

ÇEVİRİ YAZILAR

— I —

KİRLENMİŞ SULARIN SAĞLIK YÖNÜNDEN KONTROLÜNDE ENTEROBAKTERİ FAJLARININ ÖNEMİ*

Antonina Guélin**

Bakteriyofajlar, bakterilerin sabit bir uydusu gibi görülmektedir. Bakterilerin çoğaldığı her yerde onlara rastlanılır. Toprakta, sulara, sıcak kanlı hayvanların ve insanların bağırsak florasında daima mevcuttur. Steril şartlarda yetiştirilmiş hayvanlarda barsak florasının belirmesinden hemen sonra, aktif bakteriyofajlar teşekkül eder. Bakteriyofajların aktivitesi daima spesifiktir. Örneğin; koli, tifo, dizanteri grubuna karşı aktif bir faj, hiçbir zaman Clostridium veya koklar üzerinde aktif değildir.

d'Herelle, fajları keşfettiği andan itibaren, suların yüzeyinde fajların oynadıkları role de işaret etti. Dumas, Pasteur Enstitüsünde, Seine nehrinden 1921'de ilk defa bakteriyofajı izole etti. 1959 da Kriss, denizlerde 2.000 metre derinlikte fajların bulunduğunu ortaya koydu.

İnsan ve hayvanların az meskûn bulunduğu yerlerde, sular enterik grubu fajları ihtiva etmezler. Buna mukabil, meskûn bölgelerde enterik fajlar fazla miktarda bulunurlar. Suların kuvvetli kirlenmesi, faj titresini artırdığı gibi, türlerinin de daha fazla olması

* Bu konuda bütün dünyada haklı bir üne sahip bulunan araştırmacının, 3/6/1975 tarihinde Ankara Hıfzıssıhha Okulunda verdiği konferanslardan, aynı okulun Mikrobiyoloji öğretim üyelerinden Doç. Dr. A. Yücel tarafından dilimize çevrilmiştir.

** Fransa, Roscoff Biyolojik Araştırma Enstitüsü araştırmacılarından.

na sebep olur. Bazı fajlar bu koşullarda çok dar bir spesifite arzederler. Bu koşullarda sulara bakteriyofajların araştırılmasının ne kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır. Su numunelerinde fajların az miktarda bulunmaları halinde zenginleştirme yöntemleri kullanılarak çabuk izole edilebilirler. Bakteriyofajların çabuk izole edilmele-ri, koli sayımı için değerli ve tamamlayıcı bir bakteriyolojik yöntemdir. Fransa, İtalya ve Rusya gibi memleketlerde, maden suyunun ve içme sularının analizinde bakteriyofajların araştırılması zorunludur.

Sulardan bakteriyofajların izolasyonu, d'Hérèlle tarafından teklif edilen prensip gereğince genç bakteriler üzerinde fajların araştırılması ile olur. Tam çoğalma halindeki standard bir kültür, suya ilâve edilir. İlâve edilen bu kültür, suda çok az miktarda bile bulunan fajların çoğalmasını sağlar. Bakteri yerine suya standard bakteriyofaj ilâve edilirse büyük bir yanlışlığa sebep olur.

Bakteriyofaj, ml'de ancak 1 milyon bakteri olduğunda bakteriler üzerine yapışır. Burada akla gelen sorulardan biri şudur : Suda bulunan bakterilerde böyle bir çoğalma nasıl olmaktadır? Akla gelen ikinci bir soru da, bulunan faja karşı hassas olan bakterilerin antagonist bakteri florası tarafından çoğalmalarının durdurulması olayıdır.

Suların kirli olup olmadığının ölçülmesinde bakteriyofajın bir endikatör olarak kullanılması için, birçok araştırmacı tarafından pek çok araştırma yapılmıştır. Alınan neticelerin farklılığına rağmen, elde edilen neticelerin çoğunluğu suda enterobakteriyofajların bulunması halinde fekal bir kontaminasyonun olduğunda birleşmişlerdir. Buttiaux, bir gece bekçisi tarafından bir suyun nasıl kirletildiğini, bakteriyofaj arama yöntemi ile tesbit etti. Hiç şüphesiz buna benzer birçok enteresan vak'alar mevcuttur. 1958'de Verde, bu konu üzerinde geniş bir araştırma yaptı. Penna, 1959'da bakteriyofaj yöntemi ile koli sayımını mukayese ederek bir değerlendirme yaptı. Guélin, sulara bakteriyofaj araştırılmasında kantitatif metodu ortaya koydu. Tifo fajının izolmanı için, seçilmiş standard suşların kullanılmasını tavsiye etti.

Enterobakteriyofajlar, bu grubun farklı temsilcileri üzerinde kolaylıkla ortaya konulurlar. Bir suda bu bakteriyofajların bulunması, genel olarak fekal bir kontaminasyona işarettir. Çok spesifik fajların bir suda bulunması, bu suyun benzer bakterileri ihtiva ettiğini düşündürür. Örneğin; perfringens fajının izolmanı, o suda

Cl. perfringens'in varolduğunu düşündürür. *S. typhi* Vi fajının bulunması, o suyun *S. typhi* Vi tarafından kirletildiğine işarettir.

Bazı araştırmacılar, «O antijeni ile tesbit edilen fajların izolmanı o suyun *S. typhi* tarafından kirletildiğini gösterir» demektedirler. Salmonellaların dışındaki diğer mikroorganizmalar üzerinde Vi bakteriyofajının çoğalması olayı henüz aydınlatılmış değildir. Bunlara örnek olarak, Ballerup ve nadir olmakla beraber Vi antijeni ihtiva eden *E. coli*'ler gösterilebilir. Sularda biraz önce adı geçen bakterilerin bulunuşu, şüpheli bir kontaminasyonu düşündürür.

Her ne kadar suda bir bakteriyofajın bulunuşu bir fekal kirlenmeyi gösterirse de, bu kirlenmenin eskiliğini göstermez. Zira, suda bakterilerin yaşama süresi, bakteriyofajlarından daha kısadır. Bakteriyofajlara, bakteriler öldükten uzun bir zaman sonra da sularda rastlanması mümkündür. Bu yüzden, sularda izole edilen fajların miktarına göre kontaminasyonun şiddetini ve böylece eskiliğini tesbit etmeye çalışıyoruz. *S. typhi* Vi bakteriyofajı suda fazla miktarda bulunursa o suyun bu bakteri tarafından kesif bir şekilde kirletildiğine işarettir. Az sayıda bakteriyofaja rastlanması, daha eski veya az önemli bir kirlenme olduğuna dikkati çekmelidir.

Tamise, Sein ve Akdeniz yönüne akan nehirlerden alınan su numunelerinde değişik enterobakteriyofajlar üzerinde mukayeseli bir inceleme yapıldı. Elde edilen neticeler, bu fajların kantitatif değişikliklerinin her enterobakteriyofaj için nisbeten sabit sınırlarda bulunduğu tesbit edildi.

1950 ve 1955 yılları arasında %0,1 ile %00,1 dilüsyonlarında koli fajına ve 1/10 ile 1/100 dilüsyonları arasında tifo fajına rastlandı. *Cl. perfringens* fajına gelince; bunun oranı daha düşük, yani 1 ml sudan daha az miktarlarda asla rastlanılmadı.

Sularda farklı bakteriyofaj türlerinden gözlenen kantitatif değişiklikler, bu suların duyarlı bakterileri ihtiva etme oranları ile direkt ilgilidir. Yani bir su aktif bir bakteriyofaja karşı ne kadar fazla duyarlı bakteri ihtiva ederse, o suda o kadar fazla faj bulunur demektir. Örneğin; *E. coli* fajına, *S. typhi* ve *Cl. perfringens* fajından daha fazla rastlanır.

Vi bakteriyofajının izolmanı, standard *S. typhi* suşları ile yapılır. Suşların seçimi, yöntemin en önemli noktalarından biridir. Yeteri derecede Vi antijenine malik olan *S. typhi* Vi suşlarının çoğu aynı zamanda diğer antijenlerden de bir miktar ihtiva etmeleri nedeniyle, enterik bakteri grubunun diğer polivalan fajlarını da meydana çı-

karırlar. Böyle fajların izolmanları da genel olarak fekal bir kirlenmeyi gösterirlerse de, kesinlikle Salmonella Vi'nin bulunduğunu göstermezler. Bunun için, standard suşlar, a) Çeşitli enterofajlara duyarlılıkları, b) Bu suşlar yardımıyla izole edilen bakteriyofajların etki spektrumu, kontrol edilmelidir. Yani, standard suş, tercihan Vi fajları ile erimelidir. İkinci olarak, bu suş yardımı ile sudan izole edilen bakteriyofajlar yalnız Vi antijenine malik suşları eritmelidirler. Standard suşlar, antijenik karakterlerini çabucak kaybetmeleri korkusu nedeniyle, daima anti - Vi serumu ile kontrol edilmelidir.

Daha iyi sonuçlar elde edebilmek için, o bölge için karakteristik değişik faj tipli bir seri suşa malik olunması şayanı arzudur. Craigie, Felix ve Nicolle tarafından gerçekleştirilen lizotipi yöntemi bu takdirde iyi uygulanabilir.

Bütün bu tedbirlere rağmen, bazen polivalan tifo fajlarının izolmanı ile karşılaşılabilir. Bu gibi hallerde, fajla ilgili çabuk bir idantifikasyona gidilmesi yararlı olabilir.

Genel olarak, küçük Vi bakteriyofajları, kendi türlerinin sınırları içinde özgül bir aktivite gösterirler. Daha büyük olan bakteriyofajlar, bazen polivalan etki gösterdiklerinden, koli tifo ve dizanteri grubunun sayısız üyelerini eritmektedirler. Bakteriyofajların boyutlarının tahminî ölçümü, filtrasyonla yapılır. Küçük boydaki bakteriyofajların büyük plâklar meydana getirdiği gözönüne alınarak, Elford'un klâsik değerlendirilmesi de uygulanabilir.

Değişik boylardaki Tifo Vi fajlarının dağılışı, herhangi bir coğrafi bölge ile sınırlandırılmışa benzemiyor. 1950 ile 1955 yılları arasında Seine, Tamise, Akdeniz ve Atlantik'te yapılan araştırmalarda, aynı fajlara rastlanıyordu. Biz, birkaç yıl sonra yaptığımız araştırmalarda, mevsimlere göre bir değişiklik olduğunu gördük.

Geniş plâklar yapan küçük boydaki bakteriyofajlar, sonbahar ve kış aylarında Seine ve Tames nehirlerinde buntazam olarak görülürler. Buna karşılık, adı geçen bu sularda ilkbahar ve yaz aylarında bu fajlar, yerlerini, küçük plâklar yapan büyük bakteriyofajlara bırakırlar.

Yirmi yıl sonra, Seine nehrinde ne yazın ne de kışın büyük plâklar yapan küçük bakteriyofajlara rastlayamadık. Şu halde, Seine nehri bu yirmi yıl içinde, otoepürasyonu olmayan ve sadece lâğımı bir taşıt aracı gibi taşıyan bir su haline dönüşmüş oluyor, demektir.

Mevsimlere göre küçük ve büyük bakteriyofajların görünüşünde gözlenen bu düzenli değişiklikler, birçok araştırmaların konusu olmuştur ve küçük bakteriyofajların duyarlılıkları günün konusu haline gelmiştir.

Biz, Çapları 15, 20, 25 ve 60 μ m olan 4 faj üzerinde mukayeseli bir araştırma yaptık. Elde ettiğimiz sonuçlara göre, bu fajların termostabilitesi, fiksasyon ısıları, bu fiksasyon için elzem olan elektrolit ve bakterilerin miktarı, yani bütün bu faktörlerin fajların boyutları ile orantılı olduğunu gördük. Bu bakteriyofajların herbiri tarafından teşkil edilen plâkların çaplarının fajların boyları ile ters orantılı olduğunu söylemek mümkün değildir.

İşaretlenmiş sodyum klorür ($^{24}\text{NaCl}$) ile yaptığımız araştırmalarda, küçük bakteriyofajların bakteriler üzerine tesbiti için elzem olan sodyum iyonunun çok büyük miktarlarda olarak ja - bakteri kompleksinin içine girmediğini tesbit ettik. Bu elektrolitin mevcudiyeti (Na), faj - parçacığının diffüzyonu için elzemdir.

Bundan 80 yıl önce Ganj nehri sularının bakterisit kudreti üzerinde Hankin'in gözlemleri, daha sonraları bir hipotezin ortaya konulmasını sağladı. Bu hipotez de, bilindiği gibi, suların oto - epürasyonunda bakteriyofajların aktif katkısının bulunmasıdır.

Bakteriler erimeden önce, faj bakterinin ceperine yapışır. Fajın bakteriye yapışabilmesi için ortamda en az 1 ml'de 1 milyon bakterinin bulunması gerekmektedir. Şu halde, fajın çoğalabilmesi için, tam üreme dönemindeki genç bakterilere ihtiyaç vardır. O halde, bu koşulların nehir sularında mevcut olduğunu düşünmek biraz güç görünmektedir.

Çok miktarda bakteriyofajın suya ilâve edilmesi halinde ne gibi bir olayın geçtiği sorulabilir. Biz bu olayı, gazlı gangren etkenleri üzerine etkili perfringens fajları ile inceledik. Cl. perfringens ile beraber fajını da aynı zamanda bir havuza koyduk. İki gün sonunda bu sudan hem kobaylara inoküle edildi ve hem de besiyerlerinin hiçbirisinde herhangi bir Cl. perfringens üremesi görülmedi. Keza su inoküle edilen kobaylardan herhangi biri hasta bile olmadı. Halbuki, bakteriyofaj ihtiva etmeyen kirli sudan inoküle edilmiş olan şahit kobayların hepsi, klâsik gazlı gangren tablosu göstererek, acınacak bir halde öldüler. Bu sudan besiyerlerine ekim yapıldı; normal Cl. perfringens'in ürediği görüldü.

Bu olayların sonuçlarına göre, bir faj parçacığını tesbit etmiş olan bir bakteri suda yaşadığı müddetçe bu fajla sembiyoz halinde

kaldığı düşünülebilir. Yeterki bu bakteri çoğalmasına uygun bir suda bulunsun. Örneğin, bir bakteri çoğalabilmesi için canlı veya uygun bir ortam bulduğunda bakteriye tesbit edilmiş olan faj da aynı zamanda bakteri gibi çoğalmaya başlar ve genç bakterilerin erimesine sebep olur.

Yukarıdan beri açıklamaya çalıştığımız olaylar, sularda enterik bakteriyofajlar mevcut olduğunda dışkısal (feka) bir kirlenmenin mevcut olduğunu gösterir.

Oldukça özgül olan *S. typhi* Vi fajları, sularda Salmonellaların bulunmasının mümkün olduğunu gösterirler. Suların muayenesinde bakteriyofajların araştırılması, koli sayımını tamamlayıcı bir yöntem gibi kabul edilir. Faj yöntemi çabuk ve basittir ve suyun milyonda bir sulandırılmasında bile fajın izolmanını mümkün kılar.

Bakteriyofajın rolü, yalnız suda bir kirlenmenin olup olmadığını bildirmeye sınırlı kalmaz; aynı zamanda suda bulunan patojen bakterilerin tahrip edildiğini de bize gösterir. Bakteriler sularda mevcut ise, bakteri fajları da tesbit edilebilmektedirler.

S u m m a r y

— I —

THE IMPORTANCE OF ENTERIC PHAGES IN THE HYGIENIC CONTROL OF POLLUTED WATER SAMPLES

Antonina Guélin

In her conference which was presented in Public Health School in Ankara in June 1975, author explains the importance and applicability of phage counts using different strains of enterobacteria.

— II —

**SULARDA SPONTAN BAKTERİYOLİZ OLAYI VE
MİKROPREDATÖR BAKTERİLER**

Antonina Guélin

İnsanoğlu, daima, gerçeğin kesin ve eşyaların değişmez olduklarına inanmak eğilimindedir. Değişmez ve düşünceye bağlı olmayan bilginler de, çoğu kez bu görüşü uygularlar. Bu nedenle, mikrobiyolojideki büyük keşifleri, daima güvensizlik, kıskançlık ve karşı koymalarla karşılanmıştır.

Loeuwolnhoeck tarafından bakterilerin ilk defa görülmeleri ile Pasteur'ün keşifleri üzerinden iki yüzyıl geçmiştir. Pasteur'e, enfeksiyöz hastalıkların orijini üzerindeki en kıymetli keşiflerini yapabilmesi için, 18 yıllık bir süre yeterli olmuştur. Pasteur, bu keşifleri ile yaralanan eski görüş sahipleri tarafından alevlenen saldırılara karşı koymuş; fakat bunu sağlığı ile ödemiştir.

Pasteur'den 20 yıl sonra, alışlagelen geleneğe aykırı görüşü ve bakteriyofajı keşfetmesiyle d'Herelle gelir. Bu keşfinden ötürü, geri dönmek üzere çalışmalarından uzaklaştırılmış ve bu suretle bakteriyofaj üzerindeki araştırmalar kesilmiştir. Altmış yıl sonra, Helmut Stolp, *Bdellovibrio bacteriovorus*'u ile sahnede görülmüştür. Ünlü seleflerinin yollarını o da başarı ile geçmeye muvaffak oldu. Hiç kimse onun keşfi ile ilgilenmedi. Şarlatan olarak muamele gördü. Bir komisyon onu kontrol etti ve bundan sonra, gerçek ortaya çıktı. Stolp'un yaşadığı dönem daha az zalim değildir; fakat, daha anlayışlıdır. Laboratuvarından uzaklaştırılmadı. Tersine olarak, o takdir edilmiştir. Buna rağmen, *Bdellovibrio* üzerindeki araştırmalarına bir daha devam edememiştir.

Stolp, 1962 ve 1963 yıllarında *Bdellovibrio bacteriovorus*'u izole etti ve onu tarif etti. *Bdellovibrio*, boyutları yaklaşık olarak $1.0 \mu \times 0.3 \mu$ arasında ve uzun bir flajele malik, çok hareketli bir bakteridir. Gram - negatif bir bakterinin içine girer ve cidarının altına yerleşir; orada çoğalır ve yavaş yavaş bakteriyi parçalar.

Bdellovibrio, jeloz plâklarının yüzeyine yayılan bakteriler üzerinde, bakteriyofajinkine benzer plâklar meydana getirir. Bir bakteri süspansiyonuna ilâve edilince, orada çoğalmaya başlar ve bakterileri harabeder. Süspansiyon birkaç gün sonra saydamlaşmaya başlar. *Bdello vibrio* adı, etki tarzını açıklar. «*Bdello*» Yunanca bir kelimedir. «Kan emen» anlamına gelir. *Vibrio* da bu bakterinin şeklidir. *Bdellovibrio*, hücre zarlarının şimik yapısı, iki nükleik asidi de ihtiva etmeleri, flajelinin yapısı ve ikiye ayrılarak (binaire) çoğalmaları ile bakterilerin bir benzeridir.

Bdellovibrio, görünümü ile tamamen El - Tor ve Metchnikov vibriosunun aynıdır. Bir kılıfla sarılı, 28μ uzunluğunda bir flajeli vardır. Bu flajeli sayesinde, *Bdello*, inanılmaz bir çabuklukla, saniyede yaklaşık olarak uzunluğunun yüz katı kadar ilerleyebilir. Tesadüfi olarak flajelinin ucu ile bir yere takılınca, saniyede yüz devir kadar bir dönme hareketi yapar.

Bdellovibrio'ya insanda hiç rastlanmaz. Doğal floraya aittir. Yalnız sulara ve toprakta, bulunduğu yere göre, miktarı değişir. Diğer mikroorganizmalar tarafından çok kere meskelenir. Stolp, toprağın gramında 100.000 *Bdellovibrio*'ya kadar rastlamıştır. Biz de, 1966 yılında Nisan ayında, Paris'in lağım suyunda santimetre küpte aşağı yukarı aynı miktarda *Bdellovibrio*'ya rastladık.

Bu kadar korkunç antagonist bir bakteriyi faydalı kılmak için nasıl bir araştırma yapılmalıdır? *Bdello*'nun diğer bakteriler karşısında invitro durumu, az derin suların yüzeylerinde kolayca görülen bakteri türleri arasındaki mücadeleyi andırır.

Doğada böyle bir mücadelenin oluşu, spontan olarak görülen bakteriyoliz fenomeni ile doğrulanmıştır. Bu bakteriyoliz fenomeni, taze olarak alınan bir su numunesi içine konan bakterilerin tamamen parçalanmasından ibarettir. Spontan bakteriyoliz olayı, bütün kıt'aların sularında gözlenmiştir. Avrupa, Amerika ve Avustralya kıtaları, *Bdellovibrio* ihtiva eden yüzey sularına maliktirler. İklim, bakteriyoliz fenomeni üzerine bir etki yapmışa benzemiyor. Bakteriyoliz fenomeni, Afrika sularında görüldüğü gibi, aynı derecede, kutup çemberindeki sulara da görülür.

Spontan bakteriyoliz fenomeni, 20 yıldan fazla bir zaman önce, tarafımızdan gözlenmiştir. *Bdellovibrio*'nun keşfi, bizi bakteriyoliz olayını incelemeye sevketti ve bu olayın bu mikropredatörün bulunuşuna sıkı biçimde bağlı olduğunu gördük. Bununla beraber, henüz bilinmeyen bir veya birkaç etkenin dolaylı olarak görünen tamamlayıcı aktivitesini reddedemedik.

Örneğin, *Salmonellalar*, lağım suyunun ilâvesiyle tamamen yok olurlar. Otoklavda sterilize edilmiş bir suya *Salmonella* ve laboratuvar *Bdello*su katılırsa, burada *salmonellaların* kaybolması kısmîdir. Bu kısmî erime gösteren tüpe lağım suyundan 0,05 ml ilâve etmekle, bulanıklığın tamamen kaybolması sağlanır. Şu halde, lağım suyu, *Bdello*'nun yalnız başına başaramadığı, kültürün berraklaşma olayını yapabilecek, muhtemelen pekçok mikropredatör ihtiva ediyor demektir. Buradaki olayda bir bakteriyofaj söz konusu değildir. Zira, bu olay (prosesüs), tamamen bakteri çoğalması dışında oluşur.

Öte yandan, *Bdellovibrio* konsantrasyonu yüksek olan lağım suyu, büyük miktarda ilâve edilen *Salmonella*, *Cl. perfringens* ve *Cl. histolyticum*'u tamamen eritir. *Salmonella*'nın *Bdellovibrio* tarafından parçalandığı kabul edilirse de, diğer ikisinin yokolduğu nasıl izah edilecektir? Zira, bu son iki bakteri (*Perfringens* ve *histolyticum*), gram - pozitif oldukları için *Bdellovibrio*'ya duyarlı değildir. Şu halde, lağım suyunda, gram - pozitif bakteriler üzerine etkili diğer etkenlerin varolduğu düşünülebilir.

Biz, gram - pozitif bakteriler üzerine etkili olan iki mikropredatör izole ettik. Birçok pasajlardan sonra, bu mikropredatörlerin durumları, mikrop yiyici güçlerinin sık sık değişikliği ile kararsız (instabl) bir hale (yani saprofit bir hale) geldikleri gibi, boylarının görünüşleri de gittikçe hacımlı bir şekil almıştır. Mikropredatörlerimizde görülen bu polimorfizm, mutata laboratuvar şekerli besiyerlerinde yapılan pasajlar sonucu meydana geldi. Bu mikropredatörler, gram - negatif bakteriler üzerinde yapılan birkaç pasajdan sonra çabuk seleksiyona maruz kalırlar. Kùltürleri daha zayıf, şekilleri daha ince olur ve ancak duyarlı konakçı bakterileri üzerinde çoğalırlar.

Cl. perfringens yardımı ile Arkansas sularından izole edilen ve X - pfr diye adlandırılan iki mikropredatörü'n boyu, $1.2 \mu \times 0.3 \mu$ dur. Bu mikropredatör, 0.45μ luk filtrelerden geçen, ince ve kısa, küçük bir çomakçık şeklindedir. Bu mikropredatörlerin küçük boyda olanları, bazen yarı tahrip edilmiş bir bakterinin içine girerek, hücre - içi bir parazit görünümü alırlar.

Bilinen mikropredatörlerin sonuncusunu, Santek, Bretonya'nın küçük bir limanının tuzlu sularından, *Cl. perfringens* yardımı ile izole etti. Bu mikropredatörün görünümü, ince ve uzun bir vibrio şeklindedir. 0.65μ çapındaki süzgeçlerden geçer. Bir flajeli vardır ve çok hareketlidir. Asla bir bakterinin içine girmez.

Bundan sonraki konferansımızda, deniz suyundan yeni izole edilen vibriyon şeklindeki iki predatörden sözedeceğiz. Bunlar da flajelli bir vibriyon şeklindedirler. Boyları küçük ve çok hareketlidirler. Vibriyonun flajelli, küçük ve oldukça sür'atli oluşu, bu mikropredatörlerin, şahsî (sauvage) ve agresif hayata uyumları ile açıklanabilir.

Spontan bakteriyoliz olayına, hijyenik yönden az kirli sularda, yani sarnıç, kuyu ve kaynak suları gibi sularda rastlanmamıştır. Baykal Gölünün, Angara Nehrinin ve Avustralyanın dağlık bölgelerindeki göllerin suları, belli bir zamanda, *Bdellovibrio* ihtiva etmezler. Bununla beraber, bu sulara gram-pozitif bakteriler ilâve edildiğinde, bu bakterilerin bilinmeyen etkenler tarafından parçalandığı görülmüştür. Bütün bu olaylar, gram - negatif bakteriler üzerinde aktif olan mikropredatörlerin doğada mevcut olduğu şeklindeki hipotezimizi doğrulamaktadır.

Bakteriyoliz olayı, suyun fajla kirlenmesi ile artar. Bu olayın spontan şiddeti, bakteriyofaj olayında olduğu gibi suyun kirlenme derecesine bağlıdır. Çeşitli su numunelerinde bulunan bakterilerin sayısı ile bakteriyoliz fenomenin şiddeti üzerinde bir nehrin denize döküldüğü yere kadar mukayeseli bir araştırma yaptık. Elde edilen sonuçlar, bakteriyoliz olayının *E. coli* ve streptokok fekalis'in ve bu arada total bakteri adedinin daha fazla olduğu sularda daha şiddetli bir tarzda meydana geldiğini göstermektedir.

Mikropredatörler de, tamamen bakteriyofajlar gibi bakterilerin bir uydusudurlar. Bu özellik, spontan bakteriyoliz fenomeninde mikropredatörlerden faydalanmanın mümkün olduğunu göstermektedir. Biz, su arıtılmasının bazı dönemlerinde *Bdellovibrio*'nun kullanılması konusunda daha önce bazı önerilerde bulunduk. Böyle bir uygulama, daha önceden bir dizi araştırmayı gerektirecektir. Bu araştırmanın ilk etüdü, sudaki mikropredatör popülasyonunun dinamiklerine ait olanıdır.

Bakteri - predatör kompleksinin durumunu, başlangıçtaki miktarı ile fonksiyonlarını inceledik. Elde ettiğimiz sonuçlara göre,

Bdellovibrio popülasyonunun çoğalmasının konakçı bakteri popülasyonunun yoğunluğu ile ilgili olduğunu saptadık.

Başlangıçta, değişmez miktarlarda *Bdellovibrio* ile çoğalan miktarlarda *Salmonella* bakterileri karşılaştırıldığında, farklı eğriler (kurbalar) elde edilir.

Predatörün çoğalması ve bakterilerin erimeleri, *Salmonellaların* az bir miktarı ile meydana gelmez. Yani, *Salmonellaların* miktarı arttıkça ml'de 500 milyona varması ile, predatörlerin çoğalması da maksimuma ulaşır. Fakat, *Salmonellaların* daha fazla artması, predatörlerin çoğalmasını engeller.

Bir ortamda *Bdellovibrio*'nun miktarı birkaç yüz ile milyon arasında değişirse, çoğalmaları, özellikle deneyin başında ilâve edilen *Salmonella*'ların miktarına bağlıdır. Bu araştırmanın sonuçları, *Bdellovibrio*'nun pratikte uygulanması olanağı üzerinde sonradan yapılacak araştırmalar için hareket noktası olarak kullanılabilir.

Bdellovibrio, çok hızlı hareketi ve yer değiştirmesi, sayısız bakteri türleri üzerinde bol bir tarzda çoğalması sayesinde konakçı bakterileri öldürür ve sularda çoğalan mikroorganizmaların korkunç bir antogonisti gibi görülmektedir. Fakat, sularda yalnız *Bdellovibrio*'nun varolduğu düşünülemez. Muhtemel olarak, sularda *Bdellovibrio*'dan fizyolojik ve morfolojik olarak farklı, henüz bizce bilinmeyen ve sudaki dengeyi sağlayan diğer mikropredatörlerin de mevcut olduğunu kabul etmek gerekir.

Yukarıdaki açıklamalardan sonra, patojen bakterilerin sularda serbestçe gelişebileceklerini düşünmek, oldukça zor görülmektedir.

Benzer bir durum, nehir ve denizlerimizin fazla kirlenmesi nedeni ile gerçek olabilir. Suların kesif kirlenmesi, sulara dışarıdan gelen bakterilerle doğal floranın arasındaki dengeyi bozar. O halde bu dengeyi düzeltebilmek için, suyun epürasyonunun hiç olmazsa bazı dönemleri esnasında bu yokluğu giderip, denge sağlamak zorunluluğu vardır.

Suların oto - epürasyonunda yalnız bakteriyofajın direkt katkısı hipotezi üzerinde daima ihtiyatlı bulunduk. Buna karşılık, *Bdellovibrio*'nun oto - epürasyona aktif olarak katıldığına ve pratikte uygulanmasının düşünülebileceğine inanmış bulunmaktayız.

S u m m a r y**— II —****THE PROCESS OF SPONTANEOUS BACTERIOLYSIS IN
WATER AND MICROPREDATOR BACTERIA****Antonina Guélin**

In her conference presented in Public Health School in Ankara in June 1975, the author summarizes the present knowledge on spontaneous bacteriolysis process in water and gives information on the bacteria which are thought to be mostly responsible for auto-purification of water, with special emphasis on *Bdellovibrio bacteriovorus* strains.