wasser. **21**. 197—246. 1954.
- [23] STARKASZ et al.: Vlijanie szinteticeszkil detergentov na glubinu proniknovenija bakterij pri filtraciji vodi eserez poesvu. Gig. i Szan. **46**. (1) 105—106. 1967.
- [24] STRÖHL, G. W.: Über einen Fall weitreichender Grundwasserverunreinigung durch Pestizide und Detergentien. Gesundh. Ingenieur. **87**. 108—114. 1966.
- [25] SUJBERT L. & CSATAI L.: Tenzidek hatásának kísérletes vizsgálata az E. coli csírá-számának változására homokoszlop kísérletben. Budapesti Közegészségügy. **9**. (3) 87—89. 1977.
- [26] SUJBERT, L. & CSATAI, L.: Tenzidek hatásának kísérletes vizsgálata természetes mikroflórájú homokoszlopon. Budapesti Közegészségügy. **10**. (2) 41—45. 1978.
- [27] Talajtani és agrokémiai vizsgálati módszerek. Szabadság Kiadó. Debrecen. 1970.
- [28] Talaj és trágyavizsgálati módszerek. Eds.: BALLENEGGER, R. & DI GLERIA, J. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1962.
- [29] THIMANN, K. V.: Das Leben der Bakterien. VEB Gustav Fischer. Jena. 1964.
- [30] VALORAS, N., LETEY, J. & OSBORN, J. F.: Adsorption on nonionic surfactants by soil materials. Soil Science Society of America Proceedings. **33**. 345—348. 1969.
- [31] VÁRALLYAY, Gy.: A Magyar Alföld szikes talajainak hidraulikus vezetőképessége. Agrokémia és Talajtan, **21**. 57—88. 1972.
- [32] VETRILE, L. A.: Ekszperimentalnūe iszledovanija k gigieniceszknoj ocenke metoda iszkusztvennogo popalnenija zapaszov podzemnūh vod. Gig. i Szan. **51**. (10) 14—18. 1972.
- [33] WALKER, N.: Soil Microbiology. Butterworths. London—Boston. 1975.
- [34] WILSON, G. S. & MILES, A.: Principles of Bacteriology, Virology and Immunity. Vol. II. Butler et Tanner. Frome and London. 1975.

Érkezett: 1980. február 12.

## Change of Bacterial Number in a Loam Column with Natural Microflora on the Effect of Tenzides

L. SUJBERT and L. CSATAI

Institute of Hygiene and Epidemiology, Semmelweis University of Medicine, Budapest and Institute for Public Health and Epidemiology of the City of Budapest (Hungary)

### Summary

The effect of active ingredient (1. alkyl-benzol-sulphonate; 2. alpha-olephine-sulphonate; 3. alkyl-phenyl polyglykollaether.) of two anionic (Sulfaryl 50 and Elfan OS 46), one non ionic (Präwozell W-ÖN 100) technical detergents were studied, on qualitative changes of bacterial flora. 200,0—200,0 ml of 0,1—1,0—10,0 ml concentration tenzid solutions were added to 50 cm long and 5 cm diameter soil column. The period of the investigation was 21 days.

Among the ecological factors influencing the activity of the soil bacteria the mechanical composition, the volume weight, the water capillarity, hydraulic conductivity, the pH of water extract as well as the humus and nitrogen content and C : N ratio were calculated from humus and nitrogen content.

The effect of tenzides on the number aerobic and anaerobic bacteria and nitrifiers were determined at 20 °C and 37 °C. The change of bacterial number was evaluated with  $R_t$  quotients. The results are summarized in 3 tables and 1 figure. The soil microbiological changes on the effect of tenzides were repeated and „discrete” in the „little humic”, the „medium” nitrogen containing „light medium” loam soil column. The two anionactive preparations slightly inhibited the multiplication of aerobic bacteria incubated at 20 °C but the aerobes incubated at 37 °C were stimulated. The anaerobes and nitrifiers were stimulated by both anionic preparations. The non ionic tenzide was bactericidal to all the aerobic forms. It was stimulative to the anaerobic bacteria but in its maximal doses inhibitory effect was observed.

*Table 1.* Mechanical composition of soil sample in %. (1) Mechanical fraction in mm. (2) Sand and clay.

*Table 2.* Measuring data of a few characteristics of the soil sample. (1) Volume weight  $g/cm^3$ . (2) Capillary water capacity mm/hours. (3) Hydraulic water conductivity  $cm/day$ . (4) Humus content %.

*Table 3.* Values of quotients expressing the changes of bacterium number of soil sample in 1 g soil after adding different concentrations of tenzide solutions. (1) Tenzide solution and concentrations  $mg/l$ : a) Elfan OS 46.; b) Sulpharyl 50.; c) Präwozell W-ON 100; (2) Aerobes at 20 and 37 °C. (3) Anaerobes at 20 and 37 °C.

*Fig. 1.* Change of bacterium number of loam soil after adding different concentrations of tenzide solutions (3). Tenzide solutions: A) Präwozell W-ON 100. B) Sulpharyl 50. C) Elfan OS 46. Bacterial number: a) aerobes at 20 °C incubation; b) aerobes at 37 °C incubation. c) anaerobes. d) nitrifiers.

## Bakterienzähländerung in einer Lehmbodensäule mit natürlicher Mikroflora unter dem Einfluss von Tensiden

L. SUJBERT und L. CSATAI

Institut für Hygiene und Epidemiologie, Semmelweis Medizinische Universität, Budapest und Station für Hygiene und Epidemiekontrolle, Abteilung für Siedlungshygiene, Budapest

### Zusammenfassung

Es wurde die Wirkung von Präparaten von technischer Qualität, und zwar von Alkyl-benzol-sulfonat (1), Alfa-olefin-sulfonat (2) und Alkyl-phenyl-polyglycoether (3), welche als Wirkstoffe von 2 anionischen (Sulfaryl 50, Elfan OS 46) und einem nicht-ionischen (Präwozell W-ON 100) Wasch- und Reinigungsmittel dienen, untersucht. Täglich wurde aus den wässrigen Tensidlösungen von 0,1–1,0–10,0  $mg/l$  Konzentration eine Menge von je 200 ml auf Bodensäulen von 50 cm Länge und 5 cm  $\varnothing$  aufgeschüttet. Die Versuchsdauer betrug 21 Tage.

Im Laufe der Untersuchungen wurden von den mit der Lebenstätigkeit der Bodenbakterien zusammenhängenden ökologischen Kennwerten die Körnung, die Volumendichte, die kapillare Wasserhebung, die hydraulische Leitfähigkeit, der Humus- und N-Gehalt des Bodens, sowie der pH-Wert des Wasserauszugs kontrolliert. Der C-Gehalt und das C/N-Verhältnis des Bodens wurden aus den Humus- und N-Mengen berechnet.

Die Änderung in der Zahl der aeroben, anaeroben und nitrifizierenden Bakterien auf Einwirkung von Tensiden wurde bei 20 und 37 °C bestimmt. Die Änderung der Bakterienzahl wurde mittels Berechnung des  $R_t$ -Quotienten bewertet.

Die Untersuchungsergebnisse sind in 3 Tabellen und 1 Abbildung mitgeteilt. Demzufolge wiederholen sich die diskreten bodenbiologischen Veränderungen die infolge der als Wasch- und Reinigungsmittel verwendeten Tenside bei der Lehmbodensäule „mit wenig Humus”, „mittlerem N-Gehalt” und „leicht bis mittelmässiger Körnung” auftreten. Die beiden anionen-aktiven Präparate haben die Vermehrung der bei 20 °C gezüchteten aeroben Bakterien leicht gehemmt. Die Vermehrung der bei 37 °C gezüchteten aeroben Bakterien wurde gefördert. Beide anionischen Präparate haben die Vermehrung

der anaeroben und nitrifizierenden Bakterien beschleunigt. Das nicht-ionische Tensid hat auf alle aeroben Bakteriumarten antibakterial gewirkt. Die Vermehrung der anaeroben Bakterien wurde stimuliert, aber die maximalen Gaben zeigten eine hemmende Tendenz.

*Tab. 1.* Körnung der Bodenprobe (in %). (1) Körnungsfraktion, in mm. (2) Physikalischer Sand und Ton.

*Tab. 2.* Einige Kennwerte der Bodenprobe. (1) Volumendichte,  $g/cm^3$ . (2) Kapillare Wasserhebung, mm/Stunde. (3) Hydraulische Leitfähigkeit, cm/Tag. (4) Humusgehalt, %.

*Tab. 3.* Zahlenwerte der Quotienten, die die Veränderung der Bakterienzahl der Bodenprobe ausdrücken, in 1 g Boden, nach Auftragen von Tensidlösungen verschiedener Konzentration. (1) Tensidlösungen und deren Konzentration, mg/l: a) Elfan OS 46; b) Sulfaril 50; c) Präwozell W-ON 100. (2) Aerobe bei 20 und 37 °C. (3) Anaerobe.

*Abb. 1.* Veränderung der Bakterienzahlen (in %) im Lehmboden, nach Auftragen von Tensidlösungen verschiedener Konzentration. Tensid-Lösungen: A) Präwozell W-ON 100; B) Sulfaril 50; C) Elfan OS 46. Anzahl der Bakterien: a) Aerobe bei 20 °C; b) Aerobe bei 37 °C; c) Anaerobe; d) Nitrifizierende.

## Изменение числа бактерий в суглинистой почве с природной микрофлорой под влиянием поверхностно-активных веществ

Л. ШУЙБЕРТ и Л. ЧАТАН

Институт гигиены и эпидемиологии Медицинского Университета им. Семелвейса и Отдел санитарии населенных пунктов Будапештской Санитарно-Эпидемиологической Станции, Будапешт

### Резюме

Изучали действие моющих и чистящих средств: Szulfaril 50 (алкил-бензол-сульфонат), Elfan, OS 46 (алфа-олефин-сульфонат), которые являются поверхностно-активными веществами и Präwozell W-ON 100 (алкил-фенил-полигликольэфира) технического качества. Ежедневно в почвенные колонки высотой 50 см, диаметром 5 см вносили 200,0 мл водного раствора поверхностно-активных веществ в концентрациях 0,1—1,0—10,0 мг/л. Продолжительность опыта была 21 день.

В ходе исследований, из экологических свойств, связанных с жизнедеятельностью почвенных микроорганизмов, определяли механический состав почвы, ее объемный вес, капиллярное поднятие воды, гидравлическую проводимость, pH водной вытяжки, содержание гумуса и азота. Содержание в почве углерода и соотношение углерода и азота рассчитали по содержанию гумуса и азота.

Для изучения влияния внесения поверхностно-активных веществ определяли содержание аэробных и нитрифицирующих бактерий при температурах 20 и 37 °C. Изменение числа бактерий характеризовали отношением  $R_t$ .

Полученные результаты представлены 3 таблицами и одним рисунком. Они показывают, что в слабо гумусированных, средне обеспеченных азотом, легких и средних суглинках, почвенно-биологические изменения, наступающие в результате действия микро доз, используемых в качестве моющих и чистящих средств, поверхностно-активных веществ незначительны и повторяющиеся. Два анионоактивных препарата при температуре 20 °C в некоторой степени тормозили размножение аэробных бактерий и стимулировали размножение этих бактерий при температуре 37 °C. В отношении размножения анаэробных и нитрифицирующих бактерий, оба указанных препарата оказывали стимулирующее действие. Не ионное поверхностно-активное вещество проявило антибактериальное действие на все виды аэробных бактерий. Стимулировало размножение анаэробов, но при максимальных дозах наблюдалось торможение.

*Табл. 1.* Механический состав почвенного образца в %. (1) Механические фракции в мм. (2) Физический песок и физическая глина.

*Табл. 2.* Некоторые свойства изученного почвенного образца. (1) Объемный вес  $g/cm^3$ . (2) Капиллярное поднятие воды в мм/час. (3) Гидравлическая проводимость см/день. (4) Содержание гумуса в %.

*Табл. 3.* Числовые значения отношения, показывающие изменение числа бактерий в одном грамме почвы после обработки поверхностно-активными веществами различной концентрации. (1) Растворы поверхностно-активных веществ и их концентрации в мг/л: а) Elfan OS 46; б) Szulfaril 50; в) Prävowzell W-ON 100. (2) Аэробы при температурах 20 и 37°C. (3) Анаэробы.

*Рис. 1.* Процентное изменение числа бактерий в суглинистой почве после обработки растворами поверхностно-активных веществ различной концентрации. Растворы поверхностно-активных веществ: А) Prävowzell W-ON 100; В) Szulfaril 50; С) Elfan OS 46. Число бактерий: а) Аэробы при температуре 20°C; б) Аэробы при температуре 37°C; в) Анаэробы; д) Нитрифицирующие бактерии.