

SZÉKFOGLALÓK A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIÁN

PÉTER MIHÁLY
NÉHÁNY GOMBA-
ÉS BAKTÉRIUMFAJ
VISELKEDÉSE A LÉTFELTÉTELEK
ALSÓ HATÁRÁN



Szerkesztő
GLATZ FERENC

Olvasószerkesztő
Pótó János

ISBN 963 508 216 9
ISSN 1419-8959

Kiadja
a Magyar Tudományos Akadémia, 2000
Felelős kiadó: Szabó B. István
Kiadói szerkesztő: Burucs Kornélia
Nyomdai előkészítés: MTA Történettudományi Intézete kiadványcsoportja
Tördelő: Csányi Attila
Nyomdai munkálatok: AKAPRINT Nyomdaipari Kft.
Felelős vezető: Freier László ügyvezető igazgató

Péter Mihály

az MTA külső tagja

Néhány gomba- és baktériumfaj viselkedése a létfeltételek alsó határán

Elhangzott 1999. február 16-án

A mikroorganizmusoknak kedvezőtlen életkörülmények között való túlélése és pusztulása – annak ellenére, hogy mind gyakorlati, mind elméleti szempontból jelentős kérdés – viszonylag kevésbé kutatott terület (16). E témakörhöz egy gyakorlati jellegű vizsgálat során jutottunk el.

A Román Tudományos Akadémia helyi fiókjának keretében többéves állami tervtémaként megyénk jelentősebb felszíni vizeinek szennyezettségét, valamint a szennyezés forrásait vizsgáltuk 21 jellemző alapján. A mi feladatunk a potenciálisan patogén gombák előfordulásának vizsgálata volt. Ennek során kimutattuk, hogy a fakultatív patogén gombák előfordulási aránya a vizsgált felszíni vizekben magas lehet. Ezek a városok, az élelmiszeripari létesítmények, valamint az állattenyésztő gazdaságok nem kellően tisztított szennyvízéből származnak (6). Felvetődött az a kérdés, hogy mennyi a gombák túlélési ideje a felszíni vizekben, mivel az minél hosszabb, annál távolabb jutnak el a szennyező forrástól.

E kérdés tisztázása céljából végzett vizsgálataink eredményei szerint e gombák kísérleti körülmények között, folyóvízben hosszú ideig életképesek maradnak. Így a *Candida albicans* átlagos (és leghosszabb) túlélési ideje 82 (240) nap, a *Geotrichum candidum* esetén 210 (578) nap, míg a *Rhodotorula rubra* törzsnél 353 (606) nap volt. A túlélés időtartama a fajtól, a hőmérséklettől és a víz minőségétől függ (7, 8). Ezek az eredmények arra készítettek, hogy a túlélés

lehetőségét még ennél mostohább körülmények között is megvizsgáljuk, nevezetesen desztillált vízben és élettani konyhasóoldatban.

Ugyancsak az előbbi megfigyelés képezte kiindulási pontját egy másik kísérletsorozatnak is. Az a tény, hogy egyes sarjadzó gombák közönséges folyóvízben tápanyag hiányában is hosszasan életképesek maradnak, a túlélés időtartama pedig többek között a vízben levő szennyező anyagoktól is függ, felvetette annak a lehetőségét, hogy potenciálisan toxikus anyagok vizsgálatához desztillált vízben tartott *Candida* törzset használjuk. E kísérleteket végezve találtunk rá Castellani-nak (2), Postgate-nak (13, 14), Strange-nek (15), Zarneának (16) és másoknak a mikroorganizmusok túlélésével kapcsolatos közleményeire (3, 5).

Jelen munkánkban azokat a kísérleteket mutatjuk be, melyekben 8 gomba- és 13 baktériumtörzs desztillált vízben és élettani konyhasóoldatban mutatott viselkedését tanulmányoztuk párhuzamosan, valamint ismertetjük egy citotoxicitási meghatározással kapcsolatos vizsgálatunkat.

Anyag és módszer

I. Gombatorzsek túlélése tápanyagmentes közegben

Vizsgálatainkhoz kóros anyagból frissen izolált és a szokványos módszerekkel azonosított gombatorzseket használtunk: *Candida* (*C.*) *albicans* 414, *C. albicans* 631, *C. albicans* 649, *C. krusei* 581, *Geotrichum* (*G.*) *candidum* 421, *G. candidum* 1026, *Rhodotorula* (*R.*) *rubra* 401, *R. rubra* 1021.

Kísérleteinket bidesztillált vízben (BDV) és élettani konyhasóoldatban (ÉKO) végeztük. A BDV-t zárt üvegerendezésben állítottuk elő, pH-értéke 5,75–6,10 között változott, elektromos vezetőképessége 145 $\mu\text{S}/\text{cm}$ volt. Az ÉKO BDV-ből készült (0,85%), pH-értéke 6,50, elektromos vezetőképessége 190 mS/cm volt. Használat előtt mindkettőt autoklávban sterilizáltuk. A BDV pH-ingadozása sok gondot okozott.

Minden törzset ismert mennyiségben (Braun-skála 1. cső, 0,1 ml), 3–3 10 ml BDV-t tartalmazó, dugóval ellátott steril kémcsőbe mértünk be, majd 4 °C, 18 °C és 25 °C-on tároltuk. Párhuzamosan a vizsgált törzseket 1–1, ÉKO-t tartalmazó kémcsőbe is beoltottuk. E csöveket csak 25 °C-on tartottuk. Az indukáláskor, majd azután naponta, később pedig hetente kalibrált kaccsal (0,001 ml) minden kémcsőből Sabouraud-táptalaj felszínére kioltást végeztünk. A BDV-ből összesen 1509, míg az ÉKO-ból 132 alkalommal. Ennek alapján meghatároztuk a túlélő gombasejtek CFU-milliliterenkénti számát, majd ezen értékeket koordináta-rendszerbe ábrázolva, megkaptuk minden törzsnek a túlélési görbéjét, összesen 40-et. Azt az élő sejt mennyiséget, amivel a kísérle-

tet beindítottuk, „kezdő” értéknek neveztük, és 100%-nak tekintettük, míg az első nap utáni meghatározásnál nyert csíraszámot „18 órai” értéknek neveztük. Az összes többi meghatározás eredményét e két értékhez viszonyítottuk. A kísérleteket kétszer megismételtük.

Meghatározott időközökben minden kémcsőből Gram, Giemsa és Burri szerint festett keneteket készítettünk, és nyomon követtük a gombatorzsek szénhidrát-fermentáló, illetve szénhidrát- és nitrát-asszimiláló képességét. A *C. albicans* törzsek esetében 3-3 alkalommal nyulakon patogenitási próbát is végeztünk intravénás oltás útján. A veseszöveteket Hotchkiss-McManus- és szöveti Gram-festés után vizsgáltuk.

Az e fejezetben alkalmazott módszerek részletes leírása két előző dolgozatunkban található meg (9, 10).

II. Egyszerű módszer az általános citotoxicitás in vitro vizsgálatára

A screening típusú eljárást az *in vivo* módszerek kiegészítésére vagy azok alternatíváiként lehetne alkalmazni. Lényege az, hogy a vizsgálandó anyagot BDV-ben összehozzuk egy ismert számú élő sejtet tartalmazó C törzs szuszpenziójával, majd naponta követjük a túlélő sejtek számának változását. Az eredményt a kiindulási sejtszámhoz viszonyítva százalékban fejezzük ki túlélési görbék formájában, a kontrollgörbéhez hasonlítva. A túlélő sejtek száma fordítottan arányos a vizsgálati anyag toxicitásával. A módszer részletes leírását egy előző dolgozatunk (12) tartalmazza.

III. Baktériumtörzsek túlélése tápanyagmentes közegben

Miután néhány potenciálisan patogén gombatorzs desztillált vízben való viselkedését tanulmányoztuk, vizsgálatainkat e vonatkozásban baktériumokkal folytattuk. E célra a következő törzseket használtuk: *Staphylococcus* (*S.*) *aureus* ATCC 6538, *Micrococcus* (*M.*) *luteus* ATCC 9431, *Bacillus* (*B.*) *subtilis* ATCC 2589, *Escherichia* (*E.*) *coli* ATCC 9637, *E. coli* ATCC 25922, *E. coli* D. H. 1, *Shigella* (*S.*) *dysenteriae* Type 2, 20004, *S. dysenteriae* Type 3, 20007, *S. flexneri*, *Salmonella B* csoport, *Salmonella C* csoport, *Yersinia* (*Y.*) *enterocolitica* O₃, *Vibrio* (*V.*) *parahaemolyticus* Sakazaki.

Minden vizsgált törzs számára 5-5 ml-t tettünk BDV-ből és ÉKO-ból egy-egy steril vattadugóval ellátott kémcsőbe. Ezekhez a baktériumok 18 órás lemezagar-tenyészetéből a Braun-skála szerinti sűrűségű, BDV-ben készített szuszpenzióból annyit adtunk, hogy a végső koncentráció csövenként 6×10^6 , 3×10^7 és 3×10^8 csíra/ml legyen. A beoltott kémcsöveket 37 °C-on inkubáltuk,

majd a csíraszám-meghatározás céljából kalibrált kaccsal lemezagarra naponta kioltást végeztünk. Az eredményeket túlélési görbék formájában tüntettük fel. A vizsgálatokat többször is megismételtük (11).

Eredmények és megbeszélés

I. A vizsgált gombatörzsek átlagos és maximális túlélési idejét egy *E. coli* törzssel összehasonlítva az 1. táblázatban tüntettük fel.

1. táblázat

Különböző gombatörzsek túlélése bidesztillált vízben és élettani konyhasóoldatban

A vizsgált mikroorganizmusok megnevezése	A túlélő napok száma adott hőmérsékleten								BDV átlaga
	4 °C		18 °C		25 °C		25 °C		
	BDV		BDV		BDV		ÉKO		
	\bar{x}	M	\bar{x}	M	\bar{x}	M	\bar{x}	M	
<i>Candida albicans</i>	67	102	793	1138	570	1005	7	9	476
<i>Candida crusei</i>	222	354	607	1138	404	746	131	133	411
<i>Geotrichum candidum</i>	86	98	146	219	149	158	100	126	127
<i>Rhodotorula rubra</i>	73	133	199	226	145	168	64	119	139
<i>Escherichia coli</i>	9	11	5	8	4	6	7	8	6
Középértékek	91	139	350	545	254	416	61	79	–

BDV – bidesztillált víz

ÉKO – élettani konyhasóoldat

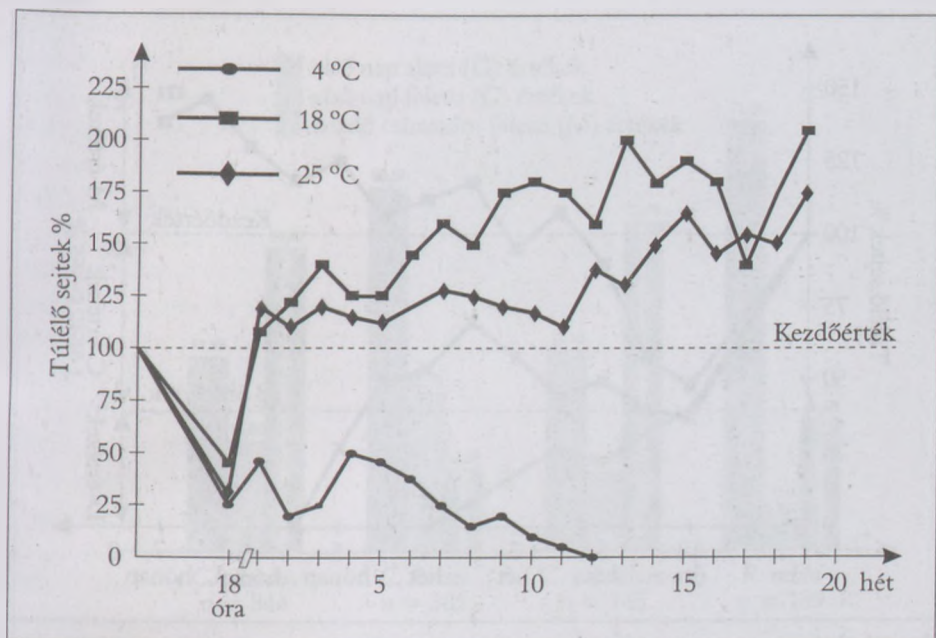
X – túlélő napok középértéke

M – maximum

Az 1. táblázat adataiból kitűnik, hogy a túlélés idejének hossza a hőmérséklettől és a gombatörzs rendszertani helyétől függ. Az is észlelhető, hogy az ÉKO-ban általában rövidebb a perzisztencia időtartama. Megfigyeltük, hogy a túlélés hosszát illetően nemcsak a nemek és a fajok között lehet különbség, hanem ugyanazon fajon belül is.

A továbbiakban arra kerestünk feleletet, hogy a vizsgált gombatörzsek szaporodnak-e az éheztesítés folyamán. E kérdésre könnyen kaphattunk feleletet, hiszen a kísérletek során először naponta, majd hetente végeztünk csíraszám-meghatározást, és ezek eredményeiből minden törzs számára túlélési görbét szerkesztettünk. Az 1. ábra a 649-es *C. albicans* törzs túlélési görbéjének első öt hónapját tünteti fel a három tenyésztési hőmérsékleten.

A bemutatott görbék lefutásából jól látszik a hőmérséklet döntő szerepe a túlélés időtartamára. A várakozással ellentétben 4 °C-nál maradt legrövidebb ideig élve a sarjadzó gomba. 18 °C-on és 25 °C-on a kezdeti csökkenés után a csíraszám végig a kezdőérték felett volt, tehát a szaporodás jelét mutatta.



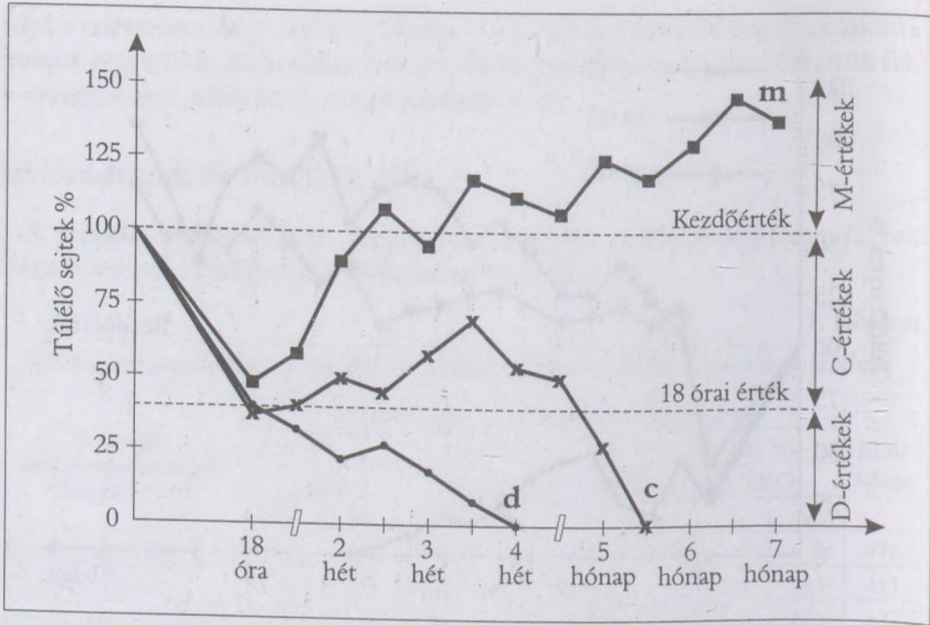
1. ábra. A *Candida albicans* 649-es törzsének túlélési görbéi, három különböző hőfokon, az első öt hónap folyamán

A negyven túlélési görbét elemezve megállapíthatjuk, hogy az élő sejtek száma 35 esetben az első kísérleti nap végére, 3 esetben a második nap végére, összesen tehát az esetek 95%-ában csökkent. A csökkenés aránya a kezdőértékek 20–96%-a volt. Ezt a jelenséget „alkalmazkodási veszteségnek” neveztük. A görbék teljes lefutását értékelve, azokat 3 alaptípusba soroltuk (2. ábra).

– 12 esetben (30%) a csökkenő irány az autosterilizációig folytatódott, ami átlagban 39 nap alatt következett be. Ezt a típusú görbét „d”-vel (*decreSCO*) jelöltük.

– 7 görbénél (17,5%) az alkalmazkodási veszteség után egy átlagosan hét napig tartó „latenciaidő” következett, azt követően csökkenő irányát megtartva, kisebb-nagyobb emelkedést mutatott, anélkül azonban, hogy a kezdőértéket elérte volna. Az autosterilizáció átlag 142 nap múlva állt be. Az ilyen görbéket „c”-vel (*creSCO*) jelöltük.

– A maradék 21 esetben (52,5%) a szokványos kezdeti szakasz után egy kifejezett növekvő irány jelentkezett, ami minden esetben meghaladta a 100%-ot, vagyis a kezdőértéket. Az önsterilizáció átlagban 434 nap után következett be. Ezt határozottan szaporodásnak tekintettük, és a görbét „m”-mel (*multiplICO*) jelöltük.



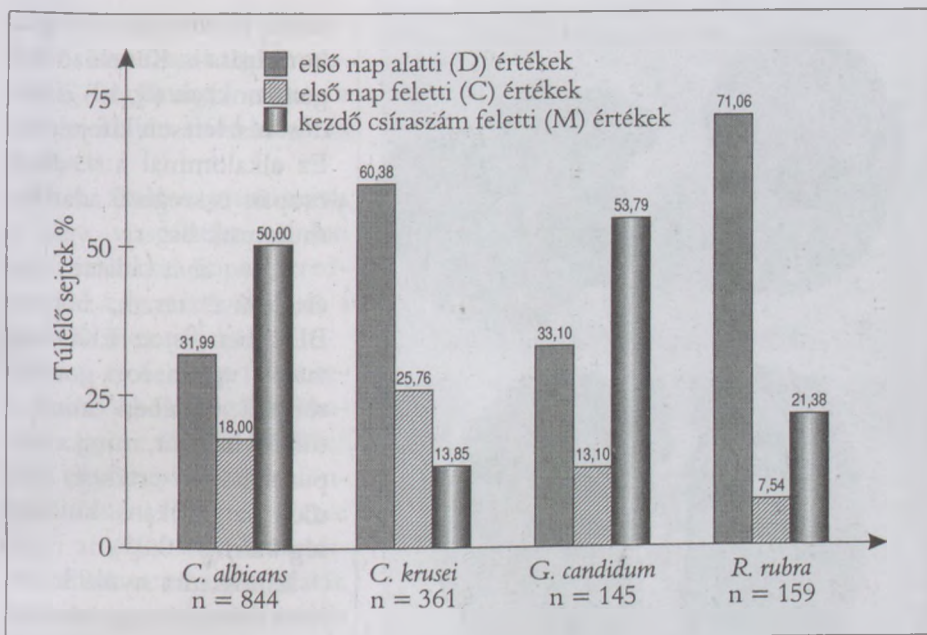
2. ábra. A túlélési görbék három fő típusa:
d = nincs szaporodás, *c* = enyhe szaporodás, *m* = kifejezett szaporodás észlelhető

A „d” típusú görbe a BDV-s csöveknél 20%-ban, az ÉKO-t tartalmazók esetén 60%-ban volt észlelhető. A biztos szaporodást jelentő „m” típusú görbe a BDV-s csöveknél 60%-ban, a ÉKO-t tartalmazóknál 30%-ban jelentkezett. A biztos szaporodást mutató 21 cső közül 3 (14,28%) 4 °C-on, 6 (28,57%) 18 °C-on és 12 kémcső (57,14%) 25 °C-on volt tárolva.

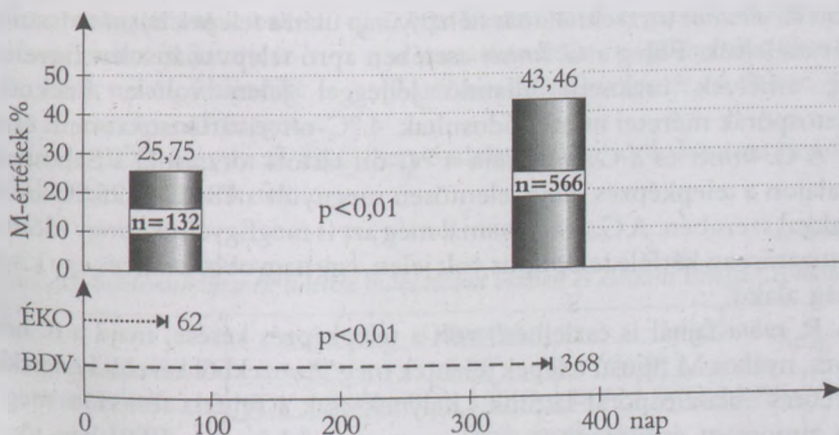
A továbbiakban a vizsgált gombák BDV-ben való szaporodásának bizonyítására adatainkat újabb szempont szerint is bemutatjuk. Már az 1. és 2. ábrából kitűnnek a szaporodás jelei. Az M-értékek, vagyis a kezdőértékek feletti a szaporodásra utalnak. A túlélési kísérletek folyamán a BDV-ben tartott törzsek esetében 1509 élőcsíraszám-meghatározást (CFU) végeztünk. A D-, C- és M-értékek gombafajonkénti megoszlását a 3. ábra tartalmazza.

A 3. ábra adataiból kitűnik, hogy mind a négy gombafajnál különböző intenzitású (13,85%–53,79%) szaporodás volt észlelhető. Szembeötlő a két C. faj közötti különbség.

A következőkben arra mutatunk rá, hogy a vizsgált gombák különbözőképpen viselkedtek BDV-ben, illetve ÉKO-ban. Már az 1. táblázat adatai alapján megállapítható volt, hogy túlélési idejük különbözik. Ez vonatkozik az M-ér-



3. ábra. A túlélési kísérletek során végzett 1509 csíraszám-meghatározás értékeinek (C, D, M) megoszlása a négy vizsgált gombafaj esetében bidesztillált vízben



4. ábra. Az M-értékek %-a és a túlélési napok számának átlaga négy gombatörzs esetében, bidesztillált vízben (BDV) és élettani konyhasóoldatban (ÉKO) 25 °C-nál



1. kép. Mikroabscessusok nyúl vesekérgében

tékek előfordulásának gyakoriságára is. Két előző dolgozatunkban (9, 10) e kérdést részletesen kifejtettük. Ez alkalommal a 4. ábrán csupán összegező adatokat mutatunk be.

A 4. ábra adatai egyértelművé teszik, hogy a BDV-ben és az ÉKO-ban tartott ugyanazon gombatörzsek esetében mind a túlélés hosszát, mind a szaporodást (M-értékek) illetően szignifikáns különbség van ($p < 0,01$).

E hosszúra nyúló kísérletek folyamán a gombatörzsek morfológiai, tenyésztési és patogenitási sajátosságaival kapcsolatban is tettünk megfigyeléseket.

A BDV-ben 25 °C-on tartott *C. albicans* törzseknél már néhány nap után a telepek barnás elszíneződését észleltük. Főleg a *C. krusei* esetében apró telepvariánsokat figyeltünk meg, amelyek csaknem állandó jelleggel jelen voltak. Ezeknél a blasztospórák méretei nem módosultak. 4 °C-on e variánsokat nem észleltük. A *C. krusei* és a *G. candidum* 4 °C-on tartott törzseinél a Sabouraud-táptalajon a telepképzés ideje jelentősen megnyúlt a 18 °C és 25 °C-on tartottakkal szemben. A *G. candidum*-nál még azt is megfigyeltük, hogy időnként párhuzamosan kétféle teleptípus volt jelen, egy nagyobb, kerek és egy kisebb, csillag alakú.

A *R. rubra* fajnál is észlelhető volt a telepképzés késése, majd a 6. héttől fényes, nyákos M típusú telepek jelentek meg. Az ezekből készült kenetekben sok „üres” blasztospórát láttunk, melynek csak a sejtfa-
la festődött meg.

A zimogram és auxonogram, a „germ tube”-képzés a BDV-ben történt eltartás folyamán nem változott.

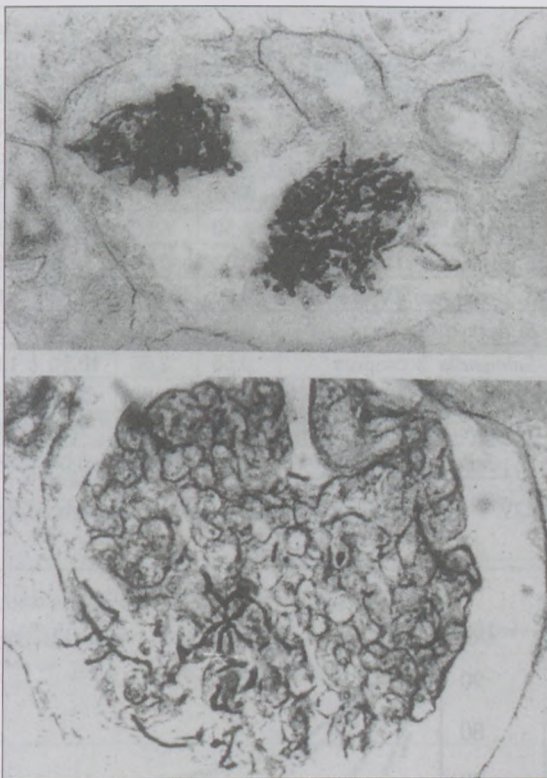
A három *C. albicans* törzssel nyúlkísérletekben végzett patogenitási próbák-
ból kiderült, hogy az 1096 napig BDV-ben tartott törzsekkel beoltott nyulak

átlag 5-6 napon belül generalizált candidiasisban elpusztultak, ugyanúgy, mint a kísérlet elején (lásd az 1. és 2. képet).

II. Az általános citotoxicitás *in vitro* vizsgálatára ajánlott módszerünkkel kapott eredmények egy részét az 5. és a 6. ábrák mutatják be.

Az 5. és 6. ábrán feltüntetett adatokból megállapítható, hogy az eljárás lehetővé teszi egy vegyi anyag különböző töménységeinek, illetve vegyi anyagok kombinációinak citotoxicitási vizsgálatát. Az e módszerrel kapott eredményeket már több dolgozatban bemutatták (1, 4).

III. Négy potenciálisan patogén gombafajjal BDV-ben végzett túlélési kísérleteink után vizsgálatainkat baktériumtörzsekre is kiterjesztettük. Ezek nevéet, a használt három csíraszám sűrűségét, valamint a BDV-ben és az ÉKO-ban észlelt túlélési idők középarányosát a 2. táblázatban tüntettük fel.



2. kép. Blasztospórák és pszeudomicéliumok a vesecsatornákban és a glomerulusokban. Hotchkiss-McManus-festés, ob. 90, oc. 4

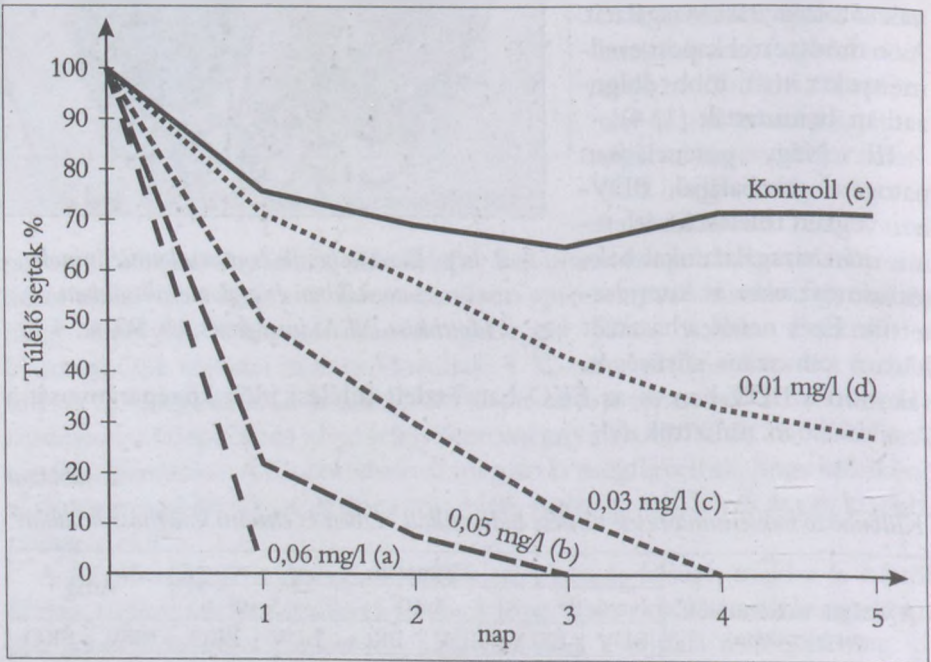
2. táblázat

Különböző baktériumtörzsek túlélése bidesztillált vízben és élettani konyhasóoldatban

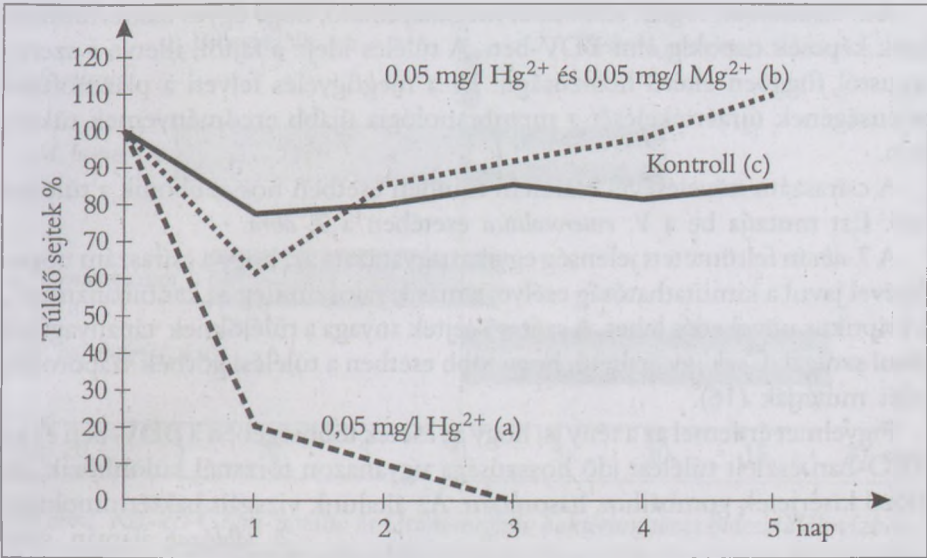
A vizsgált baktériumok megnevezése	Csíraszám						Átlag	
	6×10 ⁶		3×10 ⁷		3×10 ⁸			
	BDV	ÉKO	BDV	ÉKO	BDV	ÉKO	BDV	ÉKO
	Túlélt napok száma							
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	0,00	0,33	0,50	0,50	0,33	1,16	0,27	0,83
<i>M. luteus</i> ATCC 9341	1,66	1,66	2,00	1,50	41,33	28,50	14,99	10,55
<i>B. subtilis</i> ATCC 2589	51,00	51,00	51,00	51,00	51,00	51,00	51,00	51,00

A vizsgált baktériumok megnevezése	Csíraszám						Átlag	
	6×10 ⁶		3×10 ⁷		3×10 ⁸		BDV	ÉKO
	BDV	ÉKO	BDV	ÉKO	BDV	ÉKO		
Túlélő napok száma								
<i>E. coli</i> ATCC 9637	26,00	26,00	23,50	48,00	49,50	47,00	33,00	40,33
<i>E. coli</i> ATCC 25 922	5,00	1,50	2,50	2,00	43,00	44,00	16,83	15,83
<i>E. coli</i> D. H. 1	8,50	6,00	7,00	13,50	39,00	47,00	18,16	22,16
<i>S. dysenteriae</i> Type 2	0,33	0,33	1,00	0,50	2,00	3,50	1,11	1,44
<i>S. dysenteriae</i> Type 3	0,00	0,00	1,00	1,50	17,66	7,00	6,22	2,83
<i>S. flexneri</i>	0,33	2,00	4,50	5,50	13,33	10,00	6,05	5,83
<i>Salmonella</i> B csoport	0,50	2,00	10,50	13,50	44,50	14,00	18,50	9,83
<i>Salmonella</i> C csoport	2,00	6,00	2,00	16,50	49,50	31,00	17,83	17,83
<i>Y. enterocolitica</i> O ₃	1,50	0,00	7,50	4,00	30,50	2,00	13,16	2,00
<i>V. parahemolyticus</i> S.	0,00	0,00	0,00	18,00	0,00	39,50	0,00	19,16

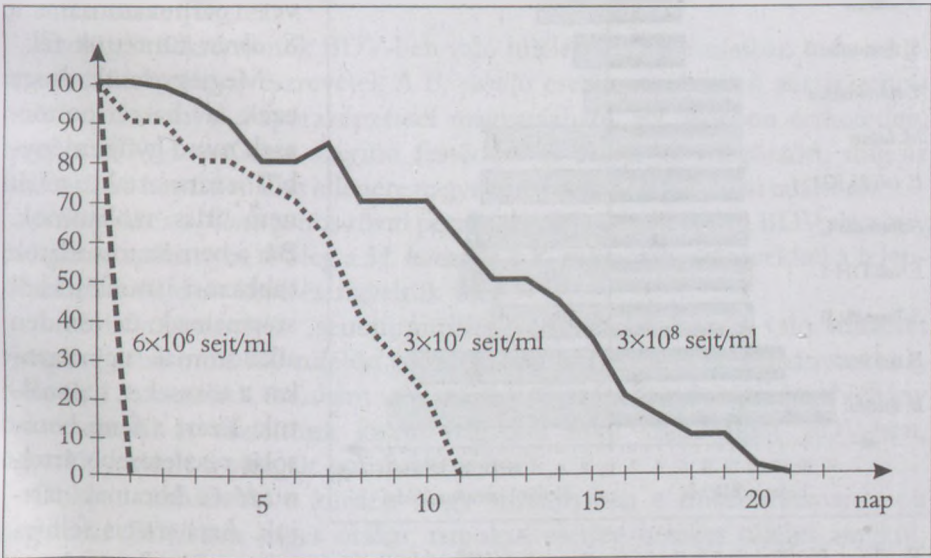
BDV – bidesztillált víz ÉKO – élettani konyhasóoldat



5. ábra. Különböző koncentrációjú Hg²⁺-ionok citotoxikus hatása egy *Candida albicans* törzsrre, bidesztillált vízben (ANOVA, a versus e:p<0,0002***, b vs. e:p<0,002**, c vs. e:p<0,018*, d vs. e: nem szignifikáns)



6. ábra. A Hg²⁺-ionok citotoxikus hatása Mg²⁺-ionok jelenlétében egy *Candida albicans* törzsre, bidesztillált vízben (ANOVA, a versus c: $p < 0,0001$ ***, a vs. b: $p < 0,0001$ ***, b vs. c: nem szignifikáns)



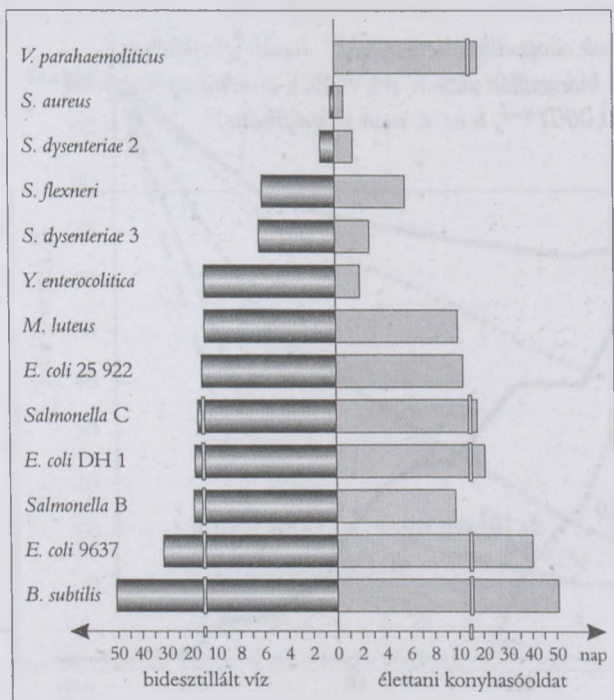
7. ábra. A *Yersinia enterocolitica* O₃ túlélése különböző csíraszám esetében

A 2. táblázatban foglalt adatokból megállapítható, hogy egyes baktériumtörzsek képesek napokig élni BDV-ben. A túlélés ideje a fajtól, illetve a szerotípustól függően eltérő hosszúságú. Ez a megfigyelés felveti a plazmoftízis jelenségének újraértékelését a membranológia újabb eredményeinek tükrében.

A csíraszám növelésével csaknem minden esetben hosszabbodik a túlélési idő. Ezt mutatja be a *Y. enterocolitica* esetében a 7. ábra.

A 7. ábrán feltüntetett jelenség egyik magyarázata az, hogy a csíraszám növelésével javul a kimutathatóság esélye, a másik valószínűleg a „kannibalizmus”, a kriptikus növekedés lehet. A széteső sejtek anyaga a túlélőknek tápanyagforrássá szolgál. Csak így érthető, hogy több esetben a túlélési görbék szaporodás jelét mutatják (16).

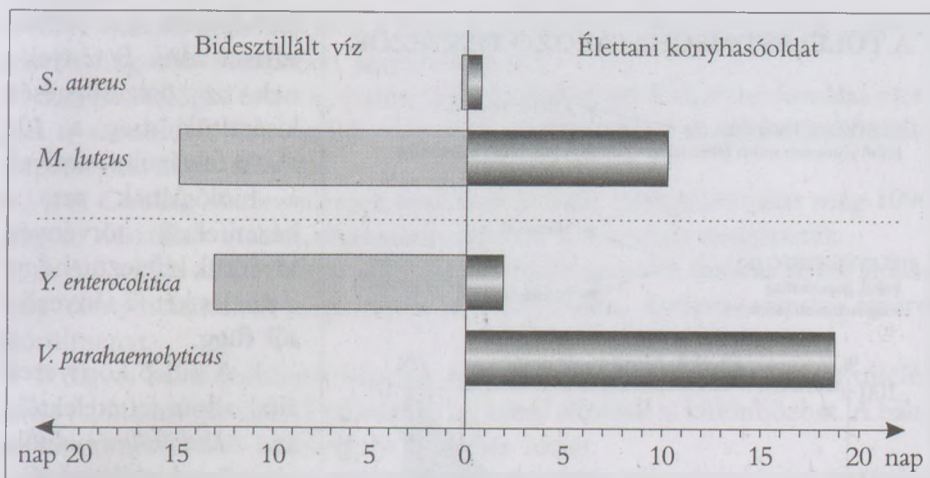
Figyelmet érdemel az a tény is, hogy az esetek többségében a BDV-ben és az ÉKO-ban észlelt túlélési idő hosszúsága ugyanazon törzsnél különbözik, az előző kísérletek gombáihoz hasonlóan. Az általunk vizsgált baktériumokat a



8. ábra. Különböző baktériumtörzsek túlélési idejének átlaga bidesztillált vízben és élettani konyhasóoldatban

2. táblázat alapján sorrendbe állítottuk, attól függően, hogy mennyi ideig éltek BDV-ben, és e besorolást az ÉKO-ban észlelt túlélési idővel párhuzamosan a 8. ábrán tüntettük fel.

Megjegyezzük, hogy ezek a baktériumtörzsek mind gyűjteményből származtak, tehát nem friss izolátumok. Bár a bemutatott adatok többszöri ismétlésekből származnak, de minden alkalommal ugyanazokat a törzseket használtuk. Ezért a fenti besorolás részletesebb értelmezését korainak tartjuk. Arra mégis felhívjuk a figyelmet, hogy két Gram-pozitív, illet-



9. ábra. Két-két Gram-pozitív és Gram-negatív baktériumtörzs bidesztillált vízben és élettani konyhasóoldatban való túlélési idejének átlaga (Student t-teszt, *S. versus M.* $p < 0,04$; *Y. vs. V.* nem szignifikáns)

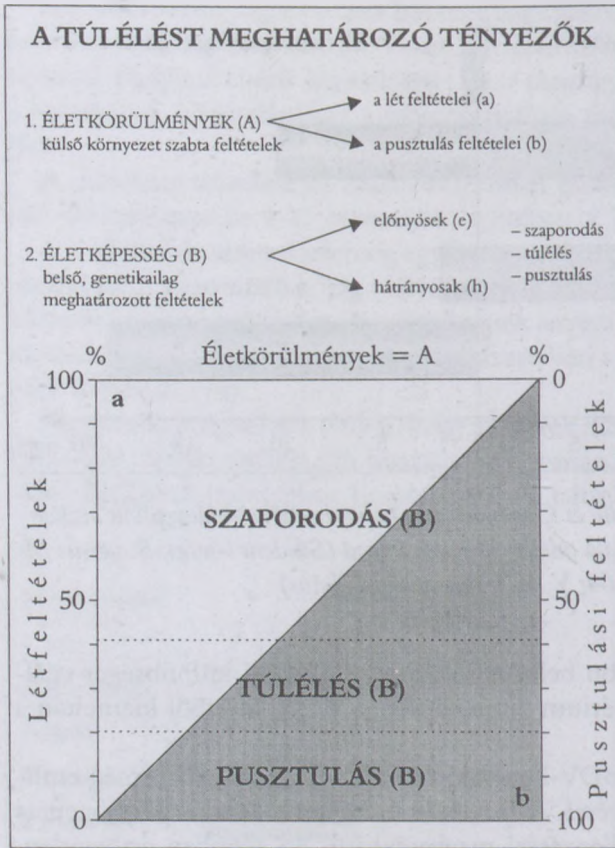
ve két Gram-negatív törzsön belül is számottevő túlélési különbséget találtunk. A négy említett baktérium viselkedését az előző keretből kiemelten a 9. ábrán tüntetjük fel.

A vizsgált baktériumok BDV-ben való túlélésével kapcsolatban még említést érdemel néhány észrevétel. A *B. subtilis* esetében a hosszú perzisztencia minden bizonnyal a spóráképzéssel magyarázható. Az azonban érthetetlen, hogy a BDV-ben Gram szerinti festődése és alakja jól megőrzött, míg az ÉKO-ban a hosszú túlélés ellenére nagyszámú degenerált formát találtunk.

A *Shigella* és a *Vibrio* genus rövid perzisztenciája feltehetően a BDV alacsony pH-jának tudható be. Főleg a *M. luteus* és a *Y. enterocolitica* törzseknél a telep-képzés 24–48 órás késését figyeltük meg.

A 13 baktériumtörzs „szubminimális” létfeltételek között való túlélését vizsgálva több mint 150 túlélési görbét szerkesztettünk és tanulmányoztunk. Köztük a *S. aureus*-nál óránként végeztünk csíraszám-meghatározást. Néhány baktériumnál is észleltünk kisebb-nagyobb fokú szaporodást BDV-ben, ugyanúgy, mint a vizsgált gombatörzseknél.

Önként vetődik fel a kérdés, hogy amennyiben e mikroorganizmusok nagyrésze BDV-ben képes órákat, napokat, esetleg heteket túlélni anélkül, hogy a plazmofitózis jelensége bekövetkeznék, sőt még szaporodni is képesek, akkor hol van a külső környezet szabta létfeltételek alsó határa? E kérdésre



10. ábra. Az életkörülmények (A) két összetevőjének, a lét (a) és a pusztulás (b) feltételeinek összefüggése és hatása az életképességre (B)

megjelennek a pusztulás feltételei (A, b), a két tényező összege állandó.

A túlélés hossza az A és B kölcsönhatásának függvénye. Minél kisebb a (b) és a (h), annál hosszabb lesz a túlélés és fordítva.

Következtetések

1. A *Candida*, *Geotrichum* és *Rhodotorula* genusba tartozó egyes gombafajok desztillált vízben hetekig, hónapokig életképesek maradtak a fajtól és a hőmérséklettől függetlenül.

kísérleteink nem tudtak választ adni. E tényeknek az összefüggését kísérletük meg a 10. ábrán felvázolni, amivel a biológiának azt a kézenfekvő törvényét kívántuk kifejezni, hogy a túlélés két fő tényezőtől függ.

1. A külső környezet által adott feltételektől, az életkörülményektől, amit A-val jelöltünk. Ez két összetevőre bontható: a létet biztosító feltételekre (a) és a pusztulást kiváltó feltételekre (b).

2. A belső, genetikailag meghatározott potenciális feltételektől, az életképességtől, amit B-vel jelöltünk. Ezek lehetnek az egyed számára előnyösek (e), és lehetnek hátrányosak (h).

Amint az ábrából látható: a lét feltételeinek (A, a) csökkenésével

2. A vizsgált gombatorzsek e körülmények közt nemcsak túléltek, hanem kisebb-nagyobb mértékben szaporodtak is.

3. A morfológiai és a tenyésztési sajátosságuk gyakran észlelt módosulása mellett a szénhidrát-fermentáló, valamint a szénhidrát- és nitrát-asszimiláló képességük nem változott.

4. A *Candida albicans* törzsek nyulakon vizsgált patogenitásukat még 1096 napos, desztillált vízben történt tárolás (18 °C) után is megőrizték.

5. A *Candida albicans* törzs alkalmas egy feltételezetten toxikus anyag általános citotoxicitásának meghatározására BDV-ben, kizárva számos zavaró körülményt.

6. Egyes baktériumfajok képesek desztillált vízben napokig élni. A túlélés ideje fajonként változik. Taxonómiaiilag közel állóknál is különbözhet. A baktériumkoncentráció befolyásolja a túlélés idejét.

E megfigyelések szükségese teszik a plazmoftízis jelenségének újraértékelését membranológiai vizsgálatok alapján.

Irodalom

1. Ábrám, Z., Péter, M., Máthé, J.: Efectul citotoxic al cromului hexavalent asupra unei tulpini levurice (MH 29511). *Rev. Med. Farm.*, 1988, 44 (1–2), 83–86.
2. Castellani, A : The „Water Cultivation” of Pathogenic Fungi. *J. Trop. Med. Hyg.*, 1963, 66, 283–284.
3. Hartung de Capriles, C., Mata, S., Middelveen, M. : Preservation of fungi in water (Castellani): 20 years. *Mycopathologia.*, 1989., 106 (2) ,73–79.
4. Máthé, J., Péter, M., Boa, J., Mátyás, J., Kecskés, I., Máthé, L: Studies on the values and cytotoxicity of residual Al^{3+} ions after treating the drinking water with Aluminium Sulphate and polyaluminium chloride (BOPAC®) respectively. *6th European Magnesium Congress, Mai 13–14 1998, Budapest* (Abstract p. 87).
5. Odds, F. C.: Long-term laboratory preservation of pathogenic yeasts in water. *J. Med. Vet. Mycol.*, 1991, 29 (6), 413–415.
6. Péter, M., Sabău, M., Bedö, C., Péter, Z., Mihály, K.: Contribuții la studiul incidenței fungilor condiționat patogeni în apă de râu. *Rev. Med.*, 1986, 32 (1), 71–76.
7. Péter, M., Péter, Z.: Studii experimentale privind persistența levurii *Candida albicans* în apă de râu. *Bacteriologia*, 1987, 4, 331–334.
8. Péter, M., Péter, Z.: Experimentelle Studien bezüglich der Persistenz einiger fakultativ pathogener Pilze im Flusswasser. *Zentralbl. Microbiol.*, 1988, 143, 523–528.
9. Péter, Z., Péter, M.: Experimental studies on the persistence in distilled water of certain conditional pathogenic fungi. *Arch. Roum. Path. Exp. Microbiol.*, 1989, 48 (3), 275–282.
10. Péter M., Péter Z., Pozsonyi, Á.: Potenciálisan patogén gombák túlélése vizes közegben kísérleti körülmények között. *Orvostud. Értesítő*, 1995, 67, 32–34.
11. Péter M., Heidenhoffer B.: Különböző baktérium- és gombatorzsek túlélése vizes közegben, kísérleti körülmények között, létfeltételeik alsó határán. *Orvostud. Értesítő*, 1998, 77, 190–193.

12. Péter, M., Péter, Z.: Metodă simplă pentru testarea citotoxicității bazale in vitro. *Bacteriologia*, 1998, 43 (1-2), 43-45.
13. Postgate, J. R., Hunter, J. R.: On the Survival of Frozen Bacteria. *J. gen. Microbiol.*, 1961, 26, 367-378.
14. Postgate, J. R., Hunter, J. R.: The Survival of Starved Bacteria. *J. gen. Microbiol.*, 1962, 29, 233-263.
15. Strange, R. E., Dark, F. A., Ness, A. G.: The Survival of Stationary Phase *Aerobacter aerogenes* Stored in Aqueous Suspension. *J. gen. Microbiol.*, 1961, 25, 61-76.
16. Zarnea, G.: *Tratat de Microbiologie generală*. Vol. II. Ed. Academiei R. S. R. București, 1984, 378-383.

SZÉKFOGLALÓK

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIAÁN 1995–1998

I-II. KÖTET

- Bartók Mihály: Térkémi tényezők szerepe a fémkatalízisben
- Bárdossy György: A radioaktív hulladék hazai elhelyezésének földtudományi alapjai
- Farkas Tibor: Membránfoszfolipidek molekuláris összetétele és a testhőmérséklet
- Ferge Zsuzsa: A civilizációs folyamat fenyegetettsége
- Freund Tamás: Agykérgi neuronhálózatok szerkezete és működése
- Görög Sándor: A gyógyszeranalitika szépségei
- Hanák Péter: Modernizáció és antikapitalizmus Magyarországon
- Horváth József: Növényvírusok in vivo
- Ihász Mihály: A pepticus fekélyek korszerű sebészi kezelése
- Kákossy László: Théba a Ptolemaiosz- és a római korban
- Kálmán Alajos: Barangolások kristályrácsokban
- Kulcsár Szabó Ernő: Költészet és dialógus
- Kúnos György: Opio-melanokortin peptidek szerepe a vérkeringés agyi szabályozásában
- Lipták András: Fehérje-szénhidrát kölcsönhatások
- Makkai Mihály: A kategóriaelmélet szerepe a matematika megalapozásában
- Marosi Sándor: A földrajzi táj kutatások összetettsége és alkalmazhatósága
- Meskó Attila: Környezettudomány, környezeti geofizika
- Méhes Károly: Régi és új módszerek az orvosi genetikában
- Palánkai Tibor: Az integráció mérésének néhány elméleti-stratégiai kérdése
- Pálinkás Gábor: Molekuláris oldatkémia
- Palkovits Miklós: Agypályák – idegi hálózatok
- Reményi Károly: Paradoxonok a tüzeléstechnikában
- Rézler Gyula: Az arbitráls szociológiája
- Róna-Tas András: Konfoglalás és népalakulás a középkori Euráziában
- Sajó András: A jogosultságok lehetősége
- Sárközy András: Hibrid problémák a számelméletben
- Solyos Rezső: Az erdészeti, fatermési és erdőnevelési kutatások eredményei és alkalmazásuk az erdőgazdasági gyakorlatban (1958–1998)
- Somfai László: Kottakép és műalkotás
- Szabadváry Ferenc: Magyar tudománytörténeti tabló, előtérben a kémia
- Szakály Ferenc: Török kori történelmünk kritikus kérdései
- Teplán István: Antitumor aktivitású peptidek
- Terplán Zénó: A gépszervezetről
- Töke László: Szupramolekuláris kémia; koronaéterek
- Venetianer Pál: A génszész műszerei: a restrikciós-modifikációs enzimek
- Uékás Lajos: A szerződési szabadság alkotmányos korlátai
- Uicsek Tamás: A természet geometriája
- Zimányi József: A maganyagtól a kvarkanyagig a nehézion-fizikában

SZÉKFOGLALÓK 1995–1998, III–V. kötet

- Árkai Péter: A regionalis metamorfózis és jelentősége a Kárpát-medence kéregfejlődésében
- Bauer Győző: Az oxidatív stressz és az antioxidánsok hatása a simaizomszövetekre
- Berces Tibor: A gyökreakciók sokszíni világa: a reakciók kinetikája és termokémiája
- Brassai Zoltán: Végtagkeringési zavarok új kezelési lehetőségei
- Csányi Vilmos: Viselkedés, környezet, genek – etológiai tanulmányok
- Dohy János: Biotechnológia és állattenyésztés – új eredmények, kihívások, kilátások
- Fonyó Zsolt: Integrált vegyipari rendszerek folyamatszintézise
- Friedrich Péter: Feherjék, enzimek, emlékezet
- Gáspár Zsolt: A számítógépek hatása a tartószerkezetek mechanikájára
- Géczy Barnabás: Kontinuitás, krízis, katasztrófa az ammoniteszek törzsejlődésében
- Grätzer György: Hálóléleleleleli függetlenségi tételek
- Harmathy Attila: A magyar polgári jogról 1999-ben
- Haszpra Ottó: Néhány hidraulikai probléma a vízeépítésben
- Hatvani László: Differenciálegyenletek megoldásainak stabilitási tulajdonságai
- Heszky László: Morfogenezis haploid és szomatikus sejtekből in vitro
- Hollósi Miklós: Kiroptikai spektroszkópia: változatok egy témára
- Honti László: Az uráli/finnugor „ösnyelv”-ről
- Horváth János: Disztribúciók és topologikus vektorterek
- Kiss Lajos: Az új európai vízténykutatás
- Kosa László: A magyar néprajz 1945 után
- Kristó Gyula: Előd
- Lámfalussy Sándor: Szerkezeti változások az európai pénzüpiacon
- Lőrincz Lajos: Összehasonlítás a közigazgatás kutatásában
- Major György: Napsugárzás a légkörben és a felszínen
- Nagy Béla: A háziállatok enterális colibacillosisai
- Nagy Elemér: A klasszikus fizikától az anyagtudományig
- Nagy István: Változó struktúrájú nemlineáris rendszerek
- Nagy-Tóth Ferenc: Fényhatásvizsgálat egysejtű zöldmoszatokon
- Náray Szabó Gábor: Elektrosztatikus katalízis
- Nemeth Judit: A nehézion fizika és asztrofizikai alkalmazásai
- Orbán Miklós: Kémiai periodicitás időben és térben
- Pápay József: Föld alatti gázterelés porózus kőzetekben
- Papp László: A legyek ritkaságáról
- Péter Mihály: Néhány gomba- és baktériumfaj viselkedése a létfeltételek alsó határán
- Petrányi Győző: A szuppresszív immunreguláció alkalmazása a transzplantáció és a reprodukció immunológia klinikai gyakorlatában
- Pléh Csaba: A relativizmus kérdései és a mai pszicholingvisztika
- Salamon Miklós: Kozetmechanika fejlődése – egyéni szemzőgből
- Sitkei György: A talaj-kerék kapcsolat néhány elméleti kérdése
- Spát András: A kalcium jel és a mitokondrium működése
- Szabad György: A parlamentáris kormányzati rendszer megteremtése, védelmezése és kockáztatása Magyarországon (1848–1867)
- Szabó András: Alkotmány és büntetőjog
- Szabó Miklós: Tumultus Gallicus
- Szegedy-Maszák Mihály: A Nyugat és a világirodalom
- Szentes Tamás: Fejlődés, rendszerváltás és versenyképesség a globalizálódás korában
- Toth Klára: Szelektív érzékelők jelentősége a kémiai analízisben
- Uray Zoltán: Sugárserűlések mérseklése kémiai és biológiai anyagokkal
- Várallyay György: Talajfolyamatok szabályozásának tudományos megalapozása
- Varga János: Földeskü
- Vaskovics László: Társadalmi modernizáció és a szülői szerepváltozás összefüggései
- Vertes Attila: Fullerénvegyületek Mössbauer-spektroszkópiaja
- Vizkelety András: A Leuveni Kódex magyar scriptorai
- Zalai Ernő: Neumann János: klasszikus vagy neoklasszikus?