ZKBS
Zentrale Kommission für die Biologische Sicherheit

Az. 08020204.0003.0047 September 2026

Stellungnahme der ZKBS zur Risikobewertung von *Aeromonas bestiarum*, *Aeromonas media*, *Aeromonas piscicola*, *Aeromonas popoffii* und *Aeromonas sobria* als Spender- und Empfängerorganismen gemäß § 5 Abs. 1 GenTSV

Allgemeines

Vertreter der Gattung *Aeromonas* sind Gram-negative, fakultativ anaerobe, Katalase-positive, psychro- oder mesophile Gammaproteobakterien der Familie *Aeromonadaceae*. Sie können aus Süßwasser, Böden, Lebensmitteln und klinischen Proben von Menschen und Tieren isoliert werden. Bei den in dieser Stellungnahme einzustufenden *Aeromonas* spp. handelt es sich um mesophile Vertreter der Gattung.

MALDI-TOF-Analysen sowie die Analyse der 16S rRNA-Sequenz sind ungeeignet, um *Aeromonas* spp. bis auf Spezies ebene zu differenzieren [1]. Die Spezies können mit *random amplification of polymorphic DNA* (RAPD) PCR oder *multilocus sequence typing* (MLST) von einander unterschieden werden [2–4].

Aeromonas bestiarum

Ein Wachstum von *A. bestiarum* wurde bei 25 und 37 °C nachgewiesen. Das Bakterium ist β-hämolytisch [5, 6] und wurde aus Grundwasserproben, aus dem Verdauungstrakt von gesunden Atlantischen Forellen (*Salmo trutta*) und Regenbogenforellen (*Oncorynchus mykiss*) sowie aus klinischen Proben von symptomatisch erkrankten Fischen isoliert [3, 6–8].

Bei Fischen verursachte *A. bestiarum* Läsionen auf Kiemen und Flossen sowie Hämorrhagien auf Nieren und Leber von Karpfen (*Cyprinus carpio*), Goldfischen (*Carassius auratus*) und Regenbogenforellen in Aquakultur in Spanien, Frankreich, der Türkei und England [6, 9, 10].

Ein weiteres Isolat stammt aus einem Patienten mit einer Bursitis. Aus der Probe wurde auch *Aeromonas encheleia* isoliert [11].

A. bestiarum-Stämme sind resistent gegen Ampicillin, Amoxicillin, Penicillin, Cefalotin, Ticarcillin, Erythromycin und teilweise auch gegen Amoxicillin/Clavulansäure. Sie erwiesen sich als suszeptibel gegenüber Doxyzyklin, Oxytetrazyklin, Trimethoprim/Sulfamethoxazol, Enrofloxacin, Streptomycin, Kanamycin, Gentamicin, Chloramphenicol, Azithromycin und Ceftriaxon [3, 6].

BVL_FO_05_4100_402_V2.3

Die Genomsequenz von *A. bestiarum* liegt vor [12]. Virulenzfaktoren von *A. bestiarum* sind Aerolysin, Hämolysine, hitzestabiles Enterotoxin, RTX-Toxine, Typ-I-Pili, Typ-IV-Pili, Flagellen, Typ-II-Sekretionssysteme (T2SS), T3SS, T6SS, Lipasen und Proteasen [3, 11].

In der TRBA 466 „Einstufung von Prokaryonten (Archaea und Bacteria)“ wird *A. bestiarum* der Risikogruppe 1 mit dem Zusatz „ht+“[1] zugeordnet [13].

Aeromonas media

Ein Wachstum von *A. media* wurde bei 14 bis 37 °C und einer Salinität von 0 und 3 % [14] nachgewiesen. Das Bakterium ist nicht β-hämolytisch [14]. Vertreter der Spezies wurden aus Süßwasser-, Trinkwasser-, Klärschlamm- und Abwasserproben isoliert [15–19]. Weitere Isolate stammen von einer Seegurke (*Apostichopus japonicus*) (Wang et al. 2007), erkrankten Koi-Karpfen (*Cyprinus carpio*), Froschwelsen (*Clarias batrachus*), Riesenscheibenbrassen (*Megalobrama amblycephala*), Europäischen Aalen (*Anguilla anguilla*), *Acanthopagrus butcheri* und Karauschen (*Carassius carassius*) [20–22], verschiedenen Schalentieren [23–27], aus Lebensmitteln wie Meeresfrüchten, Hähnchen-, Puten- und Schweinefleisch [26–35] in Asien, Europa und Nordamerika sowie aus dem Stuhl von Durchfallpatienten [20].

Regenbogenforellen zeigten nach intraperitonealer Injektion von *A. media* mit einer Dosis von 4×10^7 *colony forming units* (CFU) weder Symptome, noch verstarben Versuchstiere [14]. In einer anderen Studie führte die experimentelle Infektion von Goldfischen durch intraperitoneale Injektion von *A. media* mit einer Dosis von 4×10^7 CFU sowie die Immersion von Zebrabärblingen (*Danio rerio*) in Beckenwasser mit einer Konzentration von 2×10^8 CFU/ml *A. media* dazu, dass alle Versuchstiere verstarben. Die Goldfische wiesen Petechien und Aszites auf. An den Zebrabärblingen wurden Hämorrhagien am Abdomen und an der Basis der Flossen, Hyperämie der Kiemen sowie anale Dilatation beobachtet [21].

Vertreter der Spezies erwiesen sich als resistent gegenüber Ampicillin, Piperacillin, Amoxicillin, Cefalexin, Cefoperazon, Cefoxitin, Penicillin, Amikacin, Kanamycin, Neomycin, Clarithromycin, Erythromycin, Norfloxacin, Ofloxacin, Tetrazyklin, Lincomycin, Clindamycin, Teicoplanin, Vancomycin, Nystatin und Metronidazol, jedoch suszeptibel gegenüber Cefotaxim, Cefiximin, Ciprofloxacin, Gentamicin, Netilmicin, Colistin, Azithromycin, Sulphonomid und Chloramphenicol [19, 21].

Die Genomsequenz verschiedener Stämme von *A. media* liegt vor. Zu den Virulenzfaktoren von *A. media* zählen Elastase, Lipase, Pili, Flagellen, Fimbrien, Typ-II-Sekretionssysteme, verschiedene Hämolysine, hitzelabiles Enterotoxin, RTX-Toxin, die Fähigkeit zur Bildung von Biofilmen und Siderophore kodieren. Die Genome einiger Stämme tragen auch Kapselgene sowie Gene für T6SS und das TH-Toxin [14, 19, 20].

In der TRBA 466 „Einstufung von Prokaryonten (Archaea und Bacteria)“ wird *A. media* der Risikogruppe 1 mit dem Zusatz „ht+“[1] zugeordnet [13].

[1] ht+: „In Einzelfällen als Krankheitserreger von Menschen und Wirbeltieren nachgewiesen oder vermutet, überwiegend bei erheblich abwehrgeminderten Menschen oder Tieren; Identifizierung der Art oft nicht zuverlässig.“

Aeromonas piscicola

Ein Wachstum von *A. piscicola* wurde bei 10 und 37 °C mit einem Temperaturoptimum von 23 °C sowie bei einer Salinität von 0, 0,5 und 2 % nachgewiesen. Das Bakterium ist β-hämolytisch [5, 36].

Das Bakterium wurde zuerst in Spanien aus Atlantischen Lachsen (*Salmo salar*) und Regenbogenforellen mit Furunkulose-Symptomen isoliert [5]. Auch in Regenbogenforellen und Atlantischem Lachs in Chile wurde es als Erreger von Hautläsionen identifiziert [36]. Die intraperitoneale Verabreichung von *A. piscicola* mit einer Dosis von 10^8 CFU führte zum Tod von Atlantischen Lachsen infolge von Hautläsionen, Gefäßschäden und Septikämie, wobei die Letalität verschiedener *A. piscicola*-Isolate zwischen 45 und 80 % variierte. Die Verabreichung von 10^6 oder 10^7 CFU führte nicht zum Tod der Tiere. Im selben Tank gehaltene, nicht experimentell infizierte Tiere zeigten keine Symptome [36].

Die Genomsequenz verschiedener Isolate liegt vor. Zu den kodierten Virulenzfaktoren gehören Proteine, die an Adhäsion und Biofilmbildung beteiligt sind, sowie Oberflächenantigene, Exoenzyme, Siderophore, Pili und Flagellen, verschiedene Toxine, T2SS, T3SS, T4SS und T6SS [36].

Ein Isolat erwies sich im Gegensatz zu anderen Isolaten als resistent gegen Oxytetrazyklin. Im Allgemeinen sind Isolate suszeptibel gegenüber Florfenicol [36].

In der TRBA 466 „Einstufung von Prokaryonten (Archaea und Bacteria)“ wird *A. piscicola* der Risikogruppe 1 mit dem Zusatz „t2“[2] zugeordnet [13].

Aeromonas popoffii

A. popoffii wurde aus Süß- und Salzwasserproben in Belgien, Spanien, Schottland und den USA sowie aus gesunden Fischen und einer humanen klinischen Probe isoliert [8, 37–40]. Das Bakterium wächst bei Temperaturen von 14 bis 37 °C mit einem Optimum von 28 °C und einer Salinität von 0 und 3 % [14, 38]. Je nach Kulturbedingung ist *A. popoffii* β-hämolytisch [5, 14, 39].

A. popoffii wurde als Erreger einer Harnwegsinfektion nach einer Blasenoperation bei einem Spina bifida-Patienten identifiziert [37]. Nach experimenteller Infektion von Regenbogenforellenbrut durch Immersion in Tankwasser mit einer Konzentration von $1{,}5 \times 10^7$ CFU/ml wurden bei einem Teil der Versuchstiere eine Besiedlung der Leber durch *A. popoffii* und Leberläsionen beobachtet, die Infektionen führten aber nicht zum Tod der Tiere [41]. Die intraperitoneale Injektion verschiedener *A. popoffii*-Isolaten mit einer Dosis von 4×10^7 CFU in Regenbogenforellen führte zu Splenomegalie. Eines der beiden getesteten Isolate verursachte eine Letalität von 20 % der Versuchstiere [14].

A. popoffii ist resistent gegen Amoxicillin, Ampicillin, Clarithromycin, Oxacillin, Penicillin G, Teicoplanin und Vancomycin, aber suszeptibel gegenüber Amikacin, Aztreonam, Cefalotin, Cefotaxim, Ceftazidim, Ceftibuten, Cefuroxime, Ciprofloxacin, Chloramphenicol, Colistin,

[2] t2: „Wegen der Wirbeltierpathogenität können aus tierseuchenrechtlicher Sicht Sicherheitsmaßnahmen erforderlich werden, die, vergleichbar mit den Sicherheitsmaßnahmen der Schutzstufe 2, ein Entweichen des Prokaryonten in die äußere Umgebung bzw. in andere Arbeitsbereiche minimieren.“

Fosfomycin, Imipenem, Gentamicin, Kanamycin, Meropenem, Mezlocillin, Netilmicin, Norfloxacin, Pipemidinsäure, Piperacillin, Piperacillin-Tazobactam, Spectinomycin, Tetrazyklin, Tobramycin, Trimethoprim und Trimethoprim-Sulfamethoxazol [8, 38, 39].

Die Genomsequenz verschiedener Isolate steht zur Verfügung. Im Genom liegen Gene für Virulenzfaktoren wie extrazelluläre Lipasen, Nukleasen, Serinproteasen und Aerolysin bzw. Hämolysin vor [39].

In der TRBA 466 „Einstufung von Prokaryonten (Archaea und Bacteria)“ wird *A. popoffii* der Risikogruppe 1 zugeordnet [13].

Aeromonas sobria

A. sobria wächst bei Temperaturen von 14 bis 43 °C mit einem Temperaturoptimum von 28 °C und einer Salinität von 0 und 3 % [14, 42–44]. Das Bakterium ist β-hämolytisch [14].

Das Bakterium kann weltweit aus Süßwasser- und Meerwasserproben sowie aus klinischen und veterinärmedizinischen Proben isoliert werden [10]. Ein Isolat stammt aus der oralen Flora gesunder Flusspferde (*Hippopotamus amphibius*) [45].

Bei immunkompetenten Menschen löste *A. sobria* nekrotisierende Fasziitis oder Gastroenteritis aus [46, 47]. Bei Personen mit geschwächtem Immunsystem verursachte *A. sobria* Bakteriämie, nekrotisierende Fasziitis und Sepsis [48–50].

A. sobria kann verschiedene Fische und Amphibien wie Fadenflossige Alsen (*Dorosoma cepedianum*), Afrikanische Raubwelse (*Clarias gariepinus*), Europäische Wolfsbarsche (*Dicentrarchus labrax*), Koi-Karpfen, Graskarpfen (*Ctenopharyngodon idella*), Regenbogenforellen, Schlammpeitzger (*Misgurnus mizolepis*), Nil-Tilapia (*Oreochromis niloticus*) und Ochsenfrösche (*Rana catesbeiana*) infizieren [43, 51–59]. Das Bakterium ist als einer der Erreger der sog. *motile Aeromonas septicaemia* bekannt und kann Geschwüre der Haut, des Schwanzes und der Flossen sowie Aszites und hämorrhagische Septikämie verursachen. Ausbrüche können mit hohen Morbiditäten von bis zu 100 % und einer Letalität von bis zu 67 % verbunden sein [43, 54]. Die intraperitoneale Injektion verschiedener Isolate von *A. sobria* mit einer Dosis von 4×10^7 CFU in Regenbogenforellen führte zu Splenomegalie der Versuchstiere. Nur ein Drittel der getesteten Isolate war letal, wobei die Letalität bis zu 40 % betrug [14].

A. sobria ist resistent gegen Penicilline (Penicillin G, Oxacillin, Ampicillin), Polypeptidantibiotika (Vancomycin), Lincosamide (Clindamycin), Macrolid- (Erythromycin, Clarithromycin, Midecamycin) und Minoglycosidantibiotika (Streptomycin, Tobramycin, Gentamicin und Tetrazyklin), aber suszeptibel gegenüber Antibiotika aus vier verschiedenen Klassen, einschließlich Cephalosporinen (Cefazolin, Cefalotin, Cefuroxim, Cefoperazon, Cefotaxim, Ceftriaxon, Ceftazidim, Cefepim, Cefoxitin, Aztreonam), Chinolonen (Norfloxacin, Ciprofloxacin, Ofloxacin, Levofloxacin), Nitrofuranen (Furadantin) und Sulfonamiden (Sulfamethoxazol) [53].

Die Genomsequenzen verschiedener Isolate von *A. sobria* liegen vor [59, 60]. Zu den Virulenzfaktoren von *A. sobria* gehören Aerolysin, zytotoxische Enterotoxine, Hämolysin, T3SS, Elastase und Nuklease [53].

In der TRBA 466 „Einstufung von Prokaryonten (Archaea und Bacteria)“ wird *A. sobria* der Risikogruppe 2 mit dem Zusatz „ht“[3] zugeordnet [13].

Empfehlung

Nach § 5 Absatz 1 GenTSV i. V. m. den Kriterien in Anlage 1 GenTSV werden *Aeromonas bestiarum*, *Aeromonas media*, *Aeromonas piscicola*, *Aeromonas popoffii* und *Aeromonas sobria* als Spender- und Empfängerorganismus für gentechnische Arbeiten der **Risikogruppe 2** zugeordnet.

Begründung

A. bestiarum, *A. media*, *A. piscicola* und *A. sobria* sind als Krankheitserreger von Fischen und z. T. Menschen bekannt. Für *A. popoffii* ist aufgrund der vorliegenden Daten und des Vorliegens einer Vielzahl von Virulenzfaktorgenen nicht auszuschließen, dass das Bakterium für Fische und Menschen pathogen ist.

Literatur

1. **Pérez-Sancho M, Cerdá I, Fernández-Bravo A, Domínguez L, Figueras MJ, Fernández-Garayzábal JF, Vela AI** (2018). Limited performance of MALDI-TOF for identification of fish *Aeromonas* isolates at species level. *J Fish Dis* **41**(10):1485–93.
2. **Soler L, Yáñez MA, Chacon MR, Aguilera-Arreola MG, Catalán V, Figueras MJ, Martínez-Murcia AJ** (2004). Phylogenetic analysis of the genus *Aeromonas* based on two housekeeping genes. *Int J Syst Evol Microbiol* **54**(Pt 5):1511–9.
3. **Carvalho MJ, Martínez-Murcia A, Esteves AC, Correia A, Saavedra MJ** (2012). Phylogenetic diversity, antibiotic resistance and virulence traits of *Aeromonas* spp. from untreated waters for human consumption. *Int J Food Microbiol* **159**(3):230–9.
4. **Lagadec E, Mjølnerød EB, Jensen ØM, Plarre H, Nylund A** (2024). Multiple *Aeromonas* strains isolated from Atlantic salmon (*Salmo salar*) displaying red skin disease signs in Scandinavian rivers. *J Fish Dis* **47**(1):e13870.
5. **Beaz-Hidalgo R, Alperi A, Figueras MJ, Romalde JL** (2009). *Aeromonas piscicola* sp. nov., isolated from diseased fish. *Syst Appl Microbiol* **32**(7):471–9.
6. **Saytekin AM, Dörtbudak, M.Y., Yigin, A., Saitekin, E.A., Demirci, M** (2025). Isolation of *Aeromonas bestiarum* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and determination of antibacterial resistance profile. *Wien Tierarztl Monatsschr* **112**:doc14.
7. **Ali A, Carnahan AM, Altwegg M, Lüthy-Hottenstein J, Joseph SW** (1996). *Aeromonas bestiarum* sp. nov. (formerly genomospecies DNA group 2 *A. hydrophila*), a new species isolated from non-human sources. *Med Microbiol Lett*(5):156–65.
8. **Lauková A, Kubašová I, Kandričáková A, Strompfová V, Žitňan R, Simonová MP** (2018). Relation to enterocins of variable *Aeromonas* species isolated from trouts of Slovakian aquatic sources and detected by MALDI-TOF mass spectrometry. *Folia Microbiol (Praha)* **63**(6):749–55.
9. **Kozińska A, Figueras MJ, Chacon MR, Soler L** (2002). Phenotypic characteristics and pathogenicity of *Aeromonas* genomospecies isolated from common carp (*Cyprinus carpio* L.). *J Appl Microbiol* **93**(6):1034–41.
10. **Orozova P, Barker M, Austin DA, Austin B** (2009). Identification and pathogenicity to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), of some aeromonads. *J Fish Dis* **32**(10):865–71.
11. **Schwartz K, Borowiak M, Strauch E, Deneke C, Richter MH** (2024). Emerging *Aeromonas* spp. infections in Europe: characterization of human clinical isolates from German patients. *Front Microbiol* **15**:1498180.

[3] ht: „Pathogen für Menschen und Wirbeltiere, aber i. d. R. keine Übertragung zwischen beiden Wirtsgruppen.“

12. **Kumru S, Tekedar HC, Griffin MJ, Waldbieser GC, Liles MR, Sonstegard T, Schroeder SG, Lawrence ML, Karsi A** (2018). Draft Genome Sequence of Fish Pathogen *Aeromonas bestiarum* GA97-22. *Genome Announc* **6**(24):e00524-18.
13. **TRBA** (2026). Einstufung von Prokaryonten (Bacteria und Archaea) in Risikogruppen (TRBA 466). https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/TRBA/TRBA-466.html. Geprüft am 01.04.2026.
14. **Engert CJ, Medina-Morillo M, Sotil G, Yunis-Aguinaga J** (2025). Isolation, Characterisation and Virulence of *Aeromonas* spp. From Peruvian Rainbow Trout: First Description of *A. popoffii*-Associated Mortality. *J Fish Dis* **48**(11):e14158.
15. **Allen DA, Austin B, Colwell RR** (1983). *Aeromonas media*, a New Species Isolated from River Water. *Int J Syst Bacteriol* **33**(3):599–604.
16. **Figueira V, Vaz-Moreira I, Silva M, Manaia CM** (2011). Diversity and antibiotic resistance of *Aeromonas* spp. in drinking and waste water treatment plants. *Water Res* **45**(17):5599–611.
17. **Pablos M, Huys G, Cnockaert M, Rodríguez-Calleja JM, Otero A, Santos JA, García-López ML** (2011). Identification and epidemiological relationships of *Aeromonas* isolates from patients with diarrhea, drinking water and foods. *Int J Food Microbiol* **147**(3):203–10.
18. **Picão RC, Poirel L, Demarta A, Petrini O, Corvaglia AR, Nordmann P** (2008). Expanded-spectrum beta-lactamase PER-1 in an environmental *Aeromonas media* isolate from Switzerland. *Antimicrob Agents Chemother* **52**(9):3461–2.
19. **Dubey S, Ager-Wick E, Peng B, Evensen Ø, Sørum H, Munang'andu HM** (2022). Characterization of virulence and antimicrobial resistance genes of *Aeromonas media* strain SD/21-15 from marine sediments in comparison with other *Aeromonas* spp. *Front Microbiol* **13**:1022639.
20. **Singh DV** (2000). A putative heat-labile enterotoxin expressed by strains of *Aeromonas media*. *J Med Microbiol* **49**(8):685–9.
21. **Lü AJ, Hu XC, Li L, Sun JF, Song YJ, Pei C, Zhang C, Kong XH** (2016). Isolation, identification and antimicrobial susceptibility of pathogenic *Aeromonas media* isolated from diseased Koi carp (*Cyprinus carpio* koi). *Iran. J. Fish. Sci.* **15**(2):760–74.
22. **Yi S-W, You M-J, Cho H-S, Lee C-S, Kwon J-K, Shin G-W** (2013). Molecular characterization of *Aeromonas* species isolated from farmed eels (*Anguilla japonica*). *Vet Microbiol* **164**(1-2):195–200.
23. **Evangelista-Barreto NS, Vieira RHSF, Carvalho FCT, Torres RCO, Sant'Anna ES, Rodrigues DP, Reis CMF** (2006). *Aeromonas* spp. isolated from oysters (*Crassostrea rhizophorea*) from a natural oyster bed, Ceará, Brazil. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo* **48**(3):129–33.
24. **Roger F, Lamy B, Jumas-Bilak E, Kodjo A, Marchandin H** (2012). Ribosomal multi-operon diversity: an original perspective on the genus *Aeromonas*. *PloS one* **7**(9):e46268.
25. **Talagrand-Reboul E, Roger F, Kimper J-L, Colston SM, Graf J, Latif-Eugenín F, Figueras MJ, Petit F, Marchandin H, Jumas-Bilak E, Lamy B** (2017). Delineation of Taxonomic Species within Complex of Species: *Aeromonas media* and Related Species as a Test Case. *Front Microbiol* **8**:621.
26. **Dahanayake PS, Hossain S, Wickramanayake MVKS, Heo G-J** (2019). Antibiotic and heavy metal resistance genes in *Aeromonas* spp. isolated from marketed Manila Clam (*Ruditapes philippinarum*) in Korea. *J Appl Microbiol* **127**(3):941–52.
27. **Dahanayake PS, Hossain S, Wickramanayake MVKS, Heo G-J** (2020). Prevalence of virulence and antimicrobial resistance genes in *Aeromonas* species isolated from marketed cockles (*Tegillarca granosa*) in Korea. *Lett Appl Microbiol* **71**(1):94–101.
28. **Silva BCJ de, Hossain S, Dahanayake PS, Heo G-J** (2019). *Aeromonas* spp. from marketed Yesso scallop (*Patinopecten yessoensis*): molecular characterization, phylogenetic analysis, virulence properties and antimicrobial susceptibility. *J Appl Microbiol* **126**(1):288–99.
29. **Silva BCJ de, Hossain S, Wimalasena SHMP, Pathirana HNKS, Heo G-J** (2018). Putative virulence traits and antibiogram profile of *Aeromonas* spp. isolated from frozen white-leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) marketed in Korea. *J Food Saf* **38**(4).
30. **Hoel S, Vadstein O, Jakobsen AN** (2017). Species Distribution and Prevalence of Putative Virulence Factors in Mesophilic *Aeromonas* spp. Isolated from Fresh Retail Sushi. *Front Microbiol* **8**:931.
31. **Lee H-J, Hoel S, Lunestad B-T, Lerfall J, Jakobsen AN** (2021). *Aeromonas* spp. isolated from ready-to-eat seafood on the Norwegian market: prevalence, putative virulence factors and antimicrobial resistance. *J Appl Microbiol* **130**(4):1380–93.

32. **Wang G-Y, Wang H-H, Han Y-W, Xing T, Ye K-P, Xu X-L, Zhou G-H** (2017). Evaluation of the spoilage potential of bacteria isolated from chilled chicken *in vitro* and *in situ*. *Food Microbiol* **63**:139–46.
33. **Shao L, Tian Y, Chen S, Xu X, Wang H** (2022). Characterization of the spoilage heterogeneity of *Aeromonas* isolated from chilled chicken meat: *in vitro* and *in situ*. *Lebenson Wiss Technol* **162**:113470.
34. **Shen Y, Xu C, Sun Q, Schwarz S, Ou Y, Yang L, Huang Z, Eichhorn I, Walsh TR, Wang Y, Zhang R, Shen J** (2018). Prevalence and Genetic Analysis of mcr-3-Positive *Aeromonas* Species from Humans, Retail Meat, and Environmental Water Samples. *Antimicrob Agents Chemother* **62**(9):e00404-18.
35. **Fontes MC, Saavedra MJ, Martins C, Martínez-Murcia AJ** (2011). Phylogenetic identification of *Aeromonas* from pigs slaughtered for consumption in slaughterhouses at the North of Portugal. *Int J Food Microbiol* **146**(2):118–22.
36. **Mancilla M, Ojeda A, Yuivar Y, Grandón M, Valderrama S, Oyarzún M, Grothusen H, Ibarra P, Bustos P** (2026). *Aeromonas piscicola* in Chilean Salmon Farming: Genomic Insights, Phenotypic Traits, Virulence and Field Immune Response. *Pathogens* **15**(4).
37. **Hua HT, Bollet C, Tercian S, Drancourt M, Raoult D** (2004). *Aeromonas popoffii* urinary tract infection. *J Clin Microbiol* **42**(11):5427–8.
38. **Huys G, Kämpfer P, Altwegg M, Kersters I, Lamb A, Coopman R, Lüthy-Hottenstein J, Vancanneyt M, Janssen P, Kersters K** (1997). *Aeromonas popoffii* sp. nov., a mesophilic bacterium isolated from drinking water production plants and reservoirs. *Int J Syst Bacteriol* **47**(4):1165–71.
39. **Soler L, Figueras MJ, Chacón MR, Vila J, Marco F, Martinez-Murcia AJ, Guarro J** (2002). Potential virulence and antimicrobial susceptibility of *Aeromonas popoffii* recovered from freshwater and seawater. *FEMS Immunol Med Microbiol* **32**(3):243–7.
40. **Topic Popovic N, Kazazic SP, Strunjak-Perovic I, Barisic J, Sauerborn Klobucar R, Kepec S, Coz-Rakovac R** (2015). Detection and diversity of aeromonads from treated wastewater and fish inhabiting effluent and downstream waters. *Ecotoxicol Environ Saf* **120**:235–42.
41. **Zepeda-Velázquez AP, Vega-Sánchez V, Ortega-Santana C, Rubio-Godoy M, Oca-Mira DM de, Soriano-Vargas E** (2017). Pathogenicity of Mexican isolates of *Aeromonas* sp. in immersion experimentally-infected rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792). *Acta Trop* **169**:122–4.
42. **Popoff M, Lallier R** (1984). Biochemical and Serological Characteristics of *Aeromonas*. *In* Bergan T (Hrsg.), Methods in Microbiology, vol. 16, S. 127–45. Academic Press, Cambridge, Massachusetts.
43. **Liu L-P, Fang Y-D, Kang P-T, Gao X-Y, Zhang G-W, Pan J, Lu J, Liu J-X, Zhang W-D** (2024). Isolation, identification and characteristics of *Aeromonas sobria* from diseased rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Front Microbiol* **15**:1499126.
44. **Hänninen ML, Salmi S, Siitonen A** (1995). Maximum growth temperature ranges of *Aeromonas* Spp. isolated from clinical or environmental sources. *Microb Ecol* **29**(3):259–67.
45. **Michel AL, Engelbrecht M, Roux F, Wentzel J, Jonker A** (2025). Antibiotic resistance profiles of oral flora in hippopotami (*Hippopotamus amphibius*): implications for treatment of human bite wound infections. *One Health Outlook* **7**(1):26.
46. **Hutchinson LE, Franke JD, Mailey BA** (2021). Necrotizing fasciitis secondary to lake water inoculation with *Aeromonas sobria*: A case report. *Medicine (Baltimore)* **100**(10):e24981.
47. **Gelbart SM, Prabhudesai M, Magee SM** (1985). A case report: *Aeromonas sobria* gastroenteritis in an adult. *Am J Clin Pathol* **83**(3):389–91.
48. **Matsui T, Yamada M, Shoji K, Funaki T, Jinguji M, Uchida H, Fukuda A, Sakamoto S, Kasahara M, Ogimi C** (2026). *Aeromonas* Bacteremia in Pediatric Liver Transplant Recipients: Case-Based Experience of an Under-Recognized Infection. *Pediatr Transplant* **30**(7):e70407.
49. **Spadaro S, Berselli A, Marangoni E, Romanello A, Colamussi MV, Ragazzi R, Zardi S, Volta CA** (2014). *Aeromonas sobria* necrotizing fasciitis and sepsis in an immunocompromised patient: a case report and review of the literature. *J Med Case Reports* **8**(1):315.
50. **Ng BW, Ong KC, Ahmad-Azraf A, Abdul-Muttalib AW** (2019). Necrotising fasciitis caused by *Aeromonas sobria*: Not just a simple catfish sting. *Med J Malaysia* **74**(6):543–4.
51. **Toranzo AE, Baya AM, Romalde JL, Hetrick FM** (1989). Association of *Aeromonas sobria* with mortalities of adult gizzard shad, *Dorosoma cepedianum* Lesueur. *J Fish Dis* **12**(5):439–48.

52. **Ibrahim RE, Ahmed SA, Amer SA, Al-Gabri NA, Ahmed AI, Abdel-Warith A-WA, Younis E-SM, Metwally AE** (2020). Influence of vitamin C feed supplementation on the growth, antioxidant activity, immune status, tissue histomorphology, and disease resistance in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquac Rep* **18**:100545.
53. **Li Y, Cai S-H** (2011). Identification and pathogenicity of *Aeromonas sobria* on tail-rot disease in juvenile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Current Microbiology* **62**(2):623–7.
54. **Abdel Rahman AN, Masoud SR, Fouda MM, Abdelwarith AA, Younis EM, Khalil SS, Zaki HT, Mohammed E, Davies SJ, Ibrahim RE** (2023). Antimicrobial efficacy of magnetite nanoparticles against *Aeromonas sobria* challenge in African catfish: Biochemical, protein profile, and immuno-antioxidant indices. *Aquac Rep* **32**:101692.
55. **Soliman MK, Nageeb HM, Aboyadak IM** (2022). Treatment of MAS caused by *Aeromonas sobria* in European seabass. *Egypt J Aquatic Biol Fish* **26**(5):535–56.
56. **Byadgi O, Chen Y-C, Maekawa S, Wang P-C, Chen S-C** (2018). Immune-Related Functional Differential Gene Expression in Koi Carp (*Cyprinus carpio*) after Challenge with *Aeromonas sobria*. *Int J Mol Sci* **19**(7):2107.
57. **Mayrhofer R, Menanteau-Ledouble S, Pucher J, Focken U, El-Matbouli M** (2020). *Aeromonas* spp. suggested as the causative agents of red spot disease in northern Vietnamese grass carp *Ctenopharyngodon idella*. *Dis Aquat Org* **139**:113–9.
58. **Yu J, Koo BH, Kim DH, Kim DW, Park SW** (2015). *Aeromonas sobria* infection in farmed mud loach (*Misgurnus mizolepis*) in Korea, a bacteriological survey. *Iran J Vet Res* **16**(2):194–201.
59. **Yang Q-H, Zhou C, Lin Q, Lu Z, He L-B, Guo S-L** (2017). Draft Genome Sequence of *Aeromonas sobria* Strain 08005, Isolated from Sick *Rana catesbeiana*. *Genome Announc* **5**(2):e01352 –e01316.
60. **Mesías F, Gerpe D, Hurtado C, Llanco L, Serrano-Martínez E, Romalde JL** (2020). Draft Genome Sequence of *Aeromonas sobria* Strain CHT-30, Isolated from a Diseased Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Peru. *Microbiol Resour Announc* **9**(33):e00110–e00120.