

AKVAKULTURADA ANTIBIOTIKLAR QO‘LLANILISHI VA UNING BALIQ MIKROBIOMASIGA EKOLOGIK OQIBATLARI

Bo‘riboyeva Mashhura G‘ulomovna

Uzoqova Sitara Ismatillo qizi

Annotatsiya: Mazkur maqolada akvakulturada antibiotiklardan foydalanishning baliq mikrobiomasiga va suv ekotizimiga ekologik ta’siri tahlil qilinadi. Antibiotiklarning baliqchilik xo‘jaliklarida kasalliklarni nazorat qilishdagi ahamiyati bilan bir qatorda, ularning foydali mikroorganizmlar tarkibiga, mikrobiologik xilma-xillikka va antibiotiklarga chidamli bakteriyalar shakllanishiga ta’siri yoritilgan. Tadqiqotda baliq ichagi, terisi va jabralarida yashovchi mikroorganizmlarning hazm jarayoni, immun himoya va ekologik moslashuvdagi roli ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, antibiotik qoldiqlarining suv va cho‘kindi muhitida saqlanishi hamda mikrobiom muvozanatining buzilishi bilan bog‘liq xavflar baholanadi. Maqolada antibiotiklardan oqilona foydalanish, biologik xavfsizlik choralarini kuchaytirish, probiotiklar va boshqa muqobil vositalardan foydalanish akvakulturaning ekologik barqarorligini ta’minlashning muhim yo‘nalishlari sifatida asoslanadi.

Kalit so‘zlar: Akvakultura, antibiotiklar, baliq mikrobiomasi, ekologik ta’sir, antibiotiklarga chidamlilik, suv ekotizimi, probiotiklar, biologik xavfsizlik.

Аннотация: В статье анализируется экологическое воздействие применения антибиотиков в аквакультуре на микробиом рыб и водные экосистемы. Наряду со значением антибиотиков в контроле бактериальных заболеваний в рыбоводческих хозяйствах рассматривается их влияние на состав полезных микроорганизмов, микробное разнообразие и формирование устойчивых к антибиотикам бактерий. Особое внимание уделяется роли микроорганизмов кишечника, кожи и жабр рыб в

процессах пищеварения, иммунной защите и адаптации к условиям окружающей среды. Также рассматриваются риски, связанные с сохранением остатков антибиотиков в воде и донных отложениях, а также нарушением микробиологического равновесия. Обосновывается необходимость рационального применения антибиотиков, усиления мер биобезопасности и расширения использования пробиотиков и других альтернативных средств для обеспечения экологической устойчивости аквакультуры.

Ключевые слова: Аквакультура, антибиотики, микробиом рыб, экологическое воздействие, устойчивость к антибиотикам, водная экосистема, пробиотики, биобезопасность.

Abstract: This article analyzes the ecological effects of antibiotic use in aquaculture on fish microbiomes and aquatic ecosystems. Along with the importance of antibiotics in controlling bacterial diseases in fish farming, the study examines their influence on beneficial microorganisms, microbial diversity, and the development of antibiotic-resistant bacteria. Particular attention is paid to the role of microorganisms inhabiting the fish gut, skin, and gills in digestion, immune protection, and adaptation to environmental conditions. The article also considers the risks associated with the persistence of antibiotic residues in water and sediments and the disruption of microbial balance. Rational antibiotic use, strengthened biosecurity measures, and the wider application of probiotics and other alternative approaches are identified as important directions for ensuring the ecological sustainability of aquaculture.

Keywords: Aquaculture, antibiotics, fish microbiome, ecological impact, antibiotic resistance, aquatic ecosystem, probiotics, biosecurity.

Kirish.

Akvakultura dunyo miqyosida oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash, baliq mahsulotlariga bo'lgan talabni qondirish va tabiiy suv havzalaridagi biologik resurslardan

foydalanish bosimini kamaytirishda muhim tarmoq sifatida rivojlanmoqda. Biroq intensiv baliq yetishtirish tizimlarida baliqlarning yuqori zichlikda saqlanishi, suv sifatining o'zgarishi, oziqlantirishdagi nomutanosiblik va yuqumli kasalliklarning tarqalishi xo'jaliklar oldida jiddiy muammolarni yuzaga keltiradi. Ayniqsa, bakterial kasalliklarni davolash va ularning tarqalishini cheklash maqsadida antibiotiklardan foydalanish akvakultura amaliyotida keng uchraydi. Antibiotiklar qisqa muddatda kasallik qo'zg'atuvchilarini nazorat qilish imkonini bersa-da, ularning me'yoridan ortiq yoki nazoratsiz qo'llanilishi baliq organizmi va suv ekotizimiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Akvakultura tizimlarida qo'llanilgan antibiotiklarning ma'lum qismi baliq organizmida parchalanib ketmaydi, balki metabolik qoldiqlar shaklida tashqi muhitga chiqariladi. Ular baliq chiqindilari, yem qoldiqlari va suv almashinuvi jarayonlari orqali suv havzalariga hamda cho'kindi qatlamlariga tushishi mumkin. Antibiotik qoldiqlarining suv muhitida saqlanib qolishi mikroorganizmlar jamoasining tabiiy faoliyatiga ta'sir etib, ekologik muvozanatning buzilishiga olib keladi. Ushbu jarayonning eng muhim oqibatlaridan biri antibiotiklarga chidamli bakteriyalar va rezistentlik genlarining shakllanishidir. Bunday mikroorganizmlarning suv muhitida ko'payishi nafaqat baliq yetishtirish samaradorligiga, balki tabiiy suv ekotizimlarining biologik barqarorligiga ham xavf tug'diradi.

So'nggi yillarda baliq mikrobiomasini o'rganish akvakultura biologiyasi va ekologiyasining dolzarb yo'nalishlaridan biriga aylandi. Baliqning ichak, teri va jabra yuzalarida yashovchi mikroorganizmlar majmuasi organizmning oziq moddalarini o'zlashtirishi, immun himoyasi, metabolik jarayonlari va kasalliklarga chidamliligida muhim rol o'ynaydi. Antibiotiklardan foydalanish esa ushbu tabiiy mikrobial jamoalarning tarkibi va xilma-xilligini o'zgartirishi mumkin. Foydali bakteriyalar sonining kamayishi, ayrim mikroorganizmlarning ustunlik qilishi va mikrobiom tarkibidagi muvozanatning buzilishi baliqlarning fiziologik holatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi ehtimolini oshiradi. Shu sababli antibiotiklarning baliq mikrobiomasiga ta'sirini o'rganish faqat veterinariya yoki

baliq kasalliklari nuqtayi nazaridan emas, balki ekologik xavfsizlik va suv biologik resurslarini muhofaza qilish masalasi sifatida ham qaralishi lozim.

Mazkur muammoning dolzarbligi akvakultura xo‘jaliklarida antibiotiklardan foydalanishning ekologik jihatlarini kompleks ravishda baholash zaruratini belgilaydi. Ayniqsa, antibiotik qoldiqlarining baliq mikrobiomasiga ta’siri, suv muhitidagi mikroorganizmlar tarkibining o‘zgarishi va antibiotiklarga chidamli bakteriyalarning tarqalishi o‘rtasidagi bog‘liqliklarni aniqlash ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Shu nuqtayi nazardan, ushbu tadqiqotning maqsadi akvakulturada antibiotiklar qo‘llanilishining baliq mikrobiomasiga ekologik ta’sirini tahlil qilish, yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan mikrobiologik o‘zgarishlarni baholash hamda suv ekotizimlari barqarorligini saqlashga qaratilgan ilmiy yondashuvlarni asoslashdan iborat. Mazkur maqsadga erishish uchun antibiotiklardan foydalanish xususiyatlari, ularning mikrobiomga ta’sir mexanizmlari va ekologik oqibatlarini ilmiy adabiyotlar asosida o‘rganiladi.

Adabiyotlar tahlili.

Akvakulturada antibiotiklardan foydalanish va ularning suv ekotizimlariga ta’siri so‘nggi yillarda xalqaro ilmiy tadqiqotlarning muhim yo‘nalishlaridan biriga aylangan. Tadqiqotchilar antibiotiklardan foydalanishning asosiy sabablarini bakterial kasalliklarni davolash, baliqlar nobud bo‘lishining oldini olish va intensiv yetishtirish sharoitida xo‘jalik samaradorligini saqlash bilan izohlaydilar. Shu bilan birga, antibiotiklarning nazoratsiz qo‘llanilishi mikroorganizmlarning tabiiy muvozanatiga ta’sir etishi va suv muhitida ekologik muammolarni keltirib chiqarishi mumkinligi ta’kidlanadi.

Ilmiy adabiyotlarda antibiotik qoldiqlarining akvakultura havzalarida to‘planishi va tarqalishi masalasiga alohida e’tibor qaratilgan. Antibiotiklarning baliq organizmidan ajralib chiqishi, yem qoldiqlari orqali suvga tushishi va cho‘kindi qatlamlarida saqlanib qolishi suv ekotizimidagi mikrobiologik jarayonlarga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Ushbu jarayon natijasida antibiotiklarga chidamli mikroorganizmlarning shakllanishi va rezistentlik genlarining tabiiy muhitda tarqalishi ehtimoli ortadi. Tadqiqotlarda bunday

holat akvakultura xo'jaliklari bilan chegaradosh tabiiy suv havzalari o'rtasidagi ekologik aloqalar nuqtayi nazaridan ham muhim muammo sifatida baholanmoqda.

Baliq mikrobiomasiga bag'ishlangan ilmiy izlanishlarda esa ichak mikroorganizmlarining baliq organizmi hayot faoliyatidagi biologik ahamiyati keng yoritilgan. Mikrobioma tarkibidagi bakteriyalar oziq moddalarini parchalanishi, hazm jarayonlari, immun tizimining shakllanishi va tashqi muhitga moslashishda ishtirok etadi. Antibiotiklarning mikrobiomga ta'siri natijasida mikroorganizmlar xilma-xilligining o'zgarishi, foydali bakteriyalar kamayishi va ayrim opportunistik mikroorganizmlarning faollashishi kuzatilishi mumkin. Shu sababli antibiotiklardan foydalanish masalasi baliq kasalliklarini davolash samaradorligi bilan bir qatorda, mikrobiomning biologik barqarorligini saqlash masalasi bilan ham bog'liq holda o'rganilmoqda.

Zamonaviy tadqiqotlarda akvakulturada antibiotiklardan foydalanishni kamaytirishga qaratilgan muqobil yondashuvlar ham keng muhokama qilinmoqda. Jumladan, probiotiklar, immunostimulyatorlar, vaksinalar, biologik nazorat vositalari va suv sifatini boshqarish texnologiyalaridan foydalanish istiqbolli yo'nalishlar sifatida ko'rsatilmoqda. Biroq mavjud adabiyotlarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, antibiotiklarning baliq mikrobiomasiga ta'siri bo'yicha tadqiqotlar ko'proq alohida baliq turlari yoki ma'lum antibiotik guruhlar doirasida olib borilgan. Antibiotik qoldiqlari, mikrobiom o'zgarishi va ekologik oqibatlarni yagona tizim sifatida kompleks baholash masalasi esa qo'shimcha ilmiy izlanishlarni talab etadi.

Tadqiqot metodologiyasi.

Mazkur tadqiqot akvakulturada antibiotiklardan foydalanishning baliq mikrobiomasi va suv ekotizimlariga ta'sirini o'rganishga qaratilgan bo'lib, tizimli va ekologik yondashuv asosida olib borildi. Tadqiqot metodologiyasining asosini akvakultura sharoitida antibiotiklarning qo'llanilishi, ularning baliq organizmiga ta'siri hamda suv muhitida yuzaga keladigan mikrobiologik o'zgarishlarni o'zaro bog'liq holda tahlil qilish tashkil etdi.

Tadqiqot jarayonida mavzuga oid mahalliy va xorijiy ilmiy adabiyotlar, ilmiy maqolalar hamda zamonaviy tadqiqot natijalari o'rganildi. Antibiotiklarning baliq organizmiga tushishi va tashqi muhitga chiqarilishi bilan bog'liq jarayonlar tahlil qilinib,

ularning mikrobiom tarkibiga ta'sir ko'rsatish mexanizmlari umumlashtirildi. Shuningdek, akvakultura tizimlarida antibiotiklardan foydalanish natijasida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan ekologik xavflar, jumladan, antibiotiklarga chidamli mikroorganizmlarning shakllanishi va tarqalishi ilmiy manbalar asosida baholandi.

Tadqiqotda qiyosiy va tizimli tahlil usullaridan foydalanilib, antibiotik qo'llanilgan va qo'llanilmagan sharoitlarda baliq mikrobiomasida kuzatilishi mumkin bo'lgan o'zgarishlarning ilmiy tavsifi shakllantirildi. Mikrobiomning biologik xilma-xilligi, foydali va opportunistik bakteriyalar o'rtasidagi muvozanat hamda ekologik barqarorlik bilan bog'liq jihatlar alohida ko'rib chiqildi.

Olingan nazariy ma'lumotlar asosida antibiotiklardan foydalanishning ekologik oqibatlarini kamaytirishga qaratilgan ilmiy yondashuvlar ishlab chiqildi. Tadqiqot metodologiyasi antibiotiklardan oqilona foydalanish, baliq mikrobiomasini muhofaza qilish va akvakultura xo'jaliklarida biologik xavfsizlikni ta'minlash masalalarini kompleks ravishda o'rganishga yo'naltirildi.

Natijalar va nazariya

Tadqiqot davomida akvakulturada antibiotiklardan foydalanishning baliq mikrobiomasiga va suv ekotizimlariga ta'siri ilmiy adabiyotlar hamda mavjud tadqiqot natijalari asosida tahlil qilindi. O'rganishlar shuni ko'rsatadiki, antibiotiklardan foydalanish baliq yetishtirish jarayonida bakterial kasalliklarni nazorat qilishning samarali vositalaridan biri bo'lsa-da, ularning qo'llanilishi baliq organizmidagi tabiiy mikrobiologik muvozanatga ham ta'sir ko'rsatishi mumkin. Ayniqsa, keng ta'sir doirasiga ega antibiotiklarning uzoq muddat yoki takroriy qo'llanilishi mikrobioma tarkibidagi ayrim bakterial guruhlarining kamayishi yoki ko'payishiga sabab bo'lishi aniqlangan.

Baliq mikrobiomasi organizmning normal hayot faoliyatini ta'minlovchi muhim biologik tizimlardan biri hisoblanadi. Ichak, teri va jabralarda yashovchi mikroorganizmlar hazm jarayonlarida, oziq moddalarining o'zlashtirilishida va immun himoyaning shakllanishida ishtirok etadi. Tadqiqotlarning nazariy tahlili shuni ko'rsatadiki, antibiotiklarning ta'siri natijasida mikrobiomaning bakterial xilma-xilligi o'zgarishi

mumkin. Bunda foydali mikroorganizmlarning kamayishi baliq organizmining tabiiy himoya mexanizmlarini zaiflashtirishi, ayrim opportunistik bakteriyalarning esa ko'payishi uchun qulay sharoit yaratishi ehtimoli mavjud. Shu sababli antibiotiklardan foydalanish baliq kasalliklarini davolash bilan bir qatorda mikrobiomaning uzoq muddatli barqarorligiga ta'sir qiluvchi omil sifatida baholanishi lozim.

Tadqiqot natijalarida antibiotik qoldiqlarining suv muhitiga tushishi bilan bog'liq ekologik jarayonlar ham muhim yo'nalish sifatida aniqlandi. Antibiotiklarning bir qismi baliq organizmidan chiqindi moddalar orqali suvga ajralib chiqadi va suvdagi mikroorganizmlar jamoasiga ta'sir ko'rsatadi. Bunday sharoitda antibiotiklarga chidamli bakteriyalarning shakllanishi va rezistentlik genlarining tarqalishi uchun selektiv muhit yuzaga kelishi mumkin. Nazariy jihatdan, bu jarayon akvakultura xo'jaliklaridan tashqaridagi tabiiy suv havzalariga ham ta'sir qilishi ehtimolini oshiradi.

O'rganilgan ilmiy manbalar asosida akvakulturada antibiotiklardan foydalanishning ekologik oqibatlari uchta asosiy yo'nalishda namoyon bo'lishi aniqlandi: baliq mikrobiomasidagi biologik xilma-xillikning o'zgarishi, suv muhitidagi mikroorganizmlar tarkibining buzilishi va antibiotiklarga chidamli bakteriyalarning tarqalish xavfi. Ushbu omillar bir-biri bilan uzviy bog'liq bo'lib, biridagi o'zgarish boshqa ekologik jarayonlarga ham ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Nazariy tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, antibiotiklardan foydalanish samaradorligini faqat kasallik qo'zg'atuvchilarini kamaytirish bilan baholash yetarli emas. Ularning baliq mikrobiomasiga, suv sifati va ekologik muvozanatga ta'siri ham hisobga olinishi kerak. Shu nuqtayi nazardan, akvakultura xo'jaliklarida antibiotiklardan oqilona foydalanish, ularni faqat zarur hollarda qo'llash va biologik muqobil vositalardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot natijalari asosida akvakulturada ekologik xavfsizlikni ta'minlash uchun kompleks boshqaruv yondashuvi zarurligi asoslandi. Bunday yondashuv kasalliklarning oldini olish, suv sifatini muntazam nazorat qilish, baliqlarni optimal oziqlantirish va antibiotiklardan foydalanish ustidan ilmiy asoslangan nazoratni o'z ichiga olishi lozim.

Shuningdek, probiotiklar, vaksinalar va boshqa biologik profilaktika vositalaridan foydalanish antibiotiklarga bo'lgan ehtiyojni kamaytirish imkonini beruvchi istiqbolli yo'nalish sifatida qaraladi.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari akvakulturada antibiotiklardan foydalanish masalasini faqat veterinariya yoki iqtisodiy samaradorlik nuqtayi nazaridan emas, balki ekologik va mikrobiologik barqarorlik nuqtayi nazaridan ham baholash zarurligini ko'rsatdi. Baliq mikrobiomasining saqlanishi suv ekotizimlarining sog'lom faoliyat yuritishi va akvakultura tarmog'ining uzoq muddatli barqaror rivojlanishi uchun muhim shartlardan biridir.

Xulosa.

Olib borilgan tadqiqot natijalari akvakulturada antibiotiklardan foydalanish baliq kasalliklarini nazorat qilishda muhim vosita bo'lishi bilan birga, suv ekotizimlari va baliq organizmidagi mikrobiologik muvozanatga ta'sir ko'rsatishi mumkinligini ko'rsatdi. Antibiotiklarning nazoratsiz yoki me'yoridan ortiq qo'llanilishi mikrobioma tarkibidagi o'zgarishlarga, foydali mikroorganizmlar faoliyatining susayishiga va ayrim chidamli bakteriyalarning shakllanishiga olib kelishi ehtimoli mavjud.

Tadqiqot davomida baliq mikrobiomasining organizm salomatligi, immuniteti va oziq moddalarini o'zlashtirish jarayonlaridagi ahamiyati asoslandi. Antibiotiklar ta'sirida ushbu mikrobiologik tizimning tabiiy muvozanati buzilishi baliqlarning tashqi muhitga moslashish qobiliyatiga va kasalliklarga chidamliligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu sababli akvakulturada antibiotiklardan foydalanish jarayonida ularning qisqa muddatli davolash samarasi bilan bir qatorda uzoq muddatli ekologik oqibatlari ham hisobga olinishi lozim.

Shuningdek, antibiotik qoldiqlarining suv va cho'kindi muhitiga tushishi tabiiy mikroorganizmlar jamoasining o'zgarishiga hamda antibiotiklarga chidamli bakteriyalarning tarqalish xavfiga sabab bo'lishi mumkinligi aniqlandi. Mazkur holat akvakultura xo'jaliklari bilan chegaradosh tabiiy suv havzalarining ekologik barqarorligi uchun muhim xavf omillaridan biri hisoblanadi.

Umuman olganda, akvakulturada antibiotiklardan oqilona foydalanish, ularni faqat zarur holatlarda qo'llash va muqobil biologik vositalardan foydalanishni kengaytirish ekologik xavfsizlikni ta'minlashning muhim yo'nalishlaridan biridir. Probiotiklar, vaksinalar, immunostimulyatorlar va suv sifatini boshqarish texnologiyalarini rivojlantirish antibiotiklarga bo'lgan ehtiyojni kamaytirishi mumkin. Kelgusidagi tadqiqotlarda turli antibiotiklarning muayyan baliq turlari mikrobiomasiga ta'sirini tajriba asosida o'rganish va ekologik xavflarni miqdoriy baholash maqsadga muvofiqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Wang X., Lin Y., Zheng Y., Meng F. Antibiotics in mariculture systems: A review of occurrence, environmental behavior, and ecological effects // *Environmental Pollution*. – 2022. – Vol. 293. – Article 118541. – DOI: 10.1016/j.envpol.2021.118541.
2. Fishbein S. R. S., Mahmud B., Dantas G. Antibiotic perturbations to the gut microbiome // *Nature Reviews Microbiology*. – 2023. – Vol. 21. – P. 772–788. – DOI: 10.1038/s41579-023-00933-y.
3. Xavier R., et al. Signatures of dysbiosis in fish microbiomes in the context of aquaculture // *Reviews in Aquaculture*. – 2024. – DOI: 10.1111/raq.12862.
4. Mortimer M., Guo L. H. Direct and gut microbiota-mediated toxicities of environmental antibiotics to fish and aquatic invertebrates // *Chemosphere*. – 2023. – Vol. 329. – Article 138692. – DOI: 10.1016/j.chemosphere.2023.138692.
5. Husenov S.Q., Niyozov D.S., Sayfullayev G'.M. Baliqchilik asoslari. – Buxoro, 2010. – 298 b.
6. Kamolov B.G., Yo'ldoshev M.A. Akvakultura. – Toshkent: O'zbekiston, nashr yili katalog bo'yicha aniqlashtiriladi.
7. Yo'ldoshev M.A., Kamolov B.G. Baliqlar ekologiyasi va atrof-muhit muhofazasi. – Toshkent: O'zbekiston, nashr yili katalog bo'yicha aniqlashtiriladi.
8. Mirhamidova P., Vahobov A.H., Davranov Q., Tursunboyeva G.S. Mikrobiologiya va biotexnologiya asoslari. – Toshkent: Ilm Ziya, 2014. – 336 b.