

Aktywność hemolityczna i proteolityczna jako wskaźniki patogenności bakterii *Aeromonas hydrophila* i *A. sobria* dla karpi (*Cyprinus carpio* L.)

Zakład Chorób Ryb Instytutu Weterynarii, Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy

Summary

Haemolytic and proteolytic activity of *Aeromonas hydrophila* and *Aeromonas sobria* as markers of pathogenicity for carp

The pathogenicity of 68 strains of *A. hydrophila* and 44 of *A. sobria* was assessed in two-year-old carp (*Cyprinus carpio* L.). The fish were selected from erythrodermatitis-free farms and were adapted to the laboratory environment for one month; then they were infected with a subepidermal bacterial suspension. The inoculum contained 10^7 bacterial cells in 0,2 ml of 0.85 per cent buffered salt solution (PBS). The haemolytic activity was tested on horse blood agar (a base with 5 per cent defibrinated blood) and the proteolytic activity on a base with 15 per cent of gelatine. The individual strains of *A. hydrophila* and *A. sobria* displayed different haemolytic and proteolytic activity and also different pathogenicity. Pronounced haemolytic activity was found in 93 per cent of highly pathogenic strains of *A. hydrophila* and in 87.5 per cent of distinctly pathogenic strains of *A. sobria*. The above properties were also noted in the 45 per cent and 10 per cent mildly pathogenic strains, respectively. However, these characteristics were also found in 15 per cent non-pathogenic strains of *A. hydrophila*. Combined pronounced haemolytic and proteolytic activity were displayed in 90 per cent of highly pathogenic strains of *A. hydrophila* and 87.5 per cent of *A. sobria*. Only one non-pathogenic strain of *A. hydrophila* also possessed a marked haemolytic and proteolytic activity.

Wykazujące ruch bakterie *Aeromonas* są obecnie różnicowane na 3 gatunki: *A. hydrophila*, *A. caviae* i *A. sobria* (24). Są one powszechnie izolowane ze środowiska wodnego i mogą wywoływać infekcje u ryb i innych zwierząt (3, 9, 10, 12, 13, 15, 19, 20, 30, 32, 34, 39) oraz u ludzi (4, 5, 7, 8, 11, 23, 35, 36, 37). Ogólnie uważa się, że w patogenie ryb główną rolę odgrywa *A. hydrophila*, natomiast *A. sobria* jest w niewielkim stopniu lub w ogóle niepatogenna dla ryb (17, 22, 38). Badania Santos i wsp. (27), a także wcześniejsze badania własne (nieopublikowane) wykazały, że niektóre szczepy *A. sobria* są wyraźnie chorobotwórcze dla karpi. Ogólnie uważa się, że *A. caviae* nie jest patogenna dla ryb, chociaż niektóre szczepy można określić jako słabo patogenne (27). Również nie wszystkie szczepy *A. hydrophila* są patogenne dla ryb (10, 28). Niektóre szczepy wykazujące podstawowe właściwości rodzaju *Aeromonas* trudno jest zakwalifikować do któregośkolwiek gatunku zgodnie z kryteriami Popoffa (6, 38).

Najnowsza, obecnie akceptowana klasyfikacja „ruchliwych” *Aeromonas* nie spełnia potrzeb ichtiopatologa praktyka, ponieważ nie daje informacji o patogenności szczepów izolowanych od ryb i ze środowiska wodnego.

Według opinii Santos i wsp. (27) trudno jest nawet określić, czy *A. hydrophila*, czy też *A. sobria* – odgrywa większą rolę w patogenie ryb i człowieka. Od kilkunastu lat podejmowane są próby określenia czynników związanych z patogennością „ruchliwych” *Aeromonas* sp. dla ryb i człowieka. Badania dotyczą między innymi: produkcji różnych enzymów proteolitycznych (elastazy, kazeinazy, żelatynazy), hemolizyn, enterotoksyn i cytotoksyn, aktywności stafylolitycznej, obecności czynnika dermonekrotycznego i właściwości fenotypowych komórek bakteryjnych (1, 2, 5, 14, 18, 21, 22, 25, 26, 27, 31, 38). Rola tych czynników w chorobotwórczości poszczególnych szczepów *Aeromonas* dla ryb i człowieka nie została jednak dotychczas ostatecznie określona.

Według Santos i wsp. (27) przypuszczać należy, że czynniki decydujące o patogenności szczepów *Aeromonas* u żywicieli stałocieplnych, nie są decydujące o patogenności u żywicieli zmiennocieplnych. Szczepy chorobotwórcze dla ryb nie zawsze są chorobotwórcze dla człowieka. O patogenności bakterii rodzaju *Aeromonas* decyduje przypuszczalnie równocześnie kilka czynników (27). W dostępnym piśmiennictwie brak jest badań dotyczących zależności pomiędzy intensywnością hemolizy erytrocytów końskich oraz rozkładu żelatyny przez *A. hydrophila* i *A. sobria* a patogennością tych bakterii dla karpi (po zarażeniu podnaskórkowym).

Celem pracy było określenie zależności pomiędzy aktywnością hemolityczną i proteolityczną poszczególnych szczepów *A. hydrophila* i *A. sobria* a ich chorobotwórczością dla karpi. Dotychczas izolowane przez nas szczepy *A. caviae* były wszystkie niepatogenne dla karpi (nieopublikowane dane), stąd też gatunku tego nie uwzględniono w badaniach z zakresu markerów patogenności.

Materiał i metody

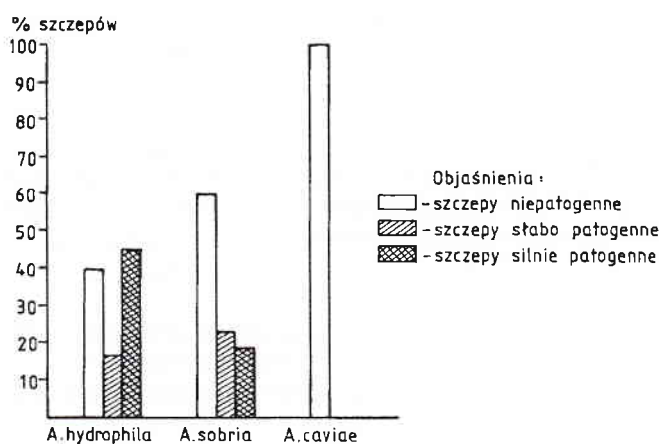
Szczepy *Aeromonas* sp. izolowane były ze skóry i narządów wewnętrznych karpi zdrowych i chorych na erythrodermatitis, pochodzących z kilkunastu obiektów rybackich. Posiewy przeprowadzano równocześnie na podłożu TSA (Trypticase soy agar) i na agarze wielopeptonowym z dodatkiem 5% krwi końskiej. Po 48-godzinnej inkubacji, materiał z poszczególnych kolonii przesiewano na skośny agar z krwią końską i równocześnie do bulionu z dodatkiem 10% surowicy końskiej. Po inkubacji, szczepy na skosach przetrzymywano w temperaturze 4°C, natomiast szczepy na bulionie w temperaturze -25°C. Identyfikację *A. hydrophila*, *A. sobria* i *A. caviae* przeprowadzano według kryteriów Popoffa (24).

Aktywność hemolityczną oznaczano na agarze z dodatkiem 5% odwłóknionej krwi końskiej, przy liczbie kolonii na płytce nie większej niż 20. Pod względem aktywności hemolitycznej szczepy *Aeromonas* zróżnicowano na 4 grupy, uwzględniając obecność i średnicę

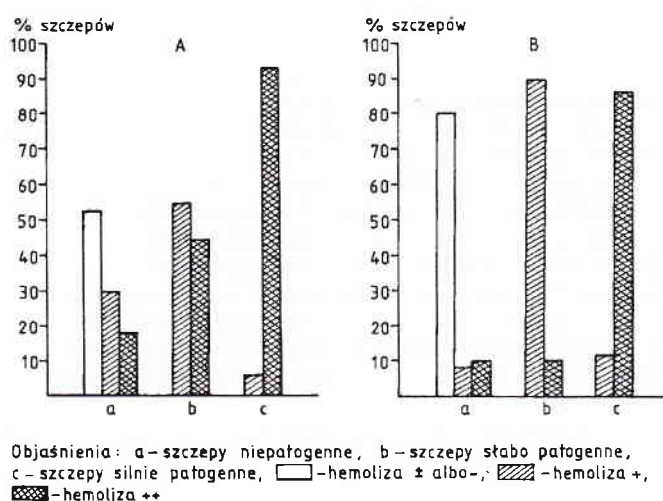
strefy przejaśnienia oraz jej przejrzystość, po 24-godzinnej inkubacji w temp. 27°C: szczepy nieaktywne (-) – brak strefy przejaśnienia; szczepy słabo aktywne (±) – słabo dostrzegalna otoczka wokół kolonii, o średnicy poniżej 2 mm; szczepy średnio aktywne (+) – strefa przejaśnienia o średnicy 3-4 mm i o niepełnej przejrzystości; szczepy silnie aktywne (++) – strefa przejaśnienia powyżej 4 mm, o całkowitej przejrzystości.

Aktywność proteolityczną oznaczano na podłożu z żelatyną (Difco). Słupki podłoża z żelatyną były inokulowane do 1/2 wysokości i inkubowane przez 7 dni w temperaturze 27°C. Uwzględniając intensywność reakcji rozpuszczania żelatyny, szczepy różnicowano na 4 grupy: szczepy nieaktywne (-) – brak reakcji rozpuszczającej żelatynę w ciągu 7 dni; szczepy słabo aktywne (±) – ślady rozpuszczenia żelatyny, jedynie na powierzchni słupka, po upływie 5-6 dni; szczepy średnio aktywne (+) – rozpuszczające 30-50% słupka po upływie 3-4 dni; szczepy bardzo aktywne (++) – rozpuszczające powyżej 50% słupka po upływie 24-48 godzin.

Uwzględniając równocześnie właściwości hemolityczne i proteolityczne poszczególnych szczepów wyizolowane szczepy podzielono na pięć grup charakteryzujących się następującymi cechami: brak lub słaba aktywność hemolityczna i proteolityczna, intensywna hemoliza przy słabej intensywności proteolitycznej lub odwrotnie, średnia hemoliza i proteoliza, intensywna hemoliza przy średniej aktywności proteolitycznej lub odwrotnie, intensywna hemoliza i proteoliza.



Ryc. 1. Właściwości chorobotwórcze szczepów bakterii *A. hydrophila*, *A. sobria* i *A. caviae*

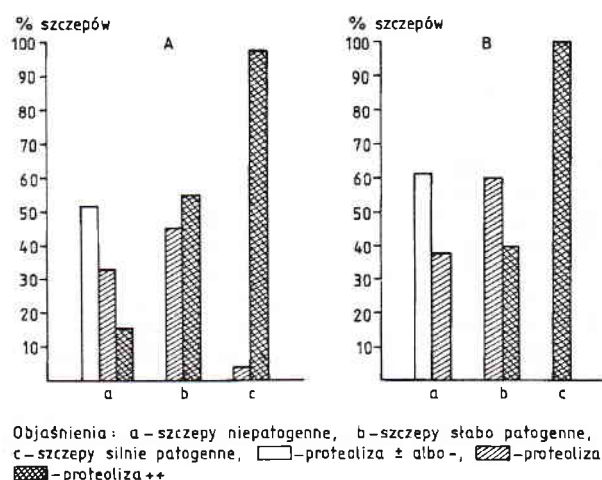


Ryc. 2. Zależność pomiędzy aktywnością hemolityczną szczepów *A. hydrophila* (2A) i *A. sobria* (2B) a ich patogennością

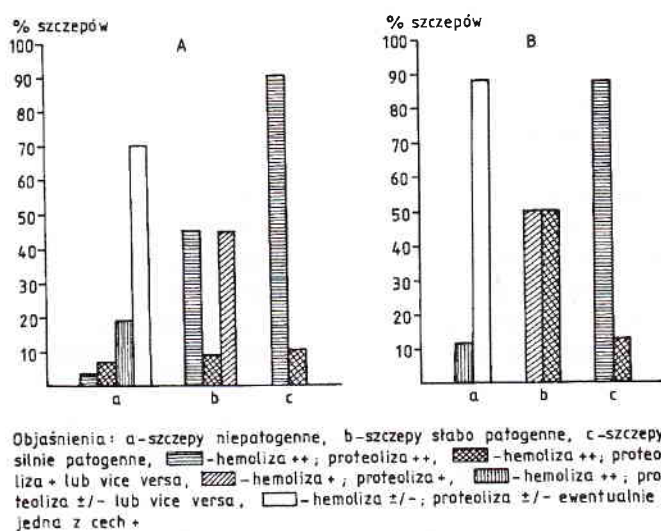
Właściwości patogenne oznaczano przez podnaskórkowe zarażanie dwuletnich karpí zawieszając każdego badanego szczepu *Aeromonas*. Każda ryba otrzymywała 0,2 ml zawiesiny, zawierającej 10⁷ komórek bakteryjnych. Zarażone ryby przetrzymywano w 300 l akwariach w wodzie o temperaturze 16-18°C. Każdym szczepem zarażano 10 ryb. Obserwację prowadzono przez 10-15 dni. Kryterium chorobotwórczości szczepu było tworzenie się, w miejscu inokulacji, wrzodów skórnych typowych dla *erythrodermatitis*. Stopień zjadliwości oceniano na podstawie ilości ryb chorych oraz intensywności zmian skórnych. Szczepy nie wywołujące żadnych zmian w miejscu inokulacji uznawano za niepatogenne. Szczepy, które powodowały niewielkie ubytki skóry, zazwyczaj bez krwawych wybroczyn, co najmniej u 3 do 10 zarażonych karpí, były oceniane jako słabo patogenne. Jako szczepy silnie patogenne uznano te, które co najmniej u 3 ryb na 10 zarażonych, wywoływały patologiczne zmiany w postaci głębokich ubytków skóry i mięśni z krwawymi wysiękami i zmianami martwiczymi wokół wrzodu. Kontrolę stanowiły ryby inokulowane jałowym płynem fizjologicznym.

Wyniki i omówienie

Ze skóry i narządów wewnętrznych klinicznie zdrowych oraz chorych na *erythrodermatitis* karpí wyizolowano ogółem 124 szczepy „ruchliwych” *Aeromonas* sp.;



Ryc. 3. Zależność pomiędzy aktywnością proteolityczną szczepów *A. hydrophila* (3A) i *A. sobria* (3B) a ich patogennością



Ryc. 4. Zależność pomiędzy aktywnością hemolityczną i równocześnie proteolityczną szczepów *A. hydrophila* (4A) i *A. sobria* (4B) a ich patogennością

68 szczepów sklasyfikowano jako *A. hydrophila*, 44 jako *A. sobria* i 12 jako *A. caviae*.

Ryc. 1 ilustruje zróżnicowanie szczepów *A. hydrophila* i *A. sobria* pod względem ich zdolności wywoływania zmian skórnych u karpia. Wszystkie badane szczepy *A. caviae* były niepatogenne. Silne właściwości chorobotwórcze wykazywało 44% szczepów *A. hydrophila* i 18% szczepów *A. sobria*. Odsetek szczepów słabo patogennych był bardzo zbliżony u obu gatunków: u *A. hydrophila* – 16%, u *A. sobria* – 23%, natomiast szczepy niepatogenne występowały w 40% u *A. hydrophila* i w 59% u *A. sobria*.

Ryc. 2 ilustruje zależność pomiędzy aktywnością hemolityczną szczepów *A. hydrophila* (2A) i *A. sobria* (2B) a ich patogennością. Niepatogenne szczepy *A. hydrophila* w 52% nie wykazywały zdolności hemolitycznych (–) lub tylko słabą aktywność (±). 55% słabo patogennych szczepów znalazło się w grupie średnio aktywnych (+), a 45% w grupie silnie aktywnych hemolitycznie (++). Szczepy silnie patogene w 93% odznaczały się silną aktywnością hemolityczną (++). Podobna zależność występuje w przypadku szczepów *A. sobria*, przy czym odsetek niepatogennych szczepów charakteryzujących się brakiem (–) lub słabą aktywnością hemolityczną (±) jest tu znacznie wyższy – 81%, a zdecydowana większość szczepów słabo patogennych (90%) wykazuje średnią hemolizę (+).

Ryc. 3 przedstawia zależność pomiędzy aktywnością proteolityczną szczepów *A. hydrophila* (3A) i *A. sobria* (3B) a ich patogennością. U szczepów *A. hydrophila* zależność ta przebiega w sposób niemal identyczny, jak w przypadku hemolizy (por. ryc. 2A). U szczepów *A. sobria* zależność ta wyraża się w sposób bardziej zdecydowany; żaden szczep niepatogeny nie wykazywał silnej aktywności proteolitycznej (++), cecha ta charakteryzowała natomiast 100% szczepów silnie patogennych.

Ryc. 4 ilustruje zależność pomiędzy stopniem aktywności hemolitycznej i równocześnie stopniem aktywności proteolitycznej szczepów *A. hydrophila* (4A) i *A. sobria* (4B) a patogennością tych szczepów dla karpia. U 70% niepatogennych szczepów *A. hydrophila* i 88% *A. sobria* stwierdzono brak (–) lub tylko słabą aktywność w zakresie obu cech równocześnie, ewentualnie średnią aktywność (+) w przypadku jednej z cech, przy braku aktywności dotyczącej drugiej badanej cechy. Żaden z niepatogennych szczepów *A. sobria*, a tylko jeden niepatogeny szczep *A. hydrophila* odznaczał się silną aktywnością hemolityczną i silną aktywnością proteolityczną równocześnie. Szczepy silnie patogene natomiast, w zdecydowanej większości, zarówno w przypadku *A. hydrophila* (90%), jak i *A. sobria* (87,5%) wykazywały silną aktywność w zakresie hemolizy i proteolizy równocześnie. Cechy te charakteryzowały także 45% słabo patogennych szczepów *A. hydrophila*.

Poszczególne szczepy *A. hydrophila*, jak również *A. sobria* wykazują różne właściwości patogene i wydzielają różne ilości substancji określanых jako produkty zewnątrzkomórkowego wydzielania. Różni badacze uważają, że właściwości chorobotwórcze *A. hydrophila* związane są z wydzielaniem przez te bakterie lukocydyny (29), entorotoksyny (5, 6), hemolizyn (1, 25, 33), enzymów proteolitycznych (27). Santos i wsp. (27) uważają, że dotychczas nie udało się ustalić ścisłej zależności pomiędzy którąś z tych substancji a patogennością dla ryb. Badania światowe oraz wcześniejsze badania własne (dane nieopublikowane) wy-

kazały, że poszczególne szczepy „ruchliwych” *Aeromonas* sp. mogą wykazywać różną aktywność w stosunku do erytrocytów ludzkich, końskich, czy też pochodzących od ryb, jak również różną aktywność proteolityczną w zależności od substratu (elastyna, kazeina, żelatyna).

Badania własne wykazały szerokie zróżnicowanie szczepów *A. hydrophila* i *A. sobria* w zakresie hemolizy krwinek końskich oraz produkcji żelatynazy. Stwierdzono ponadto związek pomiędzy tymi cechami a właściwościami patogennymi badanych szczepów dla karpia. Wyniki badań własnych potwierdzają tezę tych autorów (16, 33), którzy uważają, że patogenność danego szczepu zależy w dużym stopniu od ilości wydzielanych substancji, a nie tylko od ich rodzaju. Wykazano bowiem, że niemal wszystkie szczepy patogene (90% *A. hydrophila* i 87,5% *A. sobria*) odznaczały się intensywną hemolizą krwinek końskich oraz silną aktywnością proteolityczną wobec żelatyny, pozostałe wykazywały silną aktywność w zakresie jednej z tych cech i średnią aktywność w zakresie drugiej cechy. Silną hemolizę i proteolizę wykazywało 45,5% słabo patogennych i tylko 4% niepatogennych szczepów *A. hydrophila*. Żaden ze słabo patogennych i niepatogennych szczepów *A. sobria* nie posiadał silnej aktywności w zakresie obu tych cech równocześnie.

Wyniki naszych badań dają więc podstawę do stwierdzenia, że istnieje wyraźna zależność pomiędzy intensywnością hemolizy krwinek końskich i intensywnością rozpuszczania żelatyny a zdolnością do wywoływania zmian typu erythrodermatitis u karpia przez szczepy *A. hydrophila* i *A. sobria*. Przypuszczać jednak należy, że oprócz silnej aktywności hemolitycznej i proteolitycznej, patogene szczepy *A. hydrophila* i *A. sobria* posiadają jeszcze inne cechy, ułatwiające im inwazję i przeżycie w zaatakowanym organizmie ryby, których nie posiadają szczepy niepatogene (badania w toku).

Stosując opisaną w pracy metodykę oraz skalę ocen, możliwe jest odróżnienie szczepów mających potencjalną możliwość wywoływania intensywnych zmian typu erythrodermatitis od szczepów niepatogennych. Pozwala to na pominięcie kłopotliwych badań biologicznych, polegających na zakażaniu ryb.

Piśmiennictwo

- Allan B.J., Stevenson R.M.W.: Can. J. Microbiol. 27, 1114, 1981.
- Andziak J., Anusz Z., Jakubczak A.: Medycyna Wet. 48, 54, 1992.
- Boulanger Y., Lallier R., Cousineau G.: Can. J. Microbiol. 23, 1161, 1977.
- Burke V., Gracey M., Robinson J., Peck D., Beaman J., Bundell C.: J. Infect. Dis. 148, 68, 1983.
- Burke V., Robinson J., Coper M., Beaman J., Partridge K., Peterson D., Gracey M.: Appl. Environ. Microbiol. 47, 1146, 1984.
- Chakraborty T., Montenegro M.A., Sanai S.C., Halmuth R., Bulling E., Timmis K.N.: Infect. Immun. 46, 435, 1984.
- Champsaur H., Andreumont A., Mathieu D., Rottman E., Auzepy P.: J. Infect. Dis. 145, 248, 1982.
- Davis W.A., Kane J.G., Garagusi V.F.: Medicine 57, 267, 1978.
- Emerson H., Norris C.: J. Exp. Med. 7, 32, 1905.
- Figueiredo J., Plumb J.A.: Aquaculture 11, 349, 1977.
- Fulghum D.D., Linton W.R., Taplin D.: South. Med. J. 71, 733, 1978.
- Hazen T.C., Esch G.W., Glassman A.B., Gibbons J.W.: J. Fish Biol. 12, 491, 1978.
- Hazen T.C., Raker M.L., Esch G.W., Fliermans C.B.: J. Protozool. 25, 351, 1978.
- Hsu T.C., Waltman W.D., Shotts E.B.: Dev. Biol. Stand. 49, 101, 1981.
- Huizing H.W., Esch G.W., Hazen T.C.: J. Fish Dis. 2, 263, 1979.

16. Kou G.H.: J. Fish. Soc. Taiwan 2, 42, 1973.
17. Lallier R., Boulanger Y., Olivier G.: Progress Fish Cult. 42, 199, 1980.
18. Lallier R., Daigneault P.: J. Fish Dis. 7, 509, 1984.
19. Marcus L.C.: Am. Vet. Med. Ass. 159, 1626, 1971.
20. Mead A.R.: Malacologia 9, 43, 1969.
21. Mittal K.R., Lalonde G., Leblanc D., Olivier G., Lallier R.: Can. J. Microbiol. 26, 1501, 1980.
22. Olivier G., Lallier R., Lariviere S.: Can. J. Microbiol. 27, 330, 1981.
23. Pitorangsi C., Escherria P., Whimire R., Tirapat C., Formal S., Samin G.J., Tingalpong M.: Infect. Immun. 35, 666, 1982.
24. Popoff M.W.: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 9 wyd., The Williams and Wilkins Co, Baltimore M.D., 1984, s. 545.
25. Rahim Z., Sanyal S.C., Aziz K.M.S., Huq M.I., Chowdhury A.A.: Appl. Environ. Microbiol. 48, 865, 1984.
26. Santos Y., Toranzo A.E., Dopazo C.P., Nieto T.P., Barja J.L.: Aquaculture 67, 29, 1987.
27. Santos Y., Toranzo A.E., Barja J.L., Nieto T.P., Villa T.G.: Infect. Immun. 56, 3285, 1988.
28. Schulz D., Bulling E.: Zbl. Vet. Med. 13 B, 28, 450, 1981.
29. Schulz D., Schermann W., Blobel H.: Zbl. Bakt. Hyg. 1, 312, 1974.
30. Schotts E.B., Gaines J.L. Jr., Martin L., Prestwood A.K.: J. Am. Vet. Med. Ass. 161, 603, 1972.
31. Schotts E.B., Hsu T.C., Waltman W.D.: Fish Pathol. 20, 37, 1985.
32. Takashi K., Kawana T., Nakamura T.: Fish Pathol. 10, 22, 1975.
33. Thune R.L., Johnson M.C., Graham T.E., Amborski R.L.: J. Fish Dis. 9, 55, 1986.
34. Toranzo A.E., Combarro P., Conde Y., Barja J.L.: A.E. Ellis Fish and Shellfish Pathology. Academic Press, London 1985, s. 141.
35. Trust T.J., Chipman D.C.: Can. Med. Ass. J. 120, 942, 1979.
36. Turnbull P.C.B., Lee J.V., Miliotis M.D., Van de Walle S., Koomhof H.J., Jeffrey L., Bryant T.N.: J. Clin. Microbiol. 19, 175, 1984.
37. Von Graevenitz A., Mensch A.H.: N. Engl. J. Med. 278, 245, 1968.
38. Wakabayashi H., Kanai K., Hsu T.C., Egusa S.: Fish Pathol. 15, 319, 1981.
39. Wohlegemuth K., Pierce R.L., Kirbiride C.A.: J. Am. Vet. Med. Ass. 160, 1001, 1972.

Adres autora: mgr Alicja Rogulska ul. Kusocińskiego 1/25, 24-100 Puławy

ANDRZEJ LACHOWSKI

artykuł przeglądowy

Skład mineralny gleb w Polsce a choroby niedoborowe zwierząt

Zakład Badania Chorób Niedoborowych Instytutu Weterynarii, Oddział w Bydgoszczy, Al. Powstańców Wielkopolskich 10, 85-090 Bydgoszcz

W okresie powojennym opublikowano w Polsce ponad tysiąc prac, dotyczących roli makro- i mikroelementów w układzie biologicznym gleba-roślina-zwierzę. Prace te dla lekarza weterynarii, pracującego w przeciętnych warunkach terenowych, są trudno dostępne, a ich wyniki nie zawsze mogą być bezpośrednio wykorzystane. Dotyczą one bowiem albo wybranych obszarów kraju, bądź też przeprowadzone były w specyficznych, eksperymentalnych warunkach przez jednostki naukowo-badawcze.

Od kilkudziesięciu lat, w ramach statutowej działalności, analizami składu mineralnego gleb całego obszaru Polski zajmują się Okręgowe Stacje Chemiczno-Rolnicze pod naukowym nadzorem Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa dla potrzeb naszego rolnictwa. Początkowo zajmowały się określaniem koncentracji przyswajalnego dla roślin fosforu, potasu i magnezu oraz oznaczaniem odczynu gleb. Co pięć-sześć lat analizy te były powtarzane, a uzyskane wyniki stanowiły podstawę do opracowania potrzeb nawozowych i określenia zaleceń w tym zakresie. W latach sześćdziesiątych rozpoczęto oznaczanie koncentracji przyswajalnych dla roślin form manganu, miedzi, cynku, molibdenu i boru. Wyniki publikowane są cyklicznie, często wspólnie z Ośrodkami Doradztwa Rolniczego dla wsi i gmin poszczególnych województw. Oprócz tego IUNG wydał opracowanie pt. „Zawartość rozpuszczalnych form mikroelementów w glebach Polski”, zawierające wyniki oznaczeń wym. mikroelementów w układzie województw i gmin w formie tabel i barwnych map bonitacyjnych (4). W sumie analizom poddano do 1983 r. 517 451 prób gleby na koncentrację Cu, 572 052 próby na koncentrację Mn, 426 978 prób na koncentrację Zn i 406 606 prób na koncentrację Mo.

Średnia powierzchnia przypadająca na jedną próbę w skali kraju wynosiła: dla Cu-36,5 ha, dla Mn-33,0 ha, dla Zn-44,2 ha i dla Mo-46,5 ha. W ostatnim dziesięcioleciu liczba zbadanych prób znacznie wzrosła, a powierzchnia przypadająca na jedną próbę zmalała. Walnie przyczyniły się do tego badania z zakresu ochrony środowiska. Nowsze dane są do uzyskania we właściwych terytorialnie Stacjach Chem.-Rol. lub w ODR-ach, a także w Oddziale I.Wet. w Bydgoszczy. Wyniki analiz gleby adresowane są głównie do rolników i służb zajmujących się produkcją roślinną. Ponieważ Okręgowe Stacje Chem.-Rol. stanowią wielki potencjał badawczy, posługujący się nowoczesną techniką i respektujący standardy ogólnie przyjęte w świecie, zachodzi pytanie – czy i do jakiego stopnia wyniki ich pracy, w znacznym procencie obciążające budżet, można wykorzystać w ochronie zdrowia i produktywności zwierząt.

Koncentracja biopierwiastków jest oceniana w całym kraju według jednolitych kryteriów i jest zestawiana w wartościach niskich, średnich i wysokich. Najnowsze opracowania ujmują wyniki w pięciu przedziałach. W kraju mamy 45% użytków rolnych o niskiej koncentracji Mg, 43% o niskiej koncentracji K, 41% o niskiej koncentracji Cu, 44% o niskiej koncentracji Mo, 25% o niskiej koncentracji Mn i 9% w odniesieniu do Zn. Powyższe dane, reprezentujące wartości średnie, mają jedynie znaczenie poglądowe, gdyż szczegółowe dane w układzie województw wahają się np. w odniesieniu do Cu od 1% w woj. bielskim do 85% użytków rolnych w woj. ostrołęckim. Istnieje też duże zróżnicowanie w obrębie każdego województwa między gminami, wsiami, a nawet pomiędzy polami w jednym gospodarstwie. Ten