

Az ásványvizek mikrobiológiai jellemzői

II. rész

Dr. Némedi László

ÖSSZEFOGLALÓ

EBBEN A FEJEZETBEN A VÍZ ÖSSZETÉTELÉTŐL NAGYRÉSzt FÜGGETLEN BENÉPESÜLÉST VIZSGÁLJUK. MÁSODLAGOS SZENNYEZŐDÉSNEK IS NEVEZHETJÜK EZT A JELEN-SÉGET, MIVEL A VÍZ EREDETI MIKROBIOLÓGIAI ÖSSZETÉTELÉTŐL IDEGEN SZERVEZETEK UTÓLAGOS MEGJELÉNÉSÉRŐL VAN SZÓ.

A MÁSODLAGOS SZENNYEZŐDÉS LÉTREJÖHET TERMÉSZETES ÉS MESTERSÉGES ÚTON. A MÁSODLAGOS SZENNYEZŐDÉS SORÁN AZ EGÉSZSÉGRE ÁRTALMATLAN MIKROORGANIZMUSOK IS MEGJELENHETNEK, SŐT EZ A JELLEMZŐBB. MÉGIS SZENNYEZŐDÉSNEK SZÁMÍT, MIVEL AZT MUTATJA ÉS JELZI (INDIKÁLJA), HOGY A KITERMELT VAGY A PALACKOZOTT ÁSVÁNYVIZET OLYAN MÁSODLAGOS HATÁS ÉRTE, AMI AZ EREDETI ÖSSZETÉLTŐL IDEGEN TULAJDONSÁGOKAT IDÉZHET ELŐ A VÍZBEN. NEM SZORUL INDOKLÁSRA A SZENNYEZŐDÉS SÚLYOSABB ESETE, AMIKOR A KITERMELT VAGY PALACKOZOTT ÁSVÁNYVÍZ ÉS GYÓGYVÍZ A KÖZEGÉSZSÉGÜGYI MIKROBIOLÓGIAI VIZSGÁLAT ALAPJÁN ESİK KIFOGÁS ALÁ.

INHALT

IN DIESEM KAPITEL WIRD DIE VON DER STRUKTUR DES WASSERS GROBENTEILS UNABHÄNGIGE BESIEDLUNG STUDIERT. DIE ERSCHEINUNG KANN AUCH SEKUNDÄRE VERUNREINIGUNG GENANNT WERDEN, DA ES SICH UM DAS NACHERSCHEINEN SOLCHER ORGANISMEN HANDELT, DIE VON DER URSPRÜNGLICHEN MIKROBIOLOGISCHEN STRUKTUR DES WASSERS FREMD SIND.

DIE SEKUNDÄRE VERUNREINIGUNG KANN AUF NATÜRLICHEM UND KÜNSTLICHEM WEGE ERFOLGEN. BEI DER SEKUNDÄREN VERUNREINIGUNG KÖNNEN MIKROORGA-

NISMEN ENTSTEHEN, DIE FÜR DIE GESUNDHEIT UNSCHÄDLICH SIND, DIES IST SOGAR TYPISCHER. TROTZDEM GILT ES FÜR EINE VERUNREINIGUNG, WEIL DURCH SIE GEZEIGT UND GEKENNZEICHNET WIRD, DASS DAS HERVORGEBRACHTE ODER IN FLASCHEN GEFÜLLTE MINERALWASSER EINEN EINFLUSS ERLITT, DER FREMDE EIGENHEITEN IM WASSER HERVORRUFEN KANN. DER FALL EINER GROBEREN VERUNREINIGUNG BEDARF KEINER ERKLÄRUNG, WENN DAS HERVORGEBRACHTE ODER IN FLASCHEN GEFÜLLTE MINERALWASSER AUFGRUND EINER MIKROBIOLOGISCHEN SANITÄTSUNTERSUCHUNG BEANSTANDET WIRD.

SUMMARY

IN THIS CHAPTER WE EXAMINE THE POPULATION WHICH IS, FOR THE MOST PART, INDEPENDENT OF THE WATER-COMPOSITION. THIS PHENOMENON MAY BE CALLED SECONDARY CONTAMINATION, SINCE IT IS ABOUT THE SUBSEQUENT APPEARANCE OF ORGANISMS NOT TYPICAL OF THE WATER'S ORIGINAL MICROBIOLOGICAL COMPOSITION.

THE SECONDARY CONTAMINATION MAY DEVELOP THROUGH NATURAL OR ARTIFICIAL WAYS. IN THE EVENT OF A SECONDARY CONTAMINATION ALSO MICRO-ORGANISMS HARMLESS TO HUMAN HEALTH MAY APPEAR OR EVEN IT IS MORE TYPICAL. STILL IT IS REGARDED AS CONTAMINATION, BECAUSE IT SHOWS AND INDICATES THAT THE EXPLOITED OR BOTTLED MINERAL WATER HAS BEEN AFFECTED BY A SECONDARY EFFECT WHICH MAY TRIGGER IN THE WATER FEATURES NOT TYPICAL OF THE ORIGINAL COMPOSITION. THE MORE SERIOUS CASE OF CONTAMINATION, WHEN THE EXPLOITED OR BOTTLED MINERAL- AND MEDICINAL WATER IS CRITICIZED BASED ON THE MICROBIOLOGICAL EXAMINATION IMPLEMENTED FOR THE PURPOSE OF PUBLIC HEALTH PROTECTION, DOES NOT REQUIRE ANY REASONING.

Másodlagos mikrobiológiai szennyeződés

Ebben a fejezetben a víz összetételétől nagyrészt független benépesülést vizsgáljuk. Másodlagos szennyeződésnek is nevezhetjük ezt a jelenséget, mivel a víz eredeti mikrobiológiai összetételétől idegen szervezetek utólagos megjelenéséről van szó.

A másodlagos szennyeződés létrejöhet természetes és mesterséges úton. A másodlagos szennyeződés során az egészségre ártalmatlan mikroorganizmusok is megjelenhetnek, sőt ez a jellemzőbb. Mégis szennyeződésnek számít, mivel azt mutatja és jelzi (indikálja), hogy a kitermelt vagy a palackozott ásványvizet olyan másodlagos hatás érte, ami az eredeti összetételtől idegen tulajdonságokat idézhet elő a vízben. Nem szorul indoklásra a szennyeződés súlyosabb esete, amikor a kitermelt vagy palackozott ásványvíz és gyógyvíz a közegészségügyi mikrobiológiai vizsgálat alapján esik kifogás alá.

Allochton mikroflóra

Az ásványvizek és gyógyvizek *allochton mikroflórája* (jövevény mikroba közösség) ökológiai szempontból nem egységes. Gyakorlatilag a környezetben előforduló valamennyi mikroorganizmus bekerülhet a forrásokba, kutakba vagy ezek vezetékéibe és tárolómedencéibe. A pa-

lackozás és tárolás során a szennyeződés lehetősége, a mikrobiológiai szennyeződés spektruma kisebb, de veszélyesebb. A másodlagos mikrobiológiai szennyeződés vizsgálata több tudományágat érint, éppen a széles spektrumú szennyeződési lehetőség miatt. A szennyeződés teljes föltérképezésére így szükség lehet a *talajmikrobiológia, a víz-mikrobiológiai, élelmiszer-mikrobiológia, ipari mikrobiológia, járványtani mikrobiológia* vizsgálati módszereire.

A másodlagos szennyeződés forrásai

A másodlagos mikrobiológiai szennyeződés megállapításának kettős célja lehet, amelyek szorosan összefüggnek:

- közegészségügyi szempontból kedvezőtlen vagy veszélyes mikroorganizmusok megjelenése;
- a vízkivétel, – szállítás és – palackozás zárt rendszerének megszakadását jelző mikroorganizmusok megjelenése.

E kettős feladat megoldása kiterjedt mikrobiológiai tájékozottságot igényel. Ahhoz, hogy a másodlagos szennyeződés helyét körülhatároljuk és a szennyezettség veszélyességét megállapítsuk, nem elegendő a szokásos „csíraszámcoliformszám” vizsgálat. Mindenekelőtt ismerni kell az illető ásványvíz eredeti (autochton) mikroflóráját. Az Európai Unió magáévá tette az un. „svájci jog” el-

vét, mely szerint az ivóvíz élelmiszer. Különösen vonatkozik ez az ásványvizekre, hiszen ezeket élelmiszerként is felhasználják (palackozás). Így hát nem meglepő az a határozott elvárás, hogy az ásványvíz termelés, szállítás, tározás és felhasználás teljes vertikumában alkalmazni kell a HACCP rendszert. Ilyenkor *együtt kell vizsgálni* a jelenlévő autochton és allochton mikroba közösségeket:

- Ásványvizek eredeti (*autochton*) mikroba közösségei
Ezekre az alábbi taxonok jellemzőek: Gram negatív dominancia, Pseudomonas, Moraxella (Achromobacter), Chromobacterium, Acinetobacter, Flavobacterium, Xanthomonas, kevés Gram pozitív, Micrococcus, Arthrobacter. Ezek alacsony nitrogén igényűek. Kevés vagy semmi szervesanyag esetén a kemo-organotróf illetve autotrof szervezetek valamint egyes aerobok és pszichrofil típusok jelennek meg. Szaporodásukra jellemző, hogy palackozás után 12 órán belül 10x-es a növekmény. Ha nincs gátlás (pl. szén-sav), a túlszaporodás 72 óra múlva 10.000–100.000 is lehet. Műanyag palackokban még ennél is több!
- Ásványvizek jövevény (*allochton*) mikroba közösségei
Antropogén hatásoktól függően előfordulhatnak fertőző mikrobák is

(pl. *Campylobacter jejuni*, *E.coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*, *Aeromonas hydrophila*, enterovirusok, reovirusok, adenovirusok, hepatitis A, rotavirus és Norwalk agens, calicivirus, *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum*, *Ascaris lumbricoides*, kivételes esetekben *Vibrio cholerae*.)

HACCP-típusú hiba következtében leginkább a *Bacillus*, a *Streptomyces* genusok jelennek meg.

- **Indikátor szervezetek**

A közegészségügy megítélés szempontjából a következő csoportok szerepelhetnek: *E.coli* (250 ml Colilert rendszer), Coliformok (Colilert rendszer-MUG reakció), *Enterococcusok* (fekal streptococcusok-MUD-reakció), szulfít-redukáló *Clostridiumok* (membránfilteres módszer), teljes élő mikrobaszám (TVC) 22 és 37 C fokon, pszichrofil és mezofil CFU, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella*, *Shigella*, *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio ssp.*

- **Nem kívánatos hatások**

Természetes íz és szaganyagok (pl. zsírsavakból) származhatnak a következő típusokból: *Botryodiplodia theobromae* növényi kórokozó gomba, *Agaricus bisporus* gomba, *Sporodibolus salmonicolor* élesztő g., *Mucor* és *Mortierella*, de *Candida bombicola*, *Fusarium oxysporum* sötét baktérium is, mint *Bacillus megaterium*. Szerepelhet még *Penicillium roqueforti* és *Amastigomycota* valamint *Yarrowia*, *Rhodotorula* valamint *Sporodibolus* is.

Szénsav mentes palackozott vizekben az igen magas telepszám mellett fonális baktériumok is megjelenhetnek (pl. *Caulobacter*, *Sphaerotilus-Leptothrix*, *Acinetobacter calcoaceticus* és *Hyphomicrobium* valamint *Galionella* és *Leptothrix* vasbaktériumok.

- A taxononkénti mennyiségi viszonyokra az alábbiak jellemzők: A természetes ásványvíz mikroflórája: 36% fakultatív oligokarbofil, 52% obligát oligokarbotoleráns és 12% strict oligokarbofil. 37 illetve 20 C fokon a megoszlás a következő: *Pseudomonas* 30–38%, *Moraxella* 3–6%, *Acinetobacter* 2–4%, *Flavobacterium* 8–8%, *Xanthomonas* 0–21%, *Alteromonas* 6–7%, *Alcaligenes* 3–0%, *Cytophaga* 0–2%. Gram +: *Coryneform* 8–9%, *Micrococcus* 11%, Gram+ bacillus 11%, *Staphylococcus* 6%

Jelenleg a legautentikusabb irodalmi forrás a palackozott ásványvizek mikrobiológiai vizsgálatára a „The Bottled Water Cooler Assotiation(BWCA)” kiadványa: *The Microbiological Examination of Bottled Water Dispensed from Water Coolers*. B.W.C.A. 1997. 18A High Street Northwood. Middlesex HA6 1BN, England. valamint az ICMSF: *Microorganisms in Foods*. London. 1998.

Idegen vizek keveredése

A mélységi eredetű ásványvizek vagy gyógyvizek esetében leggyakoribb eset a juvenilis és a vadózus vizek keveredése. Ilyenkor főként az eltérő vegyi összetétel miatt (például kénes és meszes vizek) a mikroflóra a pillanatnyi arányoktól függően változhat, és a jellemző baktériumállomány fajszámában és egyedszámában nagy eltérés mutatkozhat az ismételt vizsgálatok során. Az ilyen tapasztalat mindig felhívja a figyelmet arra, hogy a mélységi víz fölfelé haladva idegen vizekkel érintkezik. Ezt egyébként a hőmérsékleti és vegyi jellemzők rapszodikus változásai is jelezhetik.

Felszín közeli ásvány- vagy gyógyvizek esetében a talajvíz-szint ingadozása okozhat sokszor igen veszélyes másodlagos szennyeződést. A Gellértforrás-csoport vize például igen érzékenyen reagál a Duna vízállására. A fekális jellegű bakteriológiai szennyezettség szignifikánsan nő a magas vízállások idején. Ebben az esetben nem arról van szó, hogy közvetlen kommunikáció létesül a Duna és a forrás között, hanem a rétegek víznyomása változik, és a szennyezettebb felszín közeli rétegekből „átpréselődik” a bakteriológiailag rosszabb minőségű víz. Az üzemeltető új tárok építésével most a „védelemből” rétegekből termeli ki az eredeti ásványvizet, ahol a Duna vízállásának hatása már nem befolyásolja a vízminőséget. Sok tekintetben a fentiekhez hasonló keveredés jön létre a karsztvizek keveredése során. Ismeretes, hogy a karsztvizek a felszínről származó igen szennyezett vizet – minden szűrőhatás nélkül – közvetlenül és meglehetősen gyorsan a mélybe juttatják, ahol a feltörő ásványvizekkel keverednek. Évtizedek óta tapasztaljuk, hogy a Malom-forrás és a Török-forrás ilyen másodlagos szennyeződésnek van kitéve. A bakteriológiai szennyezettségre jellemző a fekál coliformok és a *Clostridiumok* állandó jelenléte, ami egyértelműen a felszínről származó fekális jellegű (szennyvíz, szennyezett talajvíz) kontaminációt mutatja.

A talajvíz típusú ásványvizek és gyógyvizek (pl. keserűvizek) másodlagos szennyeződésének lehetősége foko-

zattan fennáll. E kutak védővezetének szigorú biztosítása különösen fontos, hiszen a környező szennyezett talajvíz vagy akár a közeli felszíni vizek (ahogy ezt pl. a Hunyadi- és Apenta-kutaknál megfigyeltük) közvetlenül szennyezhetik a gyógyvizet.

Bakteriológiai szempontból az ásványvizek keveredésének jelzésére leginkább az autotróf és a heterotróf, valamint a fekálinkidator baktériumok arányának megvizsgálása a legalkalmasabb.

Daubner (1972) például szlovák ásványvízforrásokat hasonlított össze, és a következő átlagos adatokat közli: autotróf + heterotróf csíraszám (mikroszkópos) 1000/ml, illetve 10 000/ml. heterotróf-szaprofitá csíraszám (agar) 25/ml, illetve 100/ml; bélbaktériumszám 2/100 ml, illetve 200/100 ml.

Az adatokból látszik, hogy a sorrendben másodikként szereplő értékek nyilvánvalóan másodlagos szennyeződésre utalnak. Saját tapasztalataink szerint is kijelenthetjük, hogy a heterotróf baktériumok nagyobb aránya a másodlagos szennyeződés jó indikátora, de fontosnak tartjuk további paraméterek bevonását (*Clostridium*-szám, fekál coliformszám, fekál streptococcus-szám, *Pseudomonas aeruginosa*-szám, és esetleg *Salmonella* jelenlétének kimutatása).

A vízáadó berendezések meghibásodása

A vízkivétel során a forrásfogalás tökéletlensége a mélységi vizek esetében a felszín közeli talajvíz bejutását teszi lehetővé. Ebben az esetben számítani lehet a helyi talajvíz mikroflórájának bejutására. Ez a mikroflóra mindenképpen eltér a mélységi víz autochton baktériumállománytól. Még ha a talajvíz közegészségügyileg nem is kifogásolható, akkor is fellép másodlagos szennyeződés, mivel a talajvizek pszichrofil mikroflórája (ezek többnyire oligokarbofil szervezetek) tetemes utólagos baktériumszám-emelkedést okozhatnak az ásványvíz töltése vagy tárolása során. Ilyen baktériumtípusok pl. a *Pseudomonasok*, *Flavobacteriumok*, *Achromobacter*, *Nocardia*-fajok, *Xeromonas*, *Alcaligenes* és *Arthrobacter*-fajok, valamint egyes Gram-pozitív coccusok. A másodlagos szennyeződés szélsőséges esete, hogy ezek az egyébként közegészségügyileg veszélytelen baktériumok (kivéve a feltehetően patogén *Pseudomonasok*) különösen magas baktériumszám-emelkedést mutatnak: a kezdeti csíraszám még az ivóvízminőség határain belül van, de a tárolás során a ml-enkénti csíraszám elérheti a 100 000-es nagyságrendet is

(Schmidt-Lorenz, 1975). Hasonló másodlagos szennyeződést mi is megfigyeltünk a fővárosi vezetéki vízben, ahol a tömegprodukción a *Flavobacterium* okozta.

A vízádó berendezés meghibásodása azonban közegészségügyileg igen veszélyes másodlagos szennyeződést okozhat. Ha forrás vagy kút környezete fekális szennyeződésű, nyilvánvaló, hogy a kút meghibásodása a zárt rendszer megszakadását okozza, és a kórokozó vagy az ezeket jelző indikátorbaktériumok bejuthatnak az ásványvízbe. Ezek kimutatása a vízbakteriológiai vizsgálat során egyértelműen jelzi a kontaminációt, és természetesen megköveteli a hiba azonnali kijávitását és a rendszer fertőtlenítését.

A kitermelt ásványvizeket vagy gyógyvizeket általában tárolómedencékbe vagy puffertartályokba vezetik. A huzamosabb tartózkodási idő kedvez a már említett oligocarbofil baktériumok utólagos szaporodásának, de itt is előfordulhat durva, közvetlen szennyeződés. Minthogy ezek a tartályok a felszínen vagy az épületekben vannak, a közegészségügyileg veszélyes szennyeződés lehetősége (emberi vagy állati kontamináció, a tartályok nem szakszerű javítása vagy kezelése, szennyvíz vagy erősen szennyezett talajvíz betörése, szennyezett levegő) fennáll. Az 1975-ös árvíz során például a margitszigeti Magdolna-forrás tárolómedencéjébe betört a Duna vize. Szerencsére az üzemeltető és az ásványvízüzem ügyeletes dolgozó azonnal intézkedtek, és megakadályozták, hogy ez a „másodlagos szennyeződés” vízárványt okozzon.

A felszín közeli vagy a kifejezetten talajvíz eredetű ásványvizek és gyógyvizek eredeti (autochton) mikroflórája hasonló az egyébként nem ásványvíznek minősített talajvizek mikroflórájához. Így azok a baktérium-típusok, amelyeket szennyezésnek minősítünk a mélységi vizekben, itt a kitermelt ásványvíz természetes velejárói. Más szóval az ásványvíz származásától függően ugyanaz a baktérium tarthat az autochton, máskor pedig az allochton mikroflórához. Több szerző ezért még palackozott ásványvizekben sem tekinti szennyeződésnek az ilyenkor oligocarbofil mikroflórát (Machtelinczy, 1975, Schmidt-Lorenz, 1974). Optimális vízkivétel, tárolás és palackozás esetén az eredetileg csíraszegény ásványvíz baktériumtartalmát alacsony szinten lehet tartani. Azt azonban senki sem garantálhatja, hogy az olyan ásvány-

víz, amelyben a csíraszám több tízezres vagy esetleg százezres nagyságrendű, az egészségre teljesen ártalmatlan. Ilyen nagy baktériumszámú vízben a fajok meghatározása gyakorlatilag lehetetlen, és ha a szokásos vízbakteriológiai vizsgálat kórokozó vagy szennyezettséget jelző baktériumot nem is mutat ki, ezek jelenléte nem zárható ki. Sőt még az ún. oligocarbofil szaprofita (nem kórokozó) baktériumok között is akadhat olyan típus, amelyik alkalomszerűen súlyos fertőzést okozhat. Mindezek alapján a szaprofita baktériumok utólagos tömeges elszaporodása nem kívánatos, közvetve közegészségügyi kifogást jelent, közvetlenül pedig technológiai hiányosságra utal.

Ásványvizek és gyógyvizek palackozása

A palackozás során a másodlagos szennyeződési lehetőségek közül első helyen áll a töltésre szolgáló víz eredeti szennyezettsége (ezeket tárgyaltuk eddig). Ha a töltésre szolgáló víz már a töltés előtt másodlagos szennyeződésnek volt kitéve, akkor a technológiába feltétlenül vízkezelést is be kell iktatni (ülepítés, baktérium szűrés). Ennek elhagyása feltétlenül veszélyes, és az így előállított termék közegészségügyileg kifogásolható. Ezt a körülményt a hatósági vízbakteriológiai vizsgálat egyértelműen igazolhatja, és ennek alapján a palackozást betilthatják. Ebben a vonatkozásban a szabványok és rendeletek előírásai kötelezőek.

További másodlagos szennyeződést főként a helytelen gyártástechnológia vagy az előírások be nem tartása okozhat. Palackmosáskor elsősorban az alacsonyabb hőfok, illetve az öblítés tökéletlensége folytán a már használt és szennyezett palackok jelentik a szennyezőforrást. A szennyező mikroorganizmusok az emberi környezet számos szaprofita, esetleg feltételesen kórokozó, sőt kórokozó baktériumaiból adódnak (jellemző típusok: *Bacillus*, gombák szaporító sejtjei, Gram-pozitív coccusok, de előfordulhatnak Gram-negatív bélbaktériumok is). A zárószerkezetek (kupak, koronadugó) előzetes fertőtlenítésének elhagyása további szennyeződést okozhat. Gyakori szennyezést okoz a töltőgépek menet közbeni javítása, amikor a töltőszerkezetet piszkos kézzel fogdossák.

A késztermékben a másodlagos szennyeződéssel bekerült mikroorganizmu-

sok a körülményektől függően szaporodhatnak vagy pusztulhatnak. A szénsavval dúsított ásványvizekben a közegészségügyileg veszélyes baktériumok lassan pusztulnak, és 3 hét múlva minimálisra csökken a számuk, 3 hónap múlva pedig már nem mutathatók ki. Ez a túlélési arány azonban az ásványvizek összetételétől függ. Nagyobb ásványianyag-tartalom esetén a csökkenés gyengébb, sőt szaporodás is előfordulhat. Saját vizsgálataink (Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat) szerint az autoklavozott Margitsziget I-III termálforrás vizében a *Pseudomonas aeruginosa* 5 napon belül a kezdeti csíraszám tízszeresére emelkedett, és még az 50. napon is az eredeti csíraszámot találtuk. A fekáli indikátor *Escherichia coli* szintén szaporodott, de ennek pusztulása már a 2. héten elkezdődött. Borszéki szoros összefüggést talált a szénsavtartalom és a baktériumok túlélési idejének csökkenése között. Ennek alapján az ásványvizek szénsavval való dúsítása közegészségügyi szempontból is kívánatos.

A környezet fokozódó szennyeződése napjainkban az ivóvízkészletet is veszélyezteti. Ezért különösen fontos, hogy a még érintetlen ásványvizek eredeti összetételét fizikai, kémiai és mikrobiológiai szempontból egyaránt megőrizzük. Elsőrendű feladat, hogy az ásványvizek kitermelése, tárolása és palackozása során a másodlagos szennyeződést minden körülmények között megakadályozzuk.

Irodalom

- Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 9. kiadás. The Williams and Wilkins Company. Baltimore.
- G. Reheinheimer:** Mikrobiologie der Gewässer, Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, 1975.
- H. Berger:** Leitfaden der Trink- und Brauwasserbiologie. VEB Gustav Fischer Verlag. Jena, 1966.
- Sebestyén Olga:** Bevezetés a limológiába. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1963.
- Jeney E. – Váczai L.:** Alkalmazott bakteriológia és elméleti alapjai. Medicina Könyvkiadó. Budapest, 1966.
- I. Daubner:** Mikrobiologie des Wassers. Akademie-Verlag. Berlin, 1972.
- M. Dostalek:** Ásványvizek geomikrobiológiai elemzése. Cs.T.A. Mikrobiológiai Intézet. Prága, 1968.
- F. D. Machtelinczy:** Tribune de Cedebeau, 1975.
- W. Schmidt-Lorenz:** Alimenta. 14. 1975.
- Török, P.:** Acta Biologica V. 1-2., 1954.

Szerző: Dr. Némedi László
mikrobiológus, kandidátus