

ZAJEDNIČKI PATOGENI VIŠIH BIOSFERNIH ORGANIZAMA

Dragutin Đukić¹, Leka Mandić¹, Slavica Vesković²

Izvod: U radu se ukazuje na najverovatnije mehanizme, uzroke i epidemiološke posledice zajedništva patogenih bakterija koje žive u organizmu biljaka, životinja i čoveka. U tom pogledu su posebno istaknuti pseudomonasi, ervinije, jersinije, listerije, vibrioni, legionele, salmonele i mikoplazme.

Gljučne reči: bakterija, biljke, životinje, čovek, patogen.

Uvod

Naziv rada može podjednako zbuniti kako specijaliste infektivne patologije čoveka, tako i fitopatologe. Stvar je, međutim, samo u njenoj neuobičajenosti: jedni isti mikroorganizmi nekad se proučavaju odvojeno od strane specijalista različitog profila, naravno, sa različitih stanovišta. Kao primer može da posluži *Pseudomonas aeruginosa* koji je predmet proučavanja lekara (kao izazivač gnojne infekcije čoveka), veterinara (kao izazivač enterita kopitara), fitopatologa (kao izazivač velikog broja bolesti biljaka), i zemljišnog mikrobiologa (kao uobičajeni stanovnik zemljišta i vodenih basena). Slične interdisciplinarne barijere ograničavaju i izopačavaju predstave o pravom životu mikroorganizama u prirodi, o raznolikosti njihovih ekoloških niša i širini adaptivnih mogućnosti (Knapp et al., 2005). U tom pogledu aktuelan je svaki pokušaj uklanjanja takvih barijera na osnovu samo jednog aspekta - “aspekta mikroba”.

Postavljanje pitanja o patogenim bakterijama, koje su zajedničke za čoveka i biljke (Beljakov i dr., 1994; Litvin i dr., 1996; Berg et al., 2005; Mandrell et al., 2009; Đukić i sar., 2011), ništa manje nije osnovano, nego već uobičajeno – o izazivačima (bolestima) koje su zajedničke za čoveka i životinje. Njegova epidemiološka i epizootološka aktuelnost je nesumnjiva, imajući u vidu sve veću ulogu povrtarskih kultura u obolevanju od jersinioze, listerioze i drugih infekcija (Rosset, 1990), kao i ulogu krme u inficiranju stoke. Očigledna je veza sa problemom sapronoza (Somov i Litvin, 1988; Litvin, 1991, 1992).

Nije nam cilj da kroz ovaj rad damo potpuni prikaz ovog problema, već da zapitanošću i argumentacijom skrenemo pažnju istraživača na ovaj problem. Na prvoj etapi moguće je označiti približni krug bakterija, koje žive u biljkama i koje su sposobne da izazovu patologiju kod čoveka, i razmotriti najverovatnije mehanizme, uzroke i epidemiološke posledice takvog zajedništva.

¹ Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija, (lekamg@kg.ac.rs)

² Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Srbija, (slavica@inmesbgd.com)

Najčešći zajednički patogeni biljaka, životinja i čoveka

Pseudomonasi su grupa za koju su podaci, možda, najopsežniji i najinformativniji. Među izazivačima intrahospitalnih infekcija značajno mesto zauzima *Pseudomonas aeruginosa* (Jafaev i Zueva, 1989; de Bentzmann i Plésiat, 2011), međutim, izvesnu ulogu počinju da imaju i drugi pseudomonasi – *P. cepacia*, *P. fluorescens*, *P. putida* (Beljakov i Rjapis, 1988; Irwing et al., 2005; Berg et al., 2005), a patologiju čoveka izaziva ukupno 16 vrsta pseudomonasa (Beljakov i dr., 1990), za koje se do skoro smatralo da su pravi saprofitni ili fitopatogeni mikroorganizmi. Postoje, na primer, podaci o izolovanju *P. cepacia* i čak *P. gladioli* – tipičnog fitopatogena iz disajnog sistema obolelih od cistične fibroze (Christenson et al., 1989).

Upoređivanje sojeva *P. cepacia*, rizosfernog i kliničkog porekla, na osnovu 120 fenotipskih svojstava (Smirnov i dr., 1988), ukazalo je na njihovu sličnost u pogledu fermentacione aktivnosti, spektra ugljenične ishrane i senzibilnosti na antibiotike; razlike su imale adaptivni karakter: sojevi od bolesnika često su posedovali hemolitična svojstva, a kod sojeva iz rizosfere biljaka bila je izraženija antibakterijska aktivnost (Holmes et al., 1998).

Izazivač gnojne infekcije *P. aeruginosa* redovno se izoluje iz najrazličitijih biljaka – kako zdravih, tako i povređenih (Gvozdjak i Jakovleva, 1987; Lugtenberg et al, 2001), pri čemu su sojevi, izolovani iz biljaka, patogeni za životinje, a klinički izolati *P. aeruginosa* ispoljavaju izražena fitopatogena svojstva pri inficiranju različitih biljaka (Gvozdjak i Jakovleva, 1987, Berg et al., 2005). Elektronsko-mikroskopskim ispitivanjima (Zuberer, 1984) je utvrđeno da pseudomonasi kolonizuju vodene biljke (sočivica).

Pseudomonasi mogu imati simbiozne veze i sa nižim biljkama, posebno sa algama. Dokazano je da pseudomonasi aktivno iskorišćavaju organski ugljenik iz proizvoda ekskrecije zelenih algi (Voljberg i dr., 1988). Istovremeno, *P. aeruginosa* i *P. fluorescens* suzbijaju rast kultura *Chlorella vulgaris* i *Nitzschia palea*, a neki pseudomonasi liziraju ćelije *Chlamydomonas*, kao i silikatne alge *Skeletonema* (Gromov, 1976). Između pseudomonasa i silikatnih algi utvrđene su složene interakcije (Baker i Herson, 1977). Pre nešto više od dve decenije otkrivene su i alge sa mikсотрофним tipom ishrane, koje su sposobne da, uporedo sa fotosintezom, upotrebljavaju i bakterije (Nygaard, 1992).

Medicinski značajni pseudomonasi – *Pseudomonas aeruginosa*, *P. cepacia*, *P. fluorescens*, *P. putida* i drugi, odavno su poznati kao fitopatogeni koji napadaju različite biljke (Scroth et al., 1981; Beljakov i Rjapis, 1988; Szolnoki, 1991 i dr.). Krug njihovih domaćina u biljnom svetu veoma je širok: neki pseudomonasi mogu inficirati do 60 vrsta biljaka (Rubin, 1986; Guo et al., 2002).

Ervinije su poznate u fitopatologiji kao veoma rasprostranjeni izazivači bakterijske truleži krompira, a takođe bolesti mnogih kultivisanih biljaka – kupusa, salate, paradajza, krastavca, bostana i dr. (Cortes – Monllor, 1990; Matveeva i Tihonova, 1991; Jaggi et al., 1991; Cazelles, Schwarzel, 1992). Uporedo s tim, dokazana je uloga ervinija u patologiji čoveka, uključujući prehrambene toksikološke infekcije i septicemije (Gvozdjak i dr. 1972, Slaboslickaja i Korobko, 1978), uslovljene toksičnim faktorom izazivača (Sirotinina, 1963; Mironova, 1982). *E. caratovora* se pokazala kao

etiološki agens pri pojavi izraženih prehrambenih trovanja ljudi, koji su konzumirali lubenice zagađene tim ervinijama (Mironova, 1982). Toksin koji se pri tome izdvoji postaje faktor patogenosti kako za biljke, tako i za životinje, pri čemu je njegova fitotoksična aktivnost povezana sa polisaharidnom komponentom, a toksičnost za životinje – sa belančevinskim delom molekule toksina (Mironova, 1982).

Jersinije (*Y. pseudotuberculosis*, *Y. enterocolitica*) imaju sve veći značaj u infektivnoj patologiji čoveka. Za razliku od drugih bakterija, koje su u početku bile poznate kao saprofiti ili fitopatogeni i tek kasnije se ispoljavajući u infektivnoj patologiji čoveka, poznavanje jersinija prolazi obrnuti put: proučavanje epidemiologije infekcija i ekologije njihovih izazivača usmerilo nas je na analizu njihovih veza sa biljkama (Heroven i Dersch, 2014) Obitavjući u obrađenom zemljištu, izazivač pseudotuberkuloze često se registruje u povrću i gomolju (posebno u rizosferi) koje se gaji na tom zemljištu (Kuznecov i dr., 1976; Somov, 1979; Somov i Litvin, 1988; Džjubak i dr., 1989).

Redovno se zapaža porast inficiranosti povrća u toku čuvanja, čak i u odsustvu glodara (Kuznecov, 1990). Oslanjajući se na činjenice o podjednako inficiranosti povrća kako u prisustvu zaraženih glodara, tako i u njihovom odsustvu, Kuznecov (1990) je došao do principijelno važnog zaključka, da se *glodari sami zaražavaju*, jedući povrće inficirano jersinijama. Već je istaknuto da je prenošenje jersinija na glodare prilikom ingestije biljaka dobilo i direktnu eksperimentalnu potvrdu. Eksperimentalno je dokazano aktivno razmnožavanje i višemesečno opstajanje jersinija u povrću i u soku kupusa (Rožkova, 1974; Kolesnikova, 1986), pri čemu se jersinije odlikuju aktivnim hemotaksisom u odnosu na sokove velikog broja povrtarskih biljaka (Besednova i Venediktov, 1986;). Eksperimenti na kulturama biljnih ćelija (Venediktov i dr., 1989) su otkrili pojave adhezije i invazije pseudotuberkuloznog mikroba i njegovo naknadno intracelularno razmnožavanje.

Sva ova istraživanja indirektno su svedočila o pogodnosti biljaka kao životne sredine jersinija, o čemu su ubrzo dobijeni i neposredni dokazi. Iz divljih trava koje su rasle na poljima natapanja, čija su zemljišta bila inficirana jersinijama, izolovane su kulture *Y. enterocolitica* (Gordejko, 1991), a silaža, pripremljena od te trave, bila je inficirana crevnim jersinijama, što je izazvalo visoku zaraženost goveda (Gordejko, 1990, 1991). Iz izdanaka kupusa, gajenog na zemljištu koje je inficirano sa *Y. enterocolitica*, direktnim zasejavanjem je izolovana kultura tih jersinija. U drugim ogledima *Y. pseudotuberculosis* je izolovana u različitim vremenskim periodima do 30 dana iz semena, korenova i listova velikog broja biljaka koje su rasle u inficiranoj vodi, pri čemu se nakon 10 dana jersinije nisu mogle otkriti u samoj vodi (Litvin i dr., 1991; Šustrova i dr., 1991). Samim tim, eksperimentalno je dokazana mogućnost prodiranja jersinija iz zemljišta (vode) kroz korenov sistem unutar biljaka i njihovo postojanje u vegetativnim organima. Slično prolaženje kroz korenov sistem u tkivo biljaka utvrđeno je i za mikoplazme (Ivanov i dr., 1992).

Bakteriološki i serološki je utvrđeno da su fitofage poljske voluharice, koje su hranjene salatam i kupusom, inficiranim preko vode, zaražene sa *Y. pseudotuberculosis* (Šustrova i dr., 1992).

Svodeći podatke o jersinijama, potrebno je pomenuti hipotezu “fitozoonozne” kuge (Rivkus i Mitropoljskij, 1990; Rivkus i dr., 1993). Oslanjajući se na epizootološke podatke, biohemijske osobine biljaka i izazivača kuge, a takođe imajući u vidu vitalnost

Y. pestis na hranljivoj podlozi od korenova pustinjskih biljaka, autori pretpostavljaju da je "fitofaza" osnovna i primarna u ekologiji mikroba kuge, koji se lokalizuje u korenovom sistemu biljaka; dok je "teriofaza" (epizootija) sekundarna, a uslovljena je prenošenjem izazivača sa biljaka na glodare. Na žalost, ne postoji direktna eksperimentalna potvrda ove interesantne hipoteze.

Listerija (*Listeria monocytogenes*), čiju ulogu u patologiji čoveka nije potrebno dokazivati, široko je rasprostranjena kako u zemljištima, tako i u biljkama (Weis, 1975; Weis i Seeliger, 1975; Geršun, 1981, 1988; Đukić i sar., 2008; Skalina i Nikolajeva, 2010; Sant Ana, 2012). Prema podacima Weisa (1975), listerije su otkrivene u 21-44% biljnih uzoraka sa njiva, livada i iz šuma. Pri ispitivanju biljaka iz brezovih šuma Kazahstana listerije su izolovane u 24% uzoraka, sa vodoplavnih livada – u 21% uzoraka, sa stepskih livada – u 9,5%, iz oraničnih zemljišta – u 8,6% uzoraka, pri čemu su mnogi od tih izolata bili patogeni za miševe (Geršun, 1981, 1988). Eksperimentalno je utvrđen rast koncentracije listerija u nesterilnoj biljnoj masi (nadzemni delovi, korenovi) i u silaži u toku 30 dana pri niskim temperaturama (Geršun, 1988). Zahvaljujući aktivnom razmnožavanju, listerije neodređeno dugo (12 godina - vreme posmatranja) žive u biljnim supstratima (Geršun, 1981). Geršun (1988) i Moshtaghi et al. (2003) smatraju da je zemljište primarni rezervoar listerija, odakle one mogu prelaziti u biljke i dalje se prenositi sa krmom na životinje ili sa povrćem na čoveka. Eksperimenti Litvina i saradnika su dokazali prelaženje listerija iz zemljišta u biljke, dugotrajno opstajanje i aktivno razmnožavanje listerija u vegetativnim organima biljaka, a takođe izmenu njihovih patogenih svojstava u toku života u biljci.

Prema podacima Juščenka i saradnika (1990), ukupna zaraženost glodara sa listeriozom u Moskvi iznosi 0,14%. Mada se najčešće zaraženi glodari nalaze u skladištima povrća (brojke, na žalost, nisu navedene), svi ti pokazatelji zaraženosti glodara ovde su, očigledno, manji, nego inficiranosti povrća (3,25%). To ponovo navodi na pomisao da inficiranje povrća u datom slučaju – nije posledica, već uzrok zaraženosti glodara. Karakterističan je maksimalni procenat zaraženosti upravo običnih voluharica – naročito fitofagih glodara.

Listerije su se potpuno adaptirale i na život u asocijaciji sa algama u zemljištu i vodenim basenima o čemu svedoče eksperimentalni podaci Gincburga i saradnika (Litvin et al., 2004).

Vibrioni (*Vibrio cholerae*) pri životu u vodi imaju biocenotičke veze sa vodenim organizmima, uključujući i biljke (Maramović i dr., 1988; Maramović i Narkevič, 1993), mada konkretnih dokaza nema mnogo. Vibrioni eltor su izolovani iz korenova, stabala i listova vodenog zumbula (*Eichornia crassipes*), pri čemu je njihova koncentracija u biljkama bila 300 puta veća, nego u vodi. Eksperimentalno je utvrđen brzi rast brojnosti vibriona u vegetativnim organima vodenog zumbula. Autori zaključuju da te biljke mogu da posluže kao prirodni rezervoari vibriona eltor, obezbeđujući njihov opstanak u periodima između epidemija i doprinoseći realizaciji vodenog puta prenošenja izazivača (Spira et al., 1981).

Eksperimentalno proučavanje sočivice (*Lemna minor*) kao faktora opstanka toksinogenih vibriona kolere (Islam et al., 1990a) pokazalo je njihovu veću vitalnost u biljkama, nego u vodi sa sočivicom (lemnom) ili bez nje. Zaključeno je da te biljke mogu biti pouzdan rezervoar vibriona u vodenim basenima. Isti istraživači (Islam et al.,

1990b) su otkrili aktivno razmnožavanje i dugotrajnu (do 15 meseci) perzistenciju nekultivirajućih vibriona eltor u kulturi cijanobakterija (*Anabaena variabilis*), pri čemu su bakterijske ćelije nakon pet dana prelazile u nekultivirajuće stanje. Autori ukazuju na verovatnu ulogu algi kao rezervoara vibriona kolere u periodu između epidemija.

Poznati su indirektni epidemiološki podaci o povezanosti obolevanja ljudi pri epidemiji kolere u Uzbekistanu sa lubenicama i dinjama, koje su inficirane vibrionima kolere (Muhamedov i dr., 1992).

Legionele (*Legionella pneumophila*) se najčešće nalaze u prirodnim vodenim basenima, koji su naseljeni algama (Fliermans et al., 1981; Fliermans, 1983). Eksperimenti su otkrili satelitni rast legionela na račun proizvoda metabolizma algi *Fischerella sp.*, pri čemu je dinamika razmnožavanja legionela jasno korelirala sa fotosintetskom aktivnošću biljaka (Tison et al., 1980). Opisano je, takođe, aktivno razmnožavanje legionela u biološkim naslagama od algi u sistemima za hlađenje vode (Bateman, 1989), kao i u ćelijama ameba (Molofsky i Swanson, 2004) i zemljištu (Casati et al., 2009).

Salmonele različitih serovarijeteta, čiji su rezervoari životinje, ispoljavaju poznatu vezu i sa biljkama, mada je specijalizovanih istraživanja sasvim malo (Đukić i sar., 2009b). Eksperimentalno proučavanje razmnožavanja *S. enteritidis*, *S. typhimurium* i *S. infantis* u paradajzu pri 22°C ispoljilo je u toku dana značajan rast brojnosti salmonela (Asplund i Nurmi, 1991). Pri epidemiji, izazvanoj sa *S. saint-paul* u Engleskoj, kao izvori zaražavanja ljudi otkrivene su mahune leguminoznih kultura, iz kojih su izolovane kulture salmonela (O'Mahony et al., 1990). Kileso (1993) ukazuje da je krma osnovni put širenja salmonela među domaćim životinjama, a da povrće, voće i drugi biljni proizvodi mogu imati epidemiološki značaj.

Mikoplazme su, kao što je poznato, široko rasprostranjene u prirodi, a određene vrste mogu biti patogene kako za biljke, tako i za čoveka i toplokrvne životinje (Prozorovskij, 1993). To se, pre svega, odnosi na *Acholeplasma laidlawii* – ubikvista, koji napada biljke, insekte, ptice, sisare i čoveka. U poslednje vreme intenzivno se proučavaju spiroplazme kao izazivači bolesti biljaka i životinja; naslućuje se njihova uloga i u patologiji čoveka (Maramorosch, 1981; Tully, 1982 i dr.). Razrađene su predstave o prirodnim žarištima mikoplazmoza biljaka: divljim i kultivisanim biljkama pripada uloga rezervoara, a insekti (cvrčci) se tretiraju kao prenosioci aholeplazme (Vlasov i dr., 1985). Informacija o polipatogenosti mikoplazmi je nepotpuna; mada se u nekim radovima prate veze između mikoplazmi biljaka i insekata, međutim radove koji direktno povezuju fitopatogene mikoplazme sa patologijom čoveka nismo mogli da nađemo.

Interesantni su već pomenuti eksperimenti na interakciji sa biljkama. *Acholeplasma laidlawii* je sposobna da proдре iz zemljišta kroz korenov sistem u vegetativne organe lucerke, izazivajući patološke promene u ćelijama mezofila, koje dovode do remećenja fotosinteze (Ivanov i dr., 1992; Midjannik, 1995).

Veliki broj drugih mikroorganizama, potencijalno patogenih za čoveka, u određenoj meri takođe je povezan sa biljkama, ali su podaci o tome fragmentarni ili indirektni (Emtsev, 2000). *Klebsiele*, uključujući humane patogene, dobro su poznate fitopatolozima i često se mogu naći u povrću i rizosferi ratarskih kultura (Vijaya i Gopala, 1983; Chelius i Triplett, 2000). Zemljišne i fitopatogene klebsiele (*K.*

planticola) ispoljavaju patogena svojstva u odnosu na miševе, a kod *K. pneumoniae*, izolovanih iz bolesnih životinja, otkrivena je azotofiksirajuća aktivnost (Sokolova i Lavrova, 1991). Prema mišljenju Cherwonogrodzky (1993) *brucele* su potekle od fitopatogena, koji su se konzumiranjem zaraženih biljaka prenosile fitofagim životinjama – novim domaćinima izazivača. Bakterije roda *Aeromonas*, kao predstavnici normalne mikrobne zajednice mnogih biljaka, registruju se u biljnim proizvodima (Cercenado, 1989). Mikobakterije (uključujući *M. leprae*) su otkrivene u sfagnumu mahovinaste močvare (Muller i Kazda, 1987). Interesantno je saopštenje o patogenoj gljivi *Cryptococcus neoformans*, koja je specifično povezana sa jednom vrstom eukaliptusa (*Eucalyptus camaldulensis*), usled čega se obolevanje stanovništva sa tom kriptokokozom u Australiji registruje samo u oblastima njegovog uspevanja (Ellis i Pfeiffer, 1990). Pri bakteriološkom ispitivanju biljaka na poljima natapanja iz korova i specijalno gajenog kupusa, osim jersinija, bile su izolovane kulture uslovno-patogenih bakterija – *Enterobacter sakazakii*, *Serratia fonticola*, *Citrobacter freundii*, *Hafnia alvei*, pri čemu su neke od njih otkrivene i u zemljištu na kojem su rasle date biljke (Gordejko, 1991).

Diskusija

Navedeni podaci mogu biti diskutovani sa različitim aspektata:

- u pogledu same činjenice istovetnosti bakterija koje su patogene za čoveka, a žive u biljkama i njihovog značaja za epidemiološku klasifikaciju infektivnih bolesti;
- u pogledu pretpostavljenih mehanizama polipatogenosti i polihostalnosti bakterija i njihovim značajem u razvoju oboljenja i održavanju rezervoara infekcije;
- u pogledu primarnih rezervoara i smerova prenošenja patogenih bakterija pri njihovom kruženju, uz učešće biljaka, životinja i čoveka.

Krug bakterija, koje su sposobne da žive kako u biljkama, tako i u organizmu životinja i čoveka, dosta je širok i raznolik; nesumnjivo je da će se on sa intenziviranjem specijalizovanih proučavanja i dalje popunjavati. Masovne prehrambene toksikoinfekcije čoveka u značajnoj meri su uslovljene upotrebom proizvoda biljnog porekla, posebno sirovog povrća, voća i jela od njih, čije učešće u obroku savremenog čoveka raste (Beuchat, 2002). Vodeću etiološku ulogu pri tome imaju listerije i jersinije (Rosset, 1990). To nije slučajno, ako se imaju u vidu njihova psihrofilna svojstva i sposobnost da se selektivno nakupljaju u biljnim supstratima u uslovima skladištenja povrća u hladnjačama (Somov, 1979, 1988; Somov i Litvin, 1988; Samov i dr., 1991). To je sami vrh ledenog brega - njegov epidemiološki ispoljeni deo: samo naseljavajući kultivisane biljke, koje se koriste kao proizvodi za ishranu ljudi ili krma za domaće životinje, i izazivajući odgovarajuću patologiju, te bakterije privlače pažnju medicinskih ili veterinarskih specijalista. Veze humanih patogena i životinjskih bakterija sa višim biljkama, verovatno su kudikamo šire, raznolikije i čvršće.

Za njihov život su veoma pogodne i niže biljke, posebno različite alge – zahvaljujući velikoj količini vode u njihovim omotačima i organskih materija, koje se lako utilizuju od strane bakterija (Ština, 1984). Uočivši stalne interakcije bakterija sa algama u prirodnim sastojinama, Gromov (1976) ukazuje na različiti karakter tih interakcija: uporedo sa “normalnim bakterijama” zajednice algi, postoje bakterije koje su antagonisti algi, a takođe i

njihovi fakultativni i obligatni paraziti. Među antagonistima algi, koje su potencijalno patogene za čoveka, su bakterije: *E. coli*, *P. aeruginosa*, *P. fluorescens*, *B. subtilis* (Gromov, 1976). Ujedno, poznate su alge sa miksotrofnim tipom ishrane, koje su sposobne da uporedo sa simbiozom utilizuju bakterije (Nygaard, 1992). Slatkovodne zlataste alge (Dinobryon i Uroglena) ingestiraju bakterije tako intenzivno kao i trepljaste protozoe (*Brid*, *Kalff*, 1986), a prema nekim ocenama – čak i više, nego planktonski ljuskari, infuzorije i nematohelminti, zajedno (Saut i Uittik, 1990).

Istovremeno, uporedo sa ingestiranjem ili suzbijanjem rasta bakterija u asocijacijama sa različitim algama, neke patogene bakterije su sposobne da prelaze u nekultivirajuće stanje, stvarajući mirujuće oblike, što je dokazano za vibrione kolere (Islam et al., 1990b) i za listerije.

Karakter interakcija bakterija koje su patogene za čoveka sa višim biljkama takođe nije jednoznačan: u jednom slučaju bakterije imaju ulogu fitopatogena koji izazivaju obolevanje i uginuće biljaka, a u drugom – simbionata rizosfere ili drugih organa, koji štite biljke od patogenih mikroorganizama. Prema Lewisu (1974), interakcije različitih bakterija sa višim biljkama, po pravilu, svode se na dva tipa: mutualizam (biotrofija) i parazitizam (nekrotrofija); kao biotrofi se pojavljuju, na primer, klebsiele, a kao paraziti-nekrotrofi – ervinije ili pseudomonasi. Ovakva podela je, očigledno, uslovna; na primer, postoje podaci da ervinije, jersinije i klebsiele sintetizuju kiselu transeliminazu, koja se koristi za razgradnju pektinskih materija, što izaziva patologiju – "meku trulež" biljaka (Chatterjee et al., 1979).

Interakcije između mikroorganizama i biljaka su složene i duboke, nikako se ne ograničavaju trofičkim vezama. Na primer, korenovi velikog broja biljaka izlučuju u zemljište nisko-molekularna organska jedinjenja (flavone, flavonoide i dr.), koja izazivaju hemotaksis bakterija prema korenovima i aktiviraju transkripciju gena virulentnosti kod fitopatogenih bakterija (Peters et al., 1986; Berg et al., 2002). Pod uticajem biljke-domaćina povećava se genetička raznolikost bakterijske populacije i raste učešće bakterija koje su sposobne za efektivnu simbiozu (Tihonovič i Provorov, 1993; Emtsev, 2000; Hacker and Carniel, 2001; Emtsev i sar., 2010).

Na osnovu svega izloženog može se tvrditi da su prirodne veze patogenih bakterija sa različitim biljkama toliko uobičajene i zakonite u prirodi, kao i njihove poznate veze sa životinjama. Međutim, teško da je zakonito postavljati pitanje o izdvajanju u epidemiološkoj klasifikaciji infektivnih bolesti određene klasifikacione grupe fitonoza. Stvar je u tome, što znatan deo bakterija, koje su zajedničke za čoveka i biljke čine bakterije koje su sposobne kako za različite oblike parazitizma, tako i za saprofitski tip ishrane. Upravo i samo postavljanje razmatranog pitanja rezultat je proširivanja naših znanja o prirodi bolesti, koje su svojevremeno izdvojene u grupu sapronoza. Reviziji se nije podvrgavala elementarna predstava o tome da je principijelna razlika izazivača te grupe bolesti od izazivača antroponoza i zoonoza prilagođenost rezervoara na spoljašnju sredinu (zemljište, voda). U isti mah postalo je jasno da to nije samo abiotička sredina, kao što logično proizilazi iz termina "saprofit" i pretpostavlja prisustvo "slučajnog parazitizma". Postoji osnova da se smatra opravdanim pojam slučajnog parazitizma, kada se govori o parazitizmu te grupe mikroorganizama u organizmu čoveka. Parazitizam, pak, kod protozoa, nižih i viših biljaka za njih, verovatno, nije slučajna, već obligatna pojava u prirodnim uslovima spoljašne sredine.

Celina nagomilanih znanja omogućava da se pouzdano govori o dva principijelna tipa rezervoara izazivača infektivnih bolesti čoveka: organizam čoveka (antroparazitizam) i rezervoari izvan čoveka, koji su uslovljeni različitim oblicima zooparazitizma (terioparazitizam, protoparazitizam i dr.), a takođe fitoparazitizma, uz učešće ili bez učešća (za određene mikroorganizme) čisto saprofitskog života. U meri akumulacije znanja preciziraće se ekološka grupacija bolesti čoveka, koje izazivaju izazivači iz rezervoara koji se nalaze izvan čoveka.

Sposobnost mikroorganizama da izazivaju patologiju kako kod biljaka, tako i kod čoveka (a takođe kod mnogih životinja) svedoči o njihovoj polipatogenosti. U odnosu na mehanizme koji uslovljavaju mogućnost da se izazove patologija kako kod biljaka, tako i u organizmu čoveka (i toplokrvnih životinja), može se izložiti veliki broj više ili manje argumentovanih razloga, jer specijalnih radova na tu temu, na žalost, nema.

Polipatogenost, očigledno, pretpostavlja postojanje univerzalnih mehanizama koji omogućavaju postojanje bakterija u organizmu biljaka, životinja i čoveka na svim stadijumima interakcije sa domaćinom. Adhezija za površine je zajednička funkcija bakterija u bilo kojoj životnoj sredini. Ultrastrukturalna analiza je otkrila adheziju i kolonizaciju pseudomonasa, klebsiela i salmonela na biljnim tkivima; bakterije rastu u obliku kolonija sa stvaranjem zaštitnih pokrivača, čiju osnovu čine intercelularne niti, koje nose adhezine (Kulikovskij i dr., 1990; Morris et al., 1998). Utvrđeno je da sojevi *P. aeruginosa*, koji stvaraju sluz, imaju prednosti u infektivnom procesu - kako kod životinja, tako i kod biljaka (Smirnov i Kiprianova, 1990; Ernest et al., 2003).

Analizirajući mehanizme polipatogenosti pseudomonasa, Beljakov i Rjapis (1988) ukazuju na sličnost velikog broja strukturalnih i funkcionalnih svojstava kod toplokrvnih životinja i biljaka, koja su važna za postojanje izazivača; s druge strane, sami pseudomonasi sadrže čitavu garnituru univerzalnih faktora patogenosti. Tako se, na primer, u procesima adhezije i invazije polipatogenost može uslovljavati sličnošću strukture površinskih biopolimera kod životinja (čoveka) i biljaka, a cilije pseudomonasa omogućavaju adheziju i za biljne supstrate (Rubin, 1986). Veliki broj trofičkih enzima pseudomonasa služe kao faktori patogenosti kako za toplokrvne životinje, tako i za biljke; na primer, neuraminidaze se odlikuju širokim dijapazonom supstrate specifičnosti. Egzopolisaharid (glikokaliks) pseudomonasa je faktor patogenosti, koji se suprotstavlja kao zaštitnim sistemima biljaka, tako i imunom sistemu sisara (Beljakov i Rjapis, 1988; Beljakov i dr., 1990; Smirnov i Kiprianova, 1990). Univerzalnost jednog od važnijih faktora patogenosti - otpornosti na fagocitozu - manifestuje se istovetnošću ultrastrukturalnih promena kod fagocita sisara i kod slobodnih infuzorija pri interakciji sa pseudomonasima ili njihovim citotoksinom (Puškareva i dr., 1991).

Razmatrani mikroorganizmi se karakterišu ne samo polipatogenošću, već i polihostalnošću; organizam čoveka se ne pojavljuje u ulozi specifičnog domaćina i ne učestvuje u podržavanju rezervoara infekcije. Verovatno da je prelaz od saprofitske faze postojanja razmatranih mikroorganizama na parazitsku fazu uslov formiranja varijanata, koje se karakterišu ne samo visokom virulentnošću, već istovremeno i polipatogenošću. U istraživanjima sa jersinijama pokazano je da otpornost na fagocitozu naglo raste pri pasažama kroz protozoe (Puškareva i Litvin, 1991). Time se, očigledno, i objašnjava činjenica da u prisustvu rezervoara izazivača (na primer, legionela) u okruženju ljudi,

njihovo obolevanje se zapaža samo pri određenim uslovima kada cirkuliše epidemična, preciznije - epizootična varijanta izazivača.

Razmatrani mikroorganizmi se odlikuju sposobnošću da kao domaćine koriste kako na desetine pa čak i stotine vrsta različitih biljaka, tako i najrazličitijih životinja – protozoa, mekušaca, insekata i drugih beskičmenjaka, a takođe riba, ptica, sisara i, na kraju, čoveka (polihostalnost). Pri tome ljudi (a u velikom broju slučajeva i toplokrvne životinje) mogu da posluže samo kao epizodni domaćini, ne igrajući autonomnu ulogu rezervoara i ne opredeljujući postojanje takvih bakterija u prirodi. Može se smatrati da je polihostalnost pogodna za mikroorganizme, osiguravajući najveću otpornost bakterijskih populacija u ekosistemima i maksimalnu trajnost (pouzdanost) njihovog postojanja u promenljivim uslovima sredine.

S jedne strane, u skaldu sa principom adaptivnog polimorfizma, mikroorganizmi sa širokim metaboličkim mogućnostima, koji su sposobni da u prirodi zauzimaju različite ekološke niše (zahvaljujući polipatogenosti i polihostalnosti), imaju prednost u odnosu na usko specijalizovane parazite (Hunter i Fraser, 1990). S druge strane, evolucija se karakteriše izraženim procesima specijalizacije, koji su izanalizirani, posebno u pogledu pseudomonasa (Beljakov i dr., 1990). Tim procesima je uslovljeno formiranje i izazivača antropozoa - ne samo monohostalnih, već i prilagođenih na mesta osnovne lokalizacije u organizmu čoveka. Ova pojava još uvek nije razjašnjena. Prema slikovitim rečima jednog od biologa, verovatno je opravdana i u biološkom pogledu teza, sadržana u osnovnoj formulaciji: "Onaj ko se o svemu brine, ništa ne ume dobro učiniti". Uporedo s tim, izražena heterogenost populacija mnogih izazivača (uzročnika bolesti) sa rezervoarima izvan čoveka doprinosi širokoj adaptivnoj promenljivosti, koja se realizuje selektivnim procesima, koji su efikasniji od mutacionih procesa (Beljakov i dr., 1988; Hunter i Fraser, 1990; Đukić i sar., 1999, 2001).

Konačno, poslednje pitanje – o primarnosti rezervoara i prioritarnim pravcima prenošenja patogenih bakterija između biljaka i čoveka (životinja). U paru "biljka - čovek" odgovor kao da je jednoznačan: opštepoznato je zaražavanje pseudotuberkulozom, crevnom jersiniozom, listeriozom, nizom crevnih toksikoinfekcija pri upotrebi sirovog povrća, voća i jela od njih. Slično tome, očigledna je uloga biljnih krmiva, posebno silaže, u zaražavanju domaćih životinja listeriozom, jersiniozom i velikim brojem drugih infekcija. Istovremeno, u odnosu na divlje i sinantropne glodare vlada obrnuti stav: većina specijalista jednodušna je u tome da se jersinije, na primer, prenose od glodara na povrće (u procesu inficiranja sa ekskretima); saglasno tome, glodarima se pripisuje uloga primarnih izvora izazivača infekcija. Kao argument koji ide u korist tome često služi visoka korelacija između pokazatelja zaraženosti glodara i inficiranosti povrća u skladištima; ali, u tom slučaju, takva korelacija u istoj meri može svedočiti i o suprotnom smeru prenošenja jersinija – od povrća prema glodarima! Specijalna istraživanja – poljska i laboratorijska, izvršena nezavisno od strane različitih specijalista, i u različitim vremenskim periodima (godinama), na osnovu različitih prilaza, ukazuju na to da se i glodari, slično čoveku ili domaćim životinjama, pojavljuju kao "žrtva", krajnja karika kruženja jersinija (i, verovatno, mnogih drugih bakterija) u lancu "zemljište – biljka – životinja (čovek)". Čitalac bez predubedenja otkriće mnogo argumenata i direktnih dokaza u korist dominacije upravo takvog pravca prenošenja patogenih bakterija i, dakle, *primarne* rezervoarne uloge biljaka u odnosu na toplokrvne

životinje i čoveka. Tome u prilog idu činjenice primarnog inficiranja povrća na njivama; rasta njihove inficiranosti u skladištima povrća, nezavisno od glodara; spontana zaraženost biljaka (divljih trava) na poljima natapanja; eksperimentalni dokazi postojanja jersinija u biljkama; mogućnosti njihovog prolaženja po lancu “zemljište – biljka – glodari”.

Danas već ima mnogo osnova za tvrdnju da biljke mogu biti prirodni rezervoar patogenih bakterija i izvor zaražavanja čoveka (toplokrvnih životinja), kao što je to odavno priznato u pogledu životinja pri zoonoznim infekcijama. Predlažu se novi prilazi analizi ekologije izazivača infektivnih bolesti čoveka sa rezervoarima izvan čoveka.

Svemu tome se može dodati sledeća zakonomernost ili tendencija: izazivači mnogih prirodno-žarišnih infekcija, koji su sposobni da žive u zemljištima i vodenim basenima, zbog nečega imaju upravo *fitofage* glodare kao osnovne domaćine. Dobro je poznato da su osnovni domaćini leptospira *Grippo typhosa* u prirodnim žarištima različitih "pejzažnih" zona na čitavom prostoru širokog areala izazivača voluharice roda *Microtus* i severnog lemura. Upravo fitofagnost kao primarno svojstvo poslužilo je kao osnova za objedinjavanje različitih vrsta glodara u ekološki jedinstvenu životnu formu nosača datih leptospira (Litvin, 1988b); nije isključeno da će se pokazati da je taj kriterijum pogodan za karakterizaciju životnih oblika domaćina izazivača velikog broja drugih infekcija. Mikrob tularemije je, isto tako, tesno povezan sa fitofagim voluharicama (*Arvicola*, *Microtus*, *Ondatra*) i zečevima u prirodnim žarištima različitog tipa. Primetili smo da među velikim sisarima kao nosači sapronoznih infekcija različite etiologije (leptospiroze, klostridioze, crni prišt idr.) najčešće služe fitofagi kopitari – kako divlji, tako i domaći.

Zaključak

Teško da navedene činjenice, mogu svrstati u kategoriju slučajne podudarnosti. Uzdržavajući se od pre nagljenih zaključaka, mi želimo skrenuti pažnju na ovu okolnost: može se pokazati da su biljke ta “nedostajuća karika” koja će sasvim povezati naše nepotpune i ponekad protivurečne predstave o prirodnim rezervoarima i putevima kruženja patogenih mikroorganizama u prirodi – zemljišnim (vodenim) i nadzemnim ekosistemima. Pa, upravo biljke služe kao glavna spojna karika između zemljišnih i nadzemnih ekosistema, čije je nerazrušivo jedinstvo svojstveno prirodnim žarištima zoonoznih i sapronoznih infekcija.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta “Poboljšanje genetičkog potencijala i tehnologija proizvodnje krmnog bilja u funkciji održivog stočarstva” – TR 31057 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

Baker K.H., Herson D.S. (1977). Algal-Bacterial interactions in a mariculture system. Abstr. Ann. Meet. Amer. Soc. Microbiol. New Orleans, p.169.

- Beljakov V.D., Litvin V.Ju., Emeljjanenko E.N. (1994). Patogenie bakterii, obiščie dlja čeloveka i rastenij. *Patogen. bakt. v soobščestvah*. M., s. 11-23.
- Beljakov V.D., Rjapis D.A. (1988). Saprofiti medicinskogo značenija i priroda ih polipatogenosti na primere *Pseudomonas*. *Ekol. vozbud. sapronozov*. M., s. 7-20.
- Beljakov V.D., Rjaps L.A., Iljuhin V.I. (1990). *Psesvdomonadi i psevdomonozii*. M., Medicina.
- Berg G., Eberl L., Hartmann A (2005). The rhizosphere as a reservoir for opportunistic human pathogenic bacteria. *Environmental Microbiology*, 7 (11), 1673–1685.
- Berg G., Roskot N., Steidle A., Eberl L., Zock A., and Smalla K. (2002). Plant-dependent genotypic and phenotypic diversity of antagonistic rhizobacteria isolated from different Verticillium host plants. *Appl Environ Microbiol* 68, 3328–3338.
- Besednova N.N., Venediktov V.S. (1986). *Izučenie hemotaksisa bakterij psevdotuberkuleza k sokam iz ovaščej*. Psihrofil. Patogen. Mikroorgan. Novosibirsk, s.56-57.
- Beuchat L.R. (2002). Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. *Microbes and Infection*, 4 (4), 413–423.
- Brid D.F., Kalf J. (1986). Bacterial grazing by planktonic lake algae. *Science*, 231, 493-495.
- Casati S., Gioria-Martinoni A., Gaia V. (2009). Commercial potting soils as an alternative infection source of *Legionella pneumophila* and other *Legionella* species in Switzerland. *Clin. Microbiol. Infect.*, 15, 571–5.
- Cazelles O., Schwarzel R. (1992). Enquete sur les bacterioses causees par *Erwinia* dans les cultures de plants de pommes de terre en Suisse romande. *Rev. Suisse agar.*, 24, (4), 215-218.
- Cercenado E. (1989). *Aeromonas*. *Enferm. Infec. Microbiol. Clin.*, 74 (2), 61-63.
- Chatterjee A.K., Buchanan G.E., Behrens, M.K. (1979). Synthesis and excretion of Polyga-lacturonic acid trans-eliminase in *Erwinia*, *Yeersinia* and *Klebsiella* species. *Canad. J. of Microbiol.*, 25 (1), 92-102.
- Chelius M.K., and Triplett E.W. (2000). Immunolocalization of dinitrogenase reductase produced by *Klebsiella pneumoniae* association with *Zea mays* L. *Appl Environ Microbiol* 66, 783–787.
- Cherwonogrodzky J.W. (1993). *Brucella* antigens-old dogmas, new concepts. *Rew. Lat.-Amer. Microbiol.*, 35, 339-344.
- Christenson J.C., Welch D.F., Mukwaya G., Muszynski M.J., Weaver R.E., Brenner D.J. (1989). Recovery of *Pseudomonas gladioli* from respiratory tract specimens of patients with cystic fibrosis. *J. Clin. Microbiol.*, 27 (2), 270-273.
- Cortes-Monllor A. (1990). *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*, causal agent of soft rot disease in some crops in Puerto Rico. *J. Agn. Univ. P.R.*, 74 (1), 83-92.
- de Bentzmann S., Plésiat P. (2011). The *Pseudomonas aeruginosa* opportunistic pathogen and human infections. *Environ Microbiol.*, 13 (7), 1655-65.
- Dzjubak V.F., Maramovič A.S., Lisanov Ju.I. (1989). Epidemiološkičkaja psevdotubserkuleza v periodi preobladanija epidemičeskikh vspišek i sporadičeskoj zaboлеваemosti. *Jersiniozi. Vladivostok*, 1, 83-84.
- Đukić D. Jemcev V.T., Mandić L. (2011). *Sanitarna mikrobiologija zemljišta*, Budućnost, Novi Sad, 502 str.

- Đukić D., Mandić L., Marijana Pešaković, Božarić Lidija (2009b). Perzistencija salmonela u rizosfernom zemljištu i biljkama. *XIV Savetovanje o biotehnologiji*, Čačak, 27-28. Mart. Zbornik radova, 14 (15), 27-30.
- Đukić D., Mandić L., Pešaković M. (2008): Listerije u biljkama – izvor inficiranja domaćih životinja i čoveka. *XIII savetovanje o biotehnologiji*, Čačak, 28- 29. Mart. Zbornik radova, (13) 14, 61-64.
- Đukić D., Janjić S., Mandić L. (1999). Microbial contamination of the air inside the in S. Sarajevo. “Microbiologia Balkanica”, *First Balkan Conference of Microbiology*, 5-9 October, Plovdiv-Bulgaria, s. 114.
- Đukić D., Janjić S., Mandić L. (2001): Microbe contamination of the air of primary school in S. Sarajevo. *IX Yugoslav congress of preventive medicine with international participation*, Tara, 219-220.
- Ellis D.H., Pfeiffer T.J. (1990). Natural habitat of *Cryptococcus neoformans* var.gattii. *J.Clin. Microbiol.*, 28 (7), 1642-1644.
- Emtsev V.T. (2000). *Klebsiella planticola* endophyte rhizobacteria and its interaction with plants. *Acta Agriculturae Serbica*, 10: 77-85
- Emtsev V.T., Sokolova A.Y., Selitskaya O.V. (2010). Protective effect of *Klebsiella* bacteria on lawn grasses under conditions of soil salinization. *Eurasian Soil Sci.* 43(7), 771-776.
- Ernst R.K., D'Argenio D.A., Ichikawa J.K., Banger M.G., Selgrade S., Burns J.L., et al. (2003). Genome mosaicism is conserved but not unique in *Pseudomonas aeruginosa* isolates from the airways of young children with cystic fibrosis. *Environ. Microbiol.*, 5, 1341–1349.
- Fliermans C.B. (1983). Autecology of *Legionella pneumophila*. *Rki-Ber.*, 2, p.52-57.
- Fliermans, C.B., Orrison L.H. (1981). Ecological distribution of *Legionella pneumophila*. *Appl. Environm. Microbiol.*, 41(1), 9-16.
- Geršun V.I. (1988). Ekologija listerij i puti ih cirkuljacii v prirodnom očege. *Ekol. vzbud. sapronozov.* M., s. 80-85.
- Geršun V.I. (1981). *Listerioz seljskohozjajstvennih životnih*. Alma-Ata.
- Gilardi G. L. (1972). Infrequently Encountered *Pseudomonas* Species Causing Infection in Humans. *Ann Intern Med.*, 77 (2), 211-215.
- Gordejko V.A. (1991). Cep cirkuljacii iersinij v agrocenoze i epidemičeskoe ejo pojavlenie. *Potencialjno patogennie bakterii v prirode.* M., s.75-85.
- Gordejko V.A. (1990). Puti cirkuljacii i epidemiološkičeskoe značenje jersinij v agrocenezah. *Diss... kand. med. nauk.* M.
- Gromov B.V. (1976). *Mikroorganizmi - paraziti vodoroslej.* L., LGU.
- Guo X., van Iersel M.W., Chen J., Brackett R.E., Beuchat L.R. (2002). Evidence of Association of Salmonellae with Tomato Plants Grown Hydroponically in Inoculated Nutrient Solution. *Applied and Environmental Microbiology* 68, 3639-3643.
- Gvozdjak R.I., Jakovleva L.M. (1987). Ob osobennostjah patogennosti *Pseudomonas aeruginosa*. *ŽMEI*, No 3, 3-5.
- Gvozdjak R.I., Korobko A.P., Lemeščenko G.P. (1972). Patogennie svojstva vzbuditelja sosu-distogo bakterioza ogurcov *Erwinia toxica* dlja teplokrovnih životnih. *Mater. konf. po bakt. bolezni. rastenij.* Kiev, s.22-23.

- Hacker J., and Carniel, E. (2001). Ecological fitness, genomic islands and bacterial pathogenicity. *EMBO Rep.*, 2, 376–381.
- Heroven A.K., Dersch P. (2014). Coregulation of host-adapted metabolism and virulence by pathogenic *yersiniae*. *Front Cell Infect Microbiol.*, 4:146. doi: 10.3389/fcimb.2014.00146
- Holmes A., Govan J., and Goldstein R. (1998). Agricultural use of Burkholderia (*Pseudomonas*) cepacia: a threat to human health? *Emerg Infect Dis.*, 4(2), 221–227.
- Hunter P.R., Fraser Ch.A.M. (1990). Application of the theory of adaptive polymorphism to the ecology and epidemiology of pathogenic Yeasts. *Appl. Environm. Microbiol.*, 56 (7), 2219-2222.
- Irving W. L., Ala'Aldeen D.A.A., Boswell T. (2005). edit. Owen E. *Medical Microbiology*, Taylor and Frensis Group, 141-144.
- Islam M.S., Drasar B.S., Bradley D.J. (1990b). Long-term persistence of toxigenic *Vibrio cholerae* 01 in the mucilaginous Sheath of a blue-green alga, *Anabaena variabilis*. *J.Trop. Med.and Hyg.*, 93 (2), 133-139.
- Islam M.S., Drasar B.S., Bradley D.J. (1990a). Survival of toxigenic *Vibrio cholerae* 01 with a common duckweed, *Lemna minor*, in artificial aquatic ecosystems. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. and Hyg.*, 84 (3), 422-424.
- Ivanov P.I., Hajderova G.A., Baranova E.B. (1992). *Proniknovenie mikoplazm v rastenia čerez korneviju sistemu*. *Mikroorg. v sel. hoz. Puščino*, s. 69-7.
- Jafaev R.H., Zneva L.P. (1989). *Epidemiologija vnutriboljničnoj infekcii*. L., Medicina.
- Jaggi W., Obertholzer H.R., Winiger F.A. (1991). Jambe noire et pourriture bacterienne de la pomme de terre provoques par *Erwinia caratovora*. *Rev. Suisse Agr.*, 23 (6), 341-347.
- Juščenko G.V., Siljvesrstova T.N., Alekeeva L.K. (1990). Nekotarie aspekti problemi listerioza. *Vopr. region. gig., sanit. i epidemiol. Jakutsk*, 3, 202-203.
- Kileso V.A. (1993). *Salmonellezi. Rukov. po epidemiol. infekc. boleznej*. M.: Medicina, T.2, s.14-29.
- Knapp S., Schultz M.J., Van der Poll T. (2005). Pneumonia Models and Innate Immunity to Respiratory Bacterial Pathogens. *Shock* 24, 12-18.
- Kolesnikova V.V. (1986). *Rolj počvi v ekologii psevdotuberkuleznogo mikroba. Psihrofil. patog. mikroorg.* Novosibirsk. s. 68-73.
- Kulikovskij A.V., Pavlova I.B., Ajvazjan M.A. (1990). Povedenie mikrobnog populjacii vo vnešnej srede. *Vestn. s-h. nauki*, No 12, s.101-104.
- Kuznecov V.G. (1990). Inficirovannost grizunov vozбудitelem v očagah i vne očagov psevdotuberkuleza - daljnevostočnoj skarlatinopodobnoj lihoradki (DSL). *Vopr. region. gig., sanit., epidemiol. Jakutsk*, 3,178-179.
- Kuznecov V.G., Rakovskij V.I., Valekžanin V.S. (1976). Izučenie epidemiologii daljnevostočnoj skarlatinopodobnoj lihoradki v Primorskome krae. *Soobščenie 3. Videlenie psevdotuberkuleznogo mikroba iz počvi i rolj povi v rasprostsrannenii infekcii. ŽMEI*, 7, 138-139.
- Lewis D.H. (1974). *Microorganisms and plants: the evolution of parasitism and mutualism. Evolut. In the Microb. World*. Cambridge univer. Press, 367-392.

- Liddell C. M., Park J. L. (1989). Enhanced Colonization of Pea Taproots by a Fluorescent Pseudomonad Biocontrol Agent by Water Infiltration into Soil. *Ecology and Epidemiology*, 79 (2), 1327-1332.
- Litvin V.Ju. (1991b). *Potencialnaja patogennost i slučajnij parazitizm mikroorganizmov. Potencialno patogennie bakterii v prirode*. M., s. 9-39.
- Litvin V., Pushkareva V., Emelianenko EN (2004). Biocenosis of the natural foci of sapronotic infections (the results of 15-year observations). *Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol*, 4, 102-108.
- Litvin V. Ju. (1988a). Obščie zakonomernosti i mehanizmi suščestvovanja patogennih mikroorga-nizmov v počvennih i vodnih ekosistemah. *Ekologija vozбудit. sapronozov*. M., s. 20 – 34.
- Litvin V. Ju., Šustrova N.M., Gordejko V.A. (1991). Eksperimentalnoe izučenie jersinij v rastenijah. *ŽMEI*, 9, 5-7.
- Litvin V.Ju. (1996). Ekosistemnij puskovoj mehanizm epidemičeskogo pojavljenija sapronozov (na primere holeri eljtor. *ŽMEI*, 3, 11-15.
- Litvin V.Ju. (1992). Slučajnij parazitizm mikroorganizmov. *Žurnal. mikrobiol.*, 1, 52- 55.
- Lugtenberg B.J.J., Dekkers L., Bloemberg G.V. (2001). Molecular Determinants of Rhizosphere Colonization by *Pseudomonas*. *Annual Review of Phytopathology* 39, 461-490.
- Mandrell R.E. (2009). *Enteric Human Pathogens Associated with Fresh Produce: Sources, Transport and Ecology*. In: Fong X., Niemira B.A., Doona C.J., Feeherry F.E., Gravani R.B. (eds), *Microbial Safety of Fresh Produce*. Wiley-Blackwell, 5-41.
- Maramorosch K. (1981). Spiroplasmas: agents of animal and plant diseases. *Bio Science*, 31 (5), 374-380.
- Maramovič A.S., Narkevič M.I. (1993). *Holera. Rukov. po epidemiol. infekc. boleznej*. M.: Medicina, 2, 84-104.
- Maramovič A.S., Pinigin A.F., Ganin V.S. (1988). Saprofitičeskaja faza v ekologii holernogo vibriona. *Ekol. Vozbud. Sapronozov*. M., 52-65.
- Matveeva E.V., Tihonova T.N. (1991): Bakteriozi podsolnečnika. *Zaščita rastenij*, 7, 55-56.
- Midjannik G.A. (1995). Puti inficirovanija mikoplazmami rastenij ljucerni i ih vlijanie na obrazovanie i effectivnost bobovo-rizobialjnogo simbioza. *Avtoref. diss...kand. biol. nauk*. M.
- Mironova I.K. (1982). *Priroda i funkcionalnije osobennosti toksičeskogo faktora Erwinia carotovora var. citrullis*. Diss...kand. biol. nauk. Saratov.
- Molofsky A.B., Swanson M.S. (2004). Differentiate to thrive: lessons from the *Legionella pneumophila* life cycle. *Mol. Microbiol.*, 53, 29–40.
- Morris C.E., Monier J.M., Jacques M.A. (1998). A technique to quantify the population size and composition of the biofilm component in communities of bacteria in the phyllosphere. *Appl. Environ. Microbiol.*, 64, 4789–4795.
- Moshtaghi H., Garg S.R., Mandokhot U.V. (2003). Prevalence of *Listeria* in soil. *Indian J. Exp. Biol.*, 41, 1466-1468.
- Muhamedov S.M., Inževatova M.V., Seredin V.G. (1990). Vspiška holeri eltor v Samarkandskoj oblasti Uzbekistana v 1990. g. *ŽMEI*, 9, 34-37.

- Müller K., Kazda J. (1987). Zum Vorkommen von Mycobacterien in der Sphagnum-Vegetation der Paramo - Moore Sedkolumbiers. *Telma*, 17, 221-229.
- Nygaard K. (1992). Mixotrophic algae in marine fjords and coastal waters: special composition and grazing rates. *Abstr. 6 Intern. Symp. Microbiol. Ecol.* Barcelona, p.38.
- O'Mahonij M., Cowden J., Smith B. (1990). An outbreak of Salmonella saint.paul infection accotiated with beansporouts. *Epidemiol. Inf.*, 104, (2), 229-235.
- Peters N.K., Frost J.W., Long S.R. (1986). A plant flavon luteolin induces expression of Rhizo-bium meliloti nodulation genes. *Sci.*, 233, (4764), 977-980.
- Prozorovskij S.V. (1993). *Mikoplazmozi*. Rukov. po epidemiol. infekc. boloznej. M.: Medicina, T.1, s. 345-357.
- Puškareva V.I., Litvin V.Ju., Konstantinova N.D., (1991). Infuzorii kak hozjaeva jersinij i psevdomonad. *Potene. patog. bakt. v prirode*. M., s.50-60.
- Puškareva V.I., Litvin V.Ju., Konstantinova N.D. (1991). Usilenie virulentnosti *Yersinia enterocolitica* v processe passivovanja čerez makrofagi i infuzorij. *ŽMEI*, 7, 2-5.
- Rivkus Ju.Z., Mitropoljskij Bočkarev V.M. (1993). Pustinnaja rastiteljnost kak vozmožnij komponent čumnogo parazitocenoza. *Bjull. MOIP, Otd. Biol.*, 98 (1), 3-13.
- Rivkus Ju.Z., Mitropoljskij O.V. (1990). Teriofaza - epat evoljučronnogo razvitija čumi. Soobšće-nie 1. Obščie položenija. *Mater. 5 sjezda Vsesojuzn. Teriol. ob-va. M.*, 3, 216-217.
- Rosset R. (1990). Legumes de IV et V gammes: Microbiologie et toxi-infections alimentaires collectives. *Bull. Acad. Vet.Fr.*, 63 (3), 43-55.
- Rožkova L.P. (1974). *O viživaemosti psevdotuberkuleznogo mikroba na nekotorih ovoščah*. Daljneost. s karlatinopod. lihoradka (psevdotuberkulez čeloveka). *Vladivostok*, s. 35-38.
- Rubin E.L. (1986). *Fiziologija i biohimia predstavitelej roda Pseudomonas*. M., Namka.
- Sant Ana A.S., Barbosa M.S., Destro M.T., Landgraf M., Franco B.D.G.M. (2012). Growth potential of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* in nine types of ready-to-eat vegetables stored at variable temperature conditions during shelf-life. *Int. J. Food Microbiol.*, 157, 52-58.
- Saut R., Uittik A. (1990). *Osnovi algjologii*. M.; Mir.
- Schwieger F., and Tebbe C.C. (2000). Effect of field inoculation with Sinorhizobium melilotiL33 on the composition of bacterial communities in rhizospheres of a target plant (*Medicago sativa*) and a non-target plant (*Chenopodium album*)—linking of 16S rRNA gene-based single-strand conformation polymorphism community profiles to the diversity of cultivated bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.*, 66, 3556–3565.
- Sirotinina O.N. (1963). Fitopatogennie mikrobi-vozbuditeli piščevih otrovlenij. *Vopr. klin. i eksper. mikrobiol. Saratov*, 42 (59), 41-45.
- Skalina L., Nikolajeva V. (2010). Growth potential of *Listeria monocytogenes* strains in mixed ready-to-eat salads. *Int. J. Food Microbiol.*, 144, 317-321.
- Slaboslickaja A.G., Korobko A.P. (1978). Izučenie gemolitičeskoj, plazmokoagulaznoj i gialuroni-daznoj aktivnosti bakterij roda Erwinia. *Mikrobiol. žurn.*, 40, (6), 727-732.
- Smirinov V.V., Kiprianova E.A. (1990). *Bakterii roda Pseudomonas*. Kiev: Naukova dumka.
- Smirinov V.V., Kiprijanova E.A., Bojko O.I. (1988). Ekologija i fiziologija štammov *Pseudomonas cepacia*. *Mikrobiol. žurn.*, 20, (5), 49-56.

- Sokolova N.A., Lavrova V.A. (1991). Obnaruženie patogennih svojstv upočvennih azotfikiruju-ščih enterobakterij. ŽMEI, 12, 13-14.
- Somov G.P. (1979). *Daljnjevostočnaja skarlatinopodobnaja lihoradka*. M., Medicina.
- Somov G.P. Varvaševič T.N., Timčenko N.F. (1991). *Psihrofiljnost patogennih bakesrij*. Novosibirsk: Nauka.
- Somov G.P. (1988). Značenie fenomena psihrofiljnosti patogenih bakterij dlja obosnovanija vozmožnosti ih razmnoženija v okružajuščej srede. *Ekol. vozbuđa sapronozov*. M., s. 35-47.
- Somov G.P., Litvin V.Yu. (1988). *Saprotizim i parazitizim patogennih bakterij*. Novosibirsk: Nauka.
- Spira W.M., Huq A., Achmed Q.Sh. (1981). Uptake of *Vibrio cholerae* Biotiype Eltor from Contaminated Water by Water Hyacinth (*Eichornia crassipes*). *Appl. Environm. Microbiol.*, 42., (3), 550-553.
- Szolnoki Z. (1991). Numerical analysis of *Pseudomonas putida* rhizoplane and tuber surface populations of the potato cultivar Hungarian Rosa (Contributions to the bacteriology of Potato. *Acta Phytopatol. et Entomol. Hung.*, 26 (3-4), 3-4.
- Ština E.A. (1984). *Počvennie vodorosli kak komponent biogeocenoza*. Počv. organizmi kak kompon. biogeocen. M.:Nauka, s. 66-88.
- Šustrova N.M., Gordejko V.A., (1991a). Misurenko E.N. *Jersinii v rastenijah*. Potenc. patogen. bakterii v prirode. M., s. 86-92.
- Tihonovič I.A., Provorov N.A. (1993). Puti ispolzovanija adaptivnogo potenciala sistem “rastenie - mikroorganizmi” dlja konstruirovaniija visokoproduktivnih agrofocenzov. *Seljhoz. biol.*, 5, 36-46.
- Tison D.L., Pope D.H., Cherry W.B. (1980). Growth of *L. pneumophila* in association with blue-green algae (cyanobacteria). *Appl. Environm. Microbiol.*, 39 (2), 456-459.
- Tully J.G. (1982). Interaction of spiroplasms with Plant, Anthropol and Animal hosts. *Rev. Infect. Diseases*, 4,193-199.
- Venediktov V.S., Timčenko N.F., Bulgakov V.P. (1989). Vzaimodejstvie jersinij s rastiteljnimi kletkami. Iersiniozi. Vladivostok, 1, 12-14.
- Vijaya R.D., Gopala R.K.R. (1983). Incidence of *Klebsiella* in foods and water. *J.Food Sci. and Technol.*, 20 (6), 265-268.
- Vlasov Ju.I., Genite L.P., Samsonova L. N. (1985). *Aholeplazmi - patogeni rastenij*. Viljnus.
- Voljberg M.M., Ozrina R.D., Savelev I.B. (1988). Utilizacija bakterijami *Pseudomonas* sp. organičeskogo ugleroda, ekskretiruemogo zeljonimi vodorosljami *Dunaliella maritima* pri raznih uslovijah kuljtivirovanija. *Vestn. MGU*, 16 (4), 42-48.
- Weis J., Seeliger H. (1975). Incidence of *L. monocytogenes* in nature. *Appl. Mikrobiol.*, 30 (1), 29-32.

COMMON PATHOGENS OF HIGHER ORGANISMS BIOSPHERE

Dragutin Đukić¹, Leka Mandić¹, Slavica Vesković²

Izvod: The paper indicates the most likely mechanisms, causes and epidemiological consequences pathogenic bacteria of community that live in the body of plants, animals and humans. In this respect especially were emphasized *Pseudomonas*, *Erwinia*, *Yersinia*, *Listeria*, *Vibrio*, *Legionella*, *Salmonella* and *Mycoplasma*.

Ključne reči: bacteria, plants, animals, humans, the pathogen.

¹ University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia, (lekamg@kg.ac.rs)

² Institute of Meat Hygiene and Technology, Kacanskog 13, 11000 Belgrade, Srbija, (slavica@inmesbgd.com)