

# Makrorabdioza ptica – dobro poznata bolest novog naziva



## Avian macrorhabdiosis - a well-known disease with a new name

Horvatek Tomić\*, D., M. Lukač, L. Lozica, E. Budicin, Ž. Gottstein

### Sažetak

**M**egabakterioza je dobro poznata bolest ptica diljem svijeta, posebno papiga tigrica, kanarinaca, zebica i pjevica. Bolest je u starijoj literaturi poznata kao megabakterioza jer se dugi niz godina smatralo da je uzrokuje bakterija. Novija istraživanja pokazuju gljivičnu etiologiju, uzročnika *Macrorhabdus ornithogaster*, anamorfnu askomicetnu gljivicu. Klinički znakovi mogu biti različiti, od pojave kroničnog mršavljenja, neprobavljenih sjemenki u izmetu, do iznenadne smrti. Patoanatomske promjene vidljive su u žljezdanom (lat. *proventriculus*) i mišićnom želucu (lat. *ventriculus*), a uključuju edem ili krvarenje, s prekomjernom proizvodnjom gumaste, ljepljive sluzi. Proventrikul može biti proširen i stanjene stijenke, s ulceracijom na sluznici ili bez ulceracije. Patohistološki, većina se gljivica nalazi u mišićnom želucu. Zaživotno se bolest može potvrditi nalazom gljivica u izmetu, obojenim prema Gramu, uz radiološku pretragu (nativno ili s kontrastom), a postmortalno razudbom, citološkom (pregledom otisnog preparata proventrikula obojenog prema Gramu) i patohistološkom pretragom. Liječenje ove bolesti otežano je i dugotrajno, a izlječenje je rijetko uspješno. Amfotericin B pokazao se kao lijek izbora, uz probiotike, zakiseljavanje vode za piće i druge alternativne pripravke. Makrorabdioza česta je bolest u ptica kućnih ljubimaca, a otežana dijagnostika i rijetko uspješno liječenje znatna poteškoća u svakodnevnom radu doktora veterinarske medicine.

**Ključne riječi:** makrorabdioza, *M. ornithogaster*, ptice, megabakterioza, gljivice

### Abstract

Megabacteriosis is a well-known disease of birds all over the world, especially parrots, canaries, finches and other songbirds. The disease is known in older literature as megabacteriosis because for many years it was thought to be caused by bacteria. More recent research proves the fungal etiology, the causative agent *Macrorhabdus ornithogaster*, an anamorphic ascomycetous fungus. Clinical signs can vary, from chronic weight loss, undigested seeds in feces, to sudden death. Pathoanatomical changes are visible in the proventriculus and muscular stomach, and include edema or bleeding, with excessive production of thick, sticky mucus. The proventriculus can be enlarged and with thinned wall, with or without ulceration. Pathohistologically, most fungi are found in the ventriculus. In sick birds, the disease can be confirmed by detection of fungi in feces, stained by Gram, radiological examination (native or with contrast), and postmortally by ne-

dr. sc. Danijela HORVATEK TOMIĆ, dr. med. vet., izvanredna profesorica, Zavod za bolesti peradi s klinikom, Veterinarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu; dr. sc. Maja LUKAČ, dr. med. vet., dipl. ECZM (Wildlife Population Health), docentica, Zavod za bolesti peradi s klinikom, Veterinarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu; dr. sc. Liča LOZICA, dr. med. vet., Zavod za bolesti peradi s klinikom, Veterinarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu; Emanuel BUDICIN, dr. med. vet., Zavod za bolesti peradi s klinikom, Veterinarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu; dr. sc. Željko GOTTSTEIN, izvanredni profesor, Zavod za bolesti peradi s klinikom, Veterinarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Dopisna autorica: danijela.horvatek@vef.unizg.hr

croscopy, cytology (Gram stained imprints of proventriculus) and pathohistological examination. Treatment is difficult, long and often unsuccessful. Amphotericin B has proven to be the drug of choice, along with probiotics, acidification of drinking water and other alternative preparations. Macrorhabdiosis is a common disease in pet birds, and complicated diagnosis and rarely successful treatment represent a significant challenge in the daily work of doctors of veterinary medicine.

**Key words:** macrorhabdiosis, *M. ornithogaster*, birds, megabacteriosis, fungus

## Povijest

Dostupne informacije o makrorabdiozi kroz povijest ovu bolest prikazuju kao megabakteriozu, što može biti zbunjujuće za doktore veterinarske medicine, vlasnike i uzgajivače. U početku istraživanja ove bolesti smatralo se da je uzročnik kvasnica (Dorrestein i sur., 1980.), no kasnije su istraživači ipak zaključili da se radi o bakteriji (van Herck i sur., 1984.). Primjenom novih, modernih molekularnih metoda koje su omogućile sekvenciranje ribosomske DNA, Tomaszewski i suradnici (2003.) dokazali su da se radi o anamorfnjaskom askomicetnoj gljivici koja pripada novom rodu i predložili naziv *Macrorhabdus (M.) ornithogaster* (od grčkih riječi *macrorhabdus* za dugi štap i *ornithogaster* za želudac ptice) (Tomaszewski i sur., 2003.; Phalen, 2010.).

## Etiologija

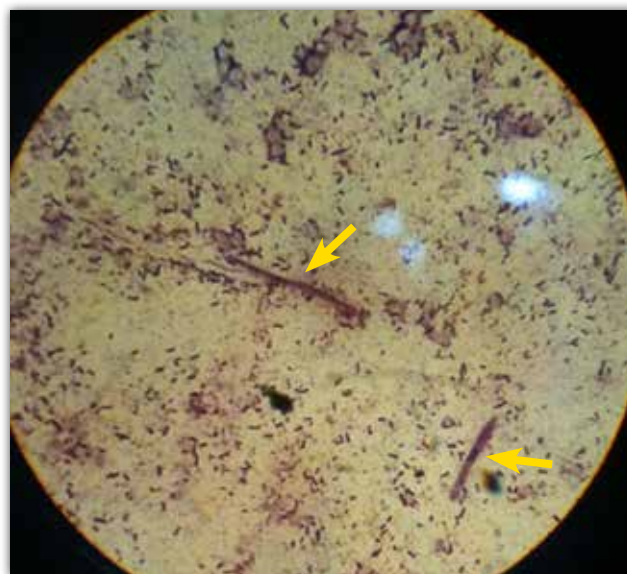
Gljivica *M. ornithogaster* je ravan, uski štapić širok 3 – 4 µm i dugačak 20 – 80 µm (slika 1), raste u mikroaerofilnim uvjetima, boji se gram-pozitivno i jedina je vrsta unutar roda *Ascomycetes* (Phalen, 2010; Powers i sur., 2019.). Iako veličina i dužina mogu varirati, gljivice koje se nalaze u izmetu općenito su veće i duže od onih koje se nalaze u želucu živih ptica (Hoppe, 2022.). Mikroskopski, u strukturi *M. ornithogaster* vidljive su mrlje po cijeloj dužini (slika 1). Vegetativni su oblici izduženi (2 – 20 µm) i dijele se fisijom, a nalaze se pojedinačno ili u kratkim lancima od dva do četiri (Borelli i sur., 2015.). *Macrorhabdus* kolonizira uski spoj (*isthmus*) žljezdanog i mišićnog želuca ptica, a do sada ova gljivica nije izdvojena iz nekog drugog organa. U laboratorijskim uvjetima raste, iako sporo, u mediju stanične kulture s dodatkom dekstroze, fetalnog telećeg seruma i antibiotika (Phalen, 2010.).

## Pojavnost bolesti u Hrvatskoj i svijetu

*Macrorhabdus* najčešće uzrokuje bolest u manjih vrsta ptica kućnih ljubimaca (npr. tigrica, agapornisa, nimfi i kanarinaca), rasprostranjen je diljem svijeta i jako varira u patogenosti. Ova je bolest zabilježena i u kokoši, purana, jarebica, pataka, gusaka, ibisa i nojeva (Phalen, 2010.; Phalen, 2014.; Pustow

i Krautwald-Junghanns, 2017.). Prvi put je opisana u kanarinaca, a poslije je identificirana u zebe koje se drže u zatočeništvu i onih slobodno živućih (Phalen, 2010.).

Koliko je poznato, ne postoji mnogo epidemioloških istraživanja o prevalenciji *M. ornithogaster* u ptica kućnih ljubimaca, držanih u zatočeništvu ili onih slobodnoživućih. Prevalencija infekcije u volijerama tigrica je visoka, a postotak zaraženih ptica može varirati od 27 do 64 % (Filippich i Herdriksz, 1998.). Hanka i suradnici (2010.) u Njemačkoj su dokazali (bojenjem otisaka žljezdanog želuca) ovu infekciju u ptica iz 16 različitih redova (Psittaciformes, Passeriformes, Anseriformes, Galliformes i Columbiformes). Lanzarot i suradnici (2013.) u Španjolskoj su dokazali da je 5,13 % zdravih kanarinaca, držanih u zatočeništvu, bilo pozitivno na *M. ornithogaster*. Borelli i suradnici (2015.) u Italiji su zabilježili prevalenciju od 36,6 % u različitim vrstama ptica (ukupno 156 ptica, držanih u zatočeništvu, u 60 kaveza). Talazadeh i suradnici (2023.) opisali su pojavnost ove bolesti u tigrica, nimfi i, po prvi put, u afričke sive papige (*Psittacus erithacus*).



Slika 1. Gljivica *M. ornithogaster* u izmetu ptica, preparat obojen po Gramu, povećanje 100x (imerzija). Žutom strelicom označen je *M. ornithogaster*. (izvor: Zavod za bolesti peradi s klinikom i D. Horvatek Tomić)

U Hrvatskoj se pojavnost ove bolesti prati sporadično, najčešće se bilježi kao nalaz u pojedinačnih ptica, pacijenata u veterinarskim organizacijama. Tako su Horvatek i Prukner-Radović (2009.) opisale da je od 2003. do 2009. godine u Ambulanti za ptice Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu ova bolest dijagnosticirana u 122 ptice različitih vrsta (najčešće u tigrice, kanarinaca i agapornisa). Tominac (2018.) PCR metodom dokazala je da je sveukupno 22,68 % uzoraka izmeta različitih ptica bilo pozitivno na ove gljivice, od čega je 15,4 % uzoraka bilo dostavljeno iz trgovina za kućne ljubimce te 7,2 % od uzgajivača ptica.

### Epizootiologija i patogenezza

Zbog stresa te nepovoljnih uvjeta držanja i prehrane (prenapućenost, reproduktivna aktivnost, držanje različitih vrsta ptica zajedno), gljivice prisutne u želucu ptice uzrokuju nastanak kliničkih simptoma, najčešće kronične mršavosti (tzv. *going light* sindroma) (Amer i Mekky, 2019.). Klinički naizgled zdrave ptice mogu izlučivati ove gljivice izmetom, dok bolesne ptice ne izlučuju gljivice kontinuirano, što znatno otežava dijagnostiku bolesti. Makrorabdioza se najčešće prenosi fekalno-oralnim načinom, s bolesnih ili kronično supkliničkih ptica na zdrave te s roditelja na potomke (prilikom hranjenja) (Amer i Mekky, 2019.). Divlje ptice smatraju se mogućim prijenosnicima *M. ornithogaster* (Schulze i Heidrich, 2001.).

### Klinička slika

Pregledom literature zamjećuju se različita mišljenja o tome može li *M. ornithogaster* biti primarni uzrok bolesti, posebno zato što se nalazi i u klinički zdravih ptica, bez očitih kliničkih znakova. Također, u većine ptica infekcija s *M. ornithogaster* prolazi asimptomatski; klinički zdrave ptice mogu izlučivati *M. ornithogaster*, dok ih bolesne ptice mogu izlučivati samo povremeno (Phalen, 2010.).

Većina je kliničkih znakova u ptica s potvrđenim nalazom *M. ornithogaster* nespecifična, a uključuju pojačan apetit, pojavu neprobavljenih sjemenki u izmetu, kronično mršavljenje, regurgitaciju, letargiju i proljev (Pustow i Krautwald-Junghanns, 2017.). Smrtnost može biti visoka, a u ptica koje se oporave vjerojatni su recidivi i povremeno izlučivanje gljivica izmetom. Ova se bolest često viđa u imunosuprimiranih ptica (imunosupresiju mogu uzrokovati poliomavirusne i cirkovirusne infekcije) ili onih držanih u neprikladnim uvjetima smještaja i ishrane (Hoppes, 2022.).

Makrorabdioza može uzrokovati velike gubitke u jatima ptica, posebno tigrice. Tako Madani i suradnici

(2014.) opisuju pomor više od 3000 papiga tigrice tijekom šest mjeseci, uz 90 % smrtnosti mladih jediniki dobi 4 – 30 dana. Prisutni simptomi uključivali su prošireni abdomen i nakupljanje izmeta oko kloake.

### Patoanatomski i patohistološki nalaz

Općenito, patoanatomski nalaz uključuje edem, hiperemiju ili krvarenje žljezdanog želuca, uz prekomjerno nakupljanje sluzi u lumenu (slika 2). Proven-



Slika 2. Povećana količina sluzi u žljezdanom želucu, uz vidljivo stanjenje stjenke u papige tigrice (*M. undulatus*) (žuta strelica) (Izvor: Zavod za bolesti peradi s klinikom i D. Horvatek Tomić)



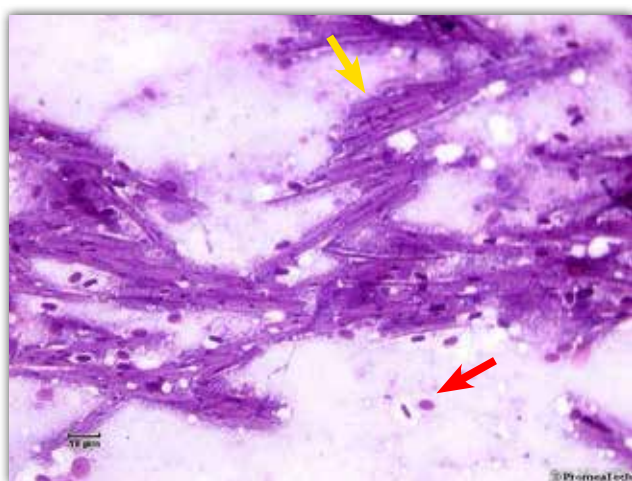
Slika 3. Radiološka snimka papige tigrice (*M. undulatus*), vidljivo proširenje voljke i žljezdanog želuca (žute strelice). Vidljivo kontrastno sredstvo u voljci i žljezdanom želucu. (Izvor: Zavod za bolesti peradi s klinikom i D. Horvatek Tomić)

trikul može biti proširen, jako stanjene stijenke, a u teškim slučajevima može doći i do rupture proven-trikula i peritonitisa.

Iako su makroskopske promjene najizraženije u žljezdanom želucu, patohistološke su promjene izraženije u mišićnom želucu. Oboljele ptice obično imaju izrazito oštećenje i degeneraciju koilinskog sloja, uz vidljiv velik broj gljivica koje izgledaju poput dugačkih štapića. Također, može biti prisutna limfoplazmicitna do heterofilna upala, uz žarišna



Slika 4. Nalaz gljivica *M. ornithogaster* u otisnom preparatu sluznice isthmusa želuca papige tigrice (*M. undulatus*) (žute strelice), obojenom po Gramu. U preparatu su vidljivi i eritrociti (crvena strelica). (Izvor: Zavod za bolesti peradi s klinikom i L. Lozica)



Slika 5. Nalaz gljivica *M. ornithogaster* u sluznici mišićnog želuca papige tigrice (*M. undulatus*) (žuta strelica), obojenom po Gramu. U preparatu su vidljivi i eritrociti (crvena strelica). (Izvor: Zavod za veterinarsku patologiju i Zavod za bolesti peradi s klinikom)

krvarenja, hiperplaziju mukoznih stanica, ulceracije, atrofiju ili nekrozu žlijezda istmusa (Phalen, 2010.; Phalen, 2014.). U istraživanju koje su proveli Powers i suradnici (2019.), dovedena je u vezu pojavnost *M. ornithogaster* i neoplazija želuca (papige tigrice koje su imale adenokarcinom žljezdanog želuca imale su znatno veću vjerojatnost paralelnog nalaza makrorabdioze).

### Dijagnostika i diferencijalna dijagnostika

Dijagnoza makrorabdioze moguća je zaživotno i postmortalno. Zaživotno se bolest dokazuje nalazom gljivica u izmetu, mikroskopskom pretragom, a sumnja se može postaviti i radiološkim snimanjem, s kontrastnim medijem ili bez medija. Većina ptica koja pokazuje kliničke znakove makrorabdioze izlučivat će gljivice izmetom (Phalen, 2010.). Kako se gljivice samo povremeno izlučuju izmetom, preporuka je da se uzorak izmeta prikuplja nekoliko dana. Pregled skupnog uzorka izmeta potreban je kako bi se uzročnik dokazao u klinički zdravih, odnosno bolesnih ptica. Uzorak obojen prema Gramu pregledava se mikroskopski kako bi se uočili dugački štapići specifična izgleda (slika 1). Katkad će mikroskopska pretraga, usprkos pregledu više uzoraka izmeta, biti negativna te je potrebno ponovno uzeti uzorke izmeta u sljedećih nekoliko dana, kako bi se izbjegli lažno negativni nalazi. Također, mikroskopsku pretragu treba provesti pažljivo kako se *M. ornithogaster* ne bi zamijenili za ostatke hrane vidljive u izmetu ptica (Phalen, 2014.).

Radiološkim snimanjem može se otkriti prošireni žljezdani želudac, a snimka može biti nativna ili uz primjenu kontrastnog sredstva (slika 3).

Izdvajanje ovih gljivica u laboratorijskim uvjetima otežano je jer ne rastu na uobičajenim podlogama za gljivice (Hanafussa i sur., 2007.a). Kao optimalan medij za rast potvrđen je *Basal Medium Eagle's*, pH 3 – 4, uz 20 % fetalnog goveđeg seruma i 5 % glukoze, u mikroaerofilnim uvjetima pri 42 °C. No moguće je primijeniti PCR metodu za dokaz gljivica u uzorcima izmeta (Tominac, 2018.; Talazadeh i sur., 2023.).

Borelli i suradnici (2015.) opisali su primjenu mini-Flotac metode u dijagnostici ove bolesti te su je opisali kao valjanu, osjetljivu i jeftinu, a može istodobno poslužiti i za dokazivanje mješovitih infekcija (npr. gljivicama, protozoama i nematodama).

Za citološku pretragu upotrebljava se otisni preparat sluznice žljezdanog i mišićnog želuca, najbolje s područja istmusa. Nakon sušenja preparat se boji prema Gramu i pregleda pod mikroskopom (slika 4).

Postmortalno, potrebno je makroskopski i patohistološki pregledati žljezdani i mišićni želudac, gdje se očekuje najviše patoloških promjena (stanjenje stijenke žljezdanog želuca uz nalaz sluzi u lumenu; nalaz gljivica u sluznici mišićnog želuca) (slika 5).

Diferencijalnodijagnostički potrebno je isključiti bolest dilatacije žljezdanog želuca, no u ove se bolesti pojavljuje limfoplazmocitni ganglioneuritis probavnog trakta. Proljev ili enteritis također se nalaze u slučaju pojave crijevnih parazitoza, bakterijskih infekcija ili drugih virusnih bolesti koje uzrokuju proljev.

## Liječenje i profilaksa

Liječenje makrorabdioze može se opisati kao mukotrpano i upitno. Cilj je liječenja ove bolesti svakako smanjenje broja gljivica u probavnom sustavu, poboljšanje općeg zdravlja i imunokompetentnosti ptice (Pustow i Krautwald-Junghanns, 2017.). Lijek izbora u većini je slučajeva amfotericin B, u dozi od 100 mg/kg, primijenjen peroralno svakih 12 sati tijekom 30 dana (Phalen, 2014.; Pustow i Krautwald-Junghanns, 2017.). Nažalost, liječenje je vrlo često neuspješno, posebno ako se lijek daje kraće vrijeme, a djeluje i iznimno stresno na pticu (primjena izravno u kljun). Također, upitna je učinkovitost primjene amfotericina B u vodi za piće tijekom 14 dana (Phalen i sur., 2002.).

Baron i suradnici (2019.) opisali su ishode liječenja ptica zaraženih sojem *M. ornithogaster* amfotericinom B i dokazali da ne dolazi do potpunog izlječenja, već da se smanji broj gljivica u probavnom sustavu, no ptice i dalje izlučuju uzročnika izmetom. Ovi nalazi pokazuju da je liječenje amfotericinom B slabo učinkovito.

U Australiji je identificiran soj *M. ornithogaster* rezistentan na amfotericin, no nije poznato koliko bi rezistencija na amfotericin B mogla biti raširena (Phalen i sur., 2002.).

Kako se smatra da *M. ornithogaster* može uzrokovati promjenu pH-vrijednosti želuca, neki autori opisuju primjenu sredstava u obliku zakiseljivača vode kao što su jabučni ocat, organske kiseline i vitamin C (Phalen, 2014.). S druge strane, istraživanje koje su proveli Filippich i Perry (1993.) nije potvrdilo ovu hipotezu.

Opisani su i slučajevi liječenja ptica natrijevim benzoatom (Hanafusa i sur., 2007.b; Hoppes, 2011.; Madani i sur., 2014.; Hoppes, 2022.). Natrijev benzoat potrebno je oprezno dozirati, preporučuje se započeti liječenje manjim dozama (500 mg/L vode) i postupno povećavanje do 1 g/L vode, a liječenje

može trajati i do osam tjedana (Madani i sur., 2014.). Veće doze natrijeva benzoata uzrokovale su neurološke znakove i smrt ptica zbog povećanog unosa vode, posebno u odraslih ptica koje su othranjivale mlade (Hoppes, 2011.).

Filippich i Perry (1993.) opisali su primjenu *Lactobacillus* sp. u liječenju makrorabdioze te dokazali prestanak izlučivanja gljivica.

Primjena amfotericina B izravno u kljun moguća je u slučaju oboljenja pojedine ptice, no liječenje jata na ovaj način iznimno je otežano, a kako je već spomenuto, liječenje putem vode za piće rijetko je uspješno. Stoga se u slučaju pojave makrorabdioze u jatima ptica savjetuje neškodljivo uklanjanje pozitivnih jedinki, temeljito čišćenje i dezinfekcija te liječenje posebno vrijednih jedinki ptica koje pokazuju kliničke znakove, nekim od prikladnih lijekova. Alternativni pristup uklanjanju infekcije iz jata može biti i valjenje mladih ptica u inkubatoru i ručno othranjivanje.

## Zaključak

Makrorabdioza, prije poznata pod nazivom megabakterioza, već nekoliko desetljeća uzrokuje velike gubitke u uzgojima ptica, posebno ptica pjevica i manjih vrsta papiga, no do današnjeg su dana dijagnostika i liječenje i dalje prilično otežani. Kako su klinički simptomi u pozitivnih ptica nespecifični i uključuju pojačan apetit, vlasnici često ne primjećuju pojavu bolesti. Dijagnostiku otežava i činjenica da pozitivne ptice ne moraju izlučivati gljivice izmetom. Stoga u ptica s ovim simptomima, posebno u slučaju prisutnosti neprobavljenih sjemenki u izmetu, makrorabdiozu treba diferencijalnodijagnostički uzeti u obzir. Liječenje amfotericinom B i drugim alternativnim pripravcima treba pokušati u slučaju pojave kliničkih znakova bolesti i potvrde etiološkog uzročnika, uz napomenu da je izlječenje upitno.

## Literatura

- AMER, M.M. i H. M. MEKKY (2019): Avian gastric yeast (AGY) infection (macrorhabdiosis or megabacteriosis). *Bulg. J. Vet. Med.* DOI: 10.15547/bjvm.2019-0035
- BARON, H. R., K. C. L. LEUNG, B. C. STEVENSON, M. S. GONZALEZ, D. N. PHALEN (2019): Evidence of amphotericin B resistance in *Macrorhabdus ornithogaster* in Australian cage-birds. *Med. Mycol.* 57, 421-428. doi: 10.1093/mmy/myy062.
- BORRELLI, L., L. DIPINETO, L. RINALDI, V. ROMANO, E. NOVIELLO, L. F. MENNA, G. CRINGOLI, A. FIORETTI (2015): New Diagnostic Insights for Macrorhab-

- dus ornithogaster Infection. *J. Clin. Microbiol.* 53, 3448-3450. doi: 10.1128/JCM.01564-15.
- DORRESTEIN, G. M., P. ZWART, M. N. BUITELLAAR (1980): Problems arising from disease during the periods of breeding and rearing canaries and other aviary birds. *Tijdschr. Diergeneeskd.* 105, 535-543.
  - POWERS, L.V., M. A. MITCHELL, M. M. GARNER (2019): Macrorhabdus ornithogaster Infection and Spontaneous Proventricular Adenocarcinoma in Budgerigars (*Melopsittacus undulatus*). *Vet. Path.* 56, 486-493. doi:10.1177/0300985818823773
  - FILIPPICH, L. J. i R. A. PERRY (1993): Drug trials against megabacteria in budgerigars (*Melopsittacus undulatus*). *Aust. Vet. Pract.* 23, 184-189.
  - FILIPPICH, L. J. i J. K. HERDRICKZ (1998): Prevalence of megabacteria in budgerigar colonies. *Aust. Vet. J.* 76, 92-95.
  - HOPPE, S. (2011): Treatment of *Macrorhabdus ornithogaster* with Sodium Benzoate in Budgerigars (*Melopsittacus undulatus*). Association of Avian Veterinarians 32nd Annual Conference & Expo (Seattle, SAD). Proceedings. Seattle (67).
  - HANNAFUSA, Y., A. BRADLEY, E. E. TOMASZEWSKI, M. C. LIBAL, D. N. PHALEN (2007a): Growth and metabolic characterization of *Macrorhabdus ornithogaster*. *J. Vet. Diagn. Invest.* 19, 256-265.
  - HANAFUSA, Y., E. COSTA, A. BRADLEY, D. A. PHALEN (2007b): Further investigation into the biology of *Macrorhabdus ornithogaster*. Association of Avian Veterinarians 28th Annual Conference and Expo (Providence, SAD). Proceedings. Providence (277-279).
  - HANKA, K., K. KOEHLER, E. F. KALETA, D. SOMMER, E. BURKHARDT (2010): *Macrorhabdus ornithogaster*: Detection in companion birds, poultry and pigeons, morphological characterization and examination of in vitro cultivation. *Der Praktische Tierarzt.* 91, 390-395.
  - HOPPE, S. M. (2022): Mycotic diseases of pet birds. MSD Manual (<https://www.msddvetmanual.com/exotic-and-laboratory-animals/pet-birds/mycotic-diseases-of-pet-birds>)
  - HORVATEK, D. i E. PRUKNER-RADOVČIĆ (2009): Megabakterioza ptica. Znanstveno stručni sastanak "Veterinarska znanost i struka" (Zagreb, 1-2. listopada 2009). Zbornik sažetaka (110).
  - LANZAROT, P., J. L. BLANCO, S. ALVAREZ-PEREZ, C. ABAD, M. T. CUTULI, M. E. GARCIA (2013): Prolonged fecal shedding of 'megabacteria' (*Macrorhabdus ornithogaster*) by clinically healthy canaries (*Serinus canaria*). *Med. Mycol.* 51, 888-891. doi: 10.3109/13693786.2013.813652.
  - MADANI, S. A., A. GHORBANI, F. ARABKHAZAEI (2014): Successful treatment of macrorhabdosis in budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) using sodium benzoate. *J. Mycol. Res.* 1 (1), 21-27.
  - PHALEN, D. N., E. TOMASZEWSKI, A. DAVIS (2002): Investigation into the detection, treatment, and pathogenicity of avian gastric yeast. Association of Avian Veterinarians 28th Annual Conference and Expo (SAD). Proceedings (49-51).
  - PHALEN, D. N. (2014): Update on the diagnosis and management of *Macrorhabdus ornithogaster* (formerly megabacteria) in avian patients. *Vet. Clin. North Am. Exot. Anim. Pract.* 17, 203-210. doi: 10.1016/j.cvex.2014.01.005.
  - PÜSTOW, R. i M. E. KRAUTWALD-JUNGHANNIS (2017): The Incidence and Treatment Outcomes of *Macrorhabdus ornithogaster* Infection in Budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) in a Veterinary Clinic. *J. Avian Med. Surg.* 31, 344-350. doi: 10.1647/2016-181.
  - SCHULZE, C. i R. HEIDRICH (2001): Megabacteria associated proventriculitis in poultry in the state of Brandenburg, Germany. *Deutsch. Tierarzt. Wochensh.* 108, 264-266.
  - TOMASZEWSKI, E. K., K. S. LOGAN, K. F. SNOWDEN, C. P. KURTZMAN, D. N. PHALEN (2003): Phylogenetic analysis identifies the "megabacterium" of birds is a novel anamorphic ascomycetous yeast, *Macrorhabdus ornithogaster*, gen. nov., sp. nov. *Int. J. Sys. Evol. Micro.* 534, 1201-1205.
  - VAN HERCK, H., T. DUIJSER, P. ZWART, G. M. DORRESTEIN, M. BUITELLAAR, M. H. VAN DER HAGE (1984): A bacterial proventriculitis in canaries (*Serinus canaria*). *Avian Pathol.* 13 (3), 561-72. doi: 10.1080/03079458408418555.
  - TOMINAC, A. (2018): Izdvajanje i molekularna karakterizacija gljive vrste *Macrorhabdus ornithogaster* u uzgojima ptica kućnih ljubimaca na području Republike Hrvatske. Diplomski rad, Veterinarski Fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
  - TALAZADEH, F., M. GHORBANPOOR, Y. BAHADORI (2023): Avian gastric yeast (macrorhabdosis) in cockatiel, budgerigar and grey parrot: a focus on the clinical signs, molecular detection and phylogenetic evaluation. *Vet. Res. Forum.* 14 (5), 281-287. doi: 10.30466/vrf.2022.551140.3430.