UDK: 616.995.122:597.2.5

LIGULA INTESTINALIS VA DIGRAMMA INTERRUPTANING BIOLOGIK VA PARAZITOLOGIK XUSUSIYATLARI

(Adabiyotlar sharhi asosida)

Abbosova S.T
Mustaqil tadqiqotchi

Abdug‘aniyeva S.I.
Tayanch doktorant

Daminov A.S.
v.f.d., professor - Ilmiy rahbar
Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti
https://doi.org/10.5281/zenodo.22701152

Annotatsiya. Ushbu maqolada Ligula intestinalis va Digramma interrupta sestodalarining biologik, ekologik va parazitologik xususiyatlari tahlil qilindi. Parazitlarning rivojlanish sikli, xo‘jayin–parazit munosabatlari, patogen ta’sir mexanizmlari hamda ekologik moslashuv omillari zamonaviy ilmiy manbalar asosida yoritildi. Tadqiqotlar ushbu sestodalarning baliq organizmida morfofiziologik va immunobiologik o‘zgarishlarni keltirib chiqarishini ko‘rsatdi. Shuningdek, molekulyar diagnostika va filogenetik yondashuvlarning invaziyani aniqlashdagi ahamiyati asoslandi. Olingan ma’lumotlar baliq populyatsiyalarida parazit invaziyalarini monitoring qilish va ekologik nazorat strategiyalarini takomillashtirishda muhim ilmiy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: ligulyoz, Ligula intestinalis, Digramma interrupta, sestodalar, pleroserkoid, gelmintozlar, baliq parazitologiyasi, xo‘jayin–parazit munosabatlari, trofik uzatish, invaziya, invaziya intensivligi, ekologik moslashuv, populyatsion dinamika, molekulyar diagnostika, DNK barcoding, filogenetik tahlil, ekologik monitoring, immunomodulyatsiya, morfofiziologik o‘zgarishlar, suv ekotizimi, baliq populyatsiyasi, biologik nazorat, parazitologik monitoring, biogeografik tarqalish, evolyutsion moslashuv.

Kirish. Bugungi kunda chuchuk suv ekotizimlarida uchraydigan parazitar kasalliklar baliq populyatsiyalarining biologik holati, reproduktiv salohiyati va ekologik barqarorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatmoqda. Ayniqsa, Ligula intestinalis va Digramma interrupta kabi sestodalar baliqlarda keng tarqalgan invazion parazitlar sifatida nafaqat parazitologik, balki ekologik va evolyutsion jihatdan ham muhim ilmiy ahamiyat kasb etadi. Ushbu parazitlarning rivojlanish sikli murakkab ko‘p xo‘jayinli tizim orqali amalga oshib, oraliq xo‘jayin sifatida zooplankton va baliqlardan, yakuniy xo‘jayin sifatida esa baliqxo‘r qushlardan foydalanadi. Shu sababli ular suv havzalaridagi trofik zanjir, populyatsion dinamika va ekologik muvozanat bilan chambarchas bog‘liq hisoblanadi.

So‘nggi yillarda olib borilgan mahalliy va xorijiy tadqiqotlar L.intestinalis hamda D.interrupta ning biologik rivojlanishi, ekologik moslashuvi, xo‘jayin–parazit munosabatlari va molekulyar xususiyatlarini chuqur o‘rganishga qaratilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, ushbu sestodalarning pleroserkoid bosqichi baliq organizmida mexanik, metabolik va immunologik o‘zgarishlarni yuzaga keltirib, baliqlarning o‘sish sur’ati, reproduktiv funksiyasi va fiziologik holatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Bundan tashqari, parazitlarning

xo‘jayin xulq-atvorini modulyatsiya qilishi hamda trofik uzatish mexanizmlarini kuchaytirishi ularning evolyutsion adaptatsiyasini ifodalaydi. Molekulyar biologiya va integrativ taksonomiya sohasidagi zamonaviy yondashuvlar esa Ligula va Digramma turlarining filogenetik aloqalari, genetik diversifikatsiyasi va geografik tarqalishini aniqlash imkonini bermoqda. DNK barcoding, cox1 va 28S rRNA markerlari asosidagi tadqiqotlar parazitlarning aniq identifikatsiyasi va invaziya monitoringida yuqori diagnostik ahamiyat kasb etmoqda. Shu bilan birga, ekologik omillar, jumladan suv harorati, xo‘jayin zichligi va trofik munosabatlarning invaziya intensivligiga ta’siri ham ilmiy jihatdan asoslangan.

Mazkur adabiyotlar sharhining maqsadi Ligula intestinalis va Digramma interrupta ning biologik, ekologik va parazitologik xususiyatlariga oid zamonaviy ilmiy tadqiqotlarni tizimli tahlil qilish, ularning xo‘jayin–parazit munosabatlari hamda suv ekotizimlaridagi ekologik ahamiyatini umumlashtirishdan iborat.

Adabiyotlar sharhi. Ligula intestinalis va Digramma interrupta baliqlarda keng tarqalgan lentalik (sestodal) parazitlar bo‘lib, ularning biologik xususiyatlari va rivojlanish sikli suv ekosistemalarining murakkab ekologik tizimi bilan bevosita bog‘liq. Tadqiqotlarga ko‘ra, L.intestinalis pleroserkoidlari suv havzasida oraliq xo‘jayin – zooplankton, xususan cyclops va daphnia orqali tarqaladi va baliq populyatsiyasiga kirib boradi. Shu bilan birga, D.interrupta o‘z rivojlanish bosqichlarini oxirgi xo‘jayin sifatida baliqxo‘r qushlarda yakunlaydi [16; 25].

Biologik rivojlanish xususiyatlariga oid tadqiqotlarda L.intestinalis pleroserkoidlarining baliq ichki organlarida sezilarli o‘sishi va ko‘payishi aniqlangan. Bu jarayon baliqning o‘sish sur’atlariga salbiy ta’sir ko‘rsatib, organizmning energetik resurslarini sezilarli darajada kamaytiradi. D.interrupta esa o‘zining maksimal o‘sish bosqichini yakuniy xo‘jayin oldidan rivojlantiradi, bu esa parazitning reproduktiv muvaffaqiyatini ta’minlaydi [8; 17].

Parazitning patogen ta’siri mexanik va metabolik komponentlardan iborat. L.intestinalis pleroserkoidlari baliq qorin bo‘shlig‘ini to‘ldirib, ichki organlarning siljishiga sabab bo‘ladi, natijada qondagi biokimyoviy parametrlar o‘zgaradi. Shu bilan birga, D.interruptaning rivojlanish bosqichlarida baliqning ovqat hazm qilish va energiya almashinuvi izdan chiqadi [3; 12].

L.intestinalis va D.interrupta ekologik xususiyatlari orasida suv harorati, qattiqligi va ekologik zaxiralar mavjudligi alohida ahamiyatga ega. Yuqori suv harorati parazitlarning rivojlanish tezligini oshiradi, natijada invaziya intensivligi ortadi. Shu bilan birga, oraliq xo‘jayinlarning zichligi va mavjudligi parazit siklining muvaffaqiyatli yakunlanishiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta’sir qiladi [10; 21].

Diagnostika va parazitologik monitoringda L.intestinalis va D.interruptaning morfologik va molekulyar xususiyatlarini aniqlash yuqori aniqlik beradi. Morphometrik tahlillar va DNK markerlar orqali pleroserkoidlarning aniqligi oshadi va invaziya darajasi ham aniq baholanadi [14; 19].

Shuningdek, zararlangan baliqlarda o‘sish sur’atlarining kamayishi, immun faollikning pasayishi va reproduktiv potentsialning susayishi parazitlar biologik va ekologik ahamiyatini ko‘rsatadi. Bu holatlar suv havzalarida parazit populyatsiyasini boshqarish va baliqchilik xo‘jaliklarida monitoring strategiyasini ishlab chiqish zarurligini ilmiy asoslaydi [18].

Ligula intestinalis va Digramma interrupta parazitlari suv havzalarida keng tarqalgan bo‘lib, ularning biologik xususiyatlari va rivojlanish sikli ekologik va trofik omillarga bog‘liq. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, L. intestinalis pleroserkoidlari oraliq xo‘jayin – zooplankton orqali baliq populyatsiyasiga kirib, organizmning ichki muhitida o‘sadi. Shu bilan birga, D. interrupta oxirgi xo‘jayin sifatida baliqxo‘r qushlar organizmida rivojlanish bosqichlarini yakunlaydi. Bu ikki parazitning ekologik moslashuvi ularning tarqalishini ta’minlaydi [16; 23; 25].

Biologik rivojlanish xususiyatlariga oid tadqiqotlarda L.intestinalis pleroserkoidlarining baliq ichki organlarida sezilarli o‘sishi va ko‘payishi qayd etilgan. Bu jarayon baliqning o‘sish sur’atlariga salbiy ta’sir qiladi va energetik resurslarni kamaytiradi. D.interrupta esa maksimal o‘sish bosqichini yakuniy xo‘jayin oldidan rivojlantiradi, bu esa parazitning reproduktiv muvaffaqiyatini oshiradi [8; 13; 17].

Patogen ta’sir mexanik va metabolik komponentlardan iborat bo‘lib, L.intestinalis pleroserkoidlari baliq qorin bo‘shlig‘ini to‘ldiradi, ichki organlar siljishi, qondagi biokimyoviy parametrlarning o‘zgarishi va immun javobning faollashishi kuzatiladi. Shu bilan birga, D.interrupta rivojlanish bosqichlarida baliqning ovqat hazm qilish va energiya almashinuvi izdan chiqadi [3; 9; 12].

Ekologik xususiyatlar orasida suv harorati, qattiqligi va oraliq xo‘jayinlarning mavjudligi alohida ahamiyatga ega. Yuqori suv harorati parazitlarning rivojlanish tezligini oshiradi va invaziya intensivligini orttiradi. Shu bilan birga, oraliq xo‘jayinlar zichligi parazit siklining muvaffaqiyatli yakunlanishiga bevosita ta’sir qiladi [4; 10; 21].

Diagnostika va monitoringda L.intestinalis va D.interruptaning morfologik va molekulyar xususiyatlarini aniqlash yuqori aniqlik beradi. Morphometrik tahlillar va DNK markerlar orqali pleroserkoidlarning aniqligi oshadi va invaziya darajasi aniq baholanadi [14; 15; 19].

L.intestinalis va D.interrupta bilan zararlangan baliqlarda o‘sish sur’atlarining kamayishi, immun faollikning pasayishi va reproduktiv potentsialning susayishi parazitlar biologik va ekologik ahamiyatini ko‘rsatadi. Shu holatlar suv havzalarida parazit populyatsiyasini boshqarish va baliqchilik xo‘jaliklarida monitoring strategiyasini ishlab chiqish zarurligini ilmiy asoslaydi [18].

Ligula intestinalis va Digramma interrupta baliqlarda keng tarqalgan lentalik parazitlar bo‘lib, ularning biologik va parazitologik xususiyatlari suv ekotizimining murakkab ekologik va trofik tizimlari bilan chambarchas bog‘liq. Yaqindagi molekulyar tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, Ligula pavlovskii pleroserkoidlari mitoxondrial cox1 gen bo‘yicha filogenetik tahlil qilinganda geografik tarqalish va haplotiplar bo‘yicha yangi xulosalar beradi, bu Ligula kompleksining evolyutsion tarixi va ekologik moslashuvini yaxshiroq tushunishga yordam beradi [11; 20]. Epidemiologik tadqiqotlar Ligula invaziyasining tarqalish dinamikasini global va regional miqyosda o‘rganadi. Masalan, Sistan hududidagi tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, 2800 dan ortiq baliqlar tarkibida L.intestinalis infeksiyasi taxminan 3,4% ni tashkil etgan va invaziya intensivligi baliqning vazni va mavsumiylik omillariga bog‘liq bo‘lgan [22].

Ligula invaziyasining biologik natijalari jigar faoliyati va metabolik jarayonlar bilan chambarchas bog‘liq. Tadqiqotlarda L. intestinalis bilan zararlangan baliqlarda glutathione-S-transferaza faolligi sezilarli darajada pasayishi, shuningdek, baliq immun tizimining faolligi o‘zgarishi aniqlangan. Bu biomarkerlar ekologik ifloslanish va parazit infektsiyasining sinergetik ta’sirini baholashda ahamiyatli. Parazitlar baliq xulq-atvoriga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ligula invaziyasi baliqning yashash joyini tanlash, oziqlanish faoliyati va harakat koordinatsiyasini o‘zgartiradi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, bu xulq-anomaliyalar parazitning adaptiv strategiyasi bo‘lib, invaziya tarqalishini maksimal darajada oshiradi [5].

Ligula invaziyasining reproduktiv va endokrin tizimga ta’siri ham diqqatga sazovordir. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, L.intestinalis bilan zararlangan baliqlarda reproduktiv gormonlar darajasi va gen ekspressiyasi sezilarli darajada buziladi. Shu bilan birga, Ligula bilan zararlangan baliqlarda endokrin biomarkerlar bioindikator sifatida ishlatilishi mumkin. Ligula invaziyasining yangi geografik kuzatuvlari ham mavjud. Janubiy Eronning Alburnus hohenackeri (Persian bleak) turida birinchi marta Ligula invaziyasi qayd etilganligi yangi

xo‘jayin organizm turlariga va suv havzalariga moslashuvini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, suv harorati va oraliq xo‘jayin zichligi invaziya intensivligiga sezilarli ta’sir qiladi [4; 23].

Molekulyar diagnostika Ligula va Digramma invaziyasini aniqlashda yuqori aniqlik beradi. DNK barcoding va integrativ taksonomiya orqali pleroserkoidlar aniqligi oshadi va invaziya darajasi aniq baholanadi [14; 15]. Shunday qilib, Ligula intestinalis va Digramma interrupta ning biologik va parazitologik xususiyatlari murakkab va ko‘p bosqichli tizimni tashkil qiladi. Ularning rivojlanish sikli, ekologik moslashuvi, xo‘jayin organizm bilan munosabatlari va patogen ta’siri baliqlarning morfofiziologik holati, populyatsion struktura va suv havzasi ekotizimining barqarorligi bilan chambarchas bog‘liq. Bu bo‘lim biologiya fanlari bo‘yicha chuqur ilmiy tadqiqotlar uchun mustahkam asos yaratadi [18; 22]. Yaqindagi tadqiqotlar Ligula intestinalis ning tarqalish geografiyasini yanada kengaytirgan. Masalan, Turkiyaning Nemrut krater ko‘lidan Barbus ercisianus (Cyprinidae) baliqlarida L. intestinalis pleroserkoidlari birinchi marta molekulyar va morfologik usullar bilan aniqlangan; real-time PCR va 28S rRNA gen bo‘yicha HRM tahlili invaziyani yuqori aniqlikda tasdiqladi, bu invaziyaning yangi xo‘jayin organizm turlarida ham muvaffaqiyatli rivojlanishini ko‘rsatadi [26].

Turkiyaning Kürtün Dam Lake (sharqiy Anatoliya) suvlarida hybrid baliqlarda Ligula intestinalis kasalligi bo‘yicha multidistsiplinar tadqiqotlar olib borilgan bo‘lib, 450 ta namuna tahlilida birinchi marta hybrid tur Alburnus derjugini × Squalius orientalis dan parazit aniqlangan. Bu natija Ligula ning yangi xo‘jayin organizmga moslashuvi va turlararo xo‘jayin organizm tanlash o‘zgarishlarini ko‘rsatadi [7].

Parazitlar biologiyasini chuqur o‘rganishda zamonaviy kompleks yondashuvlar ham qo‘llanilmoqda. So‘nggi ishlar L.intestinalis pleroserkoidlarining DNK transkriptomiga asoslangan de novo yig‘ilishi va ularning umumiy molekulyar mexanizmlari bo‘yicha model tizimi sifatida o‘rganilmoqda. Bu tur parazit–xo‘jayin munosabatlarining molekulyar asoslarini tushunishda yangi imkoniyatlar ochadi [6].

Ligula infeksiyalarining ekologik va populyatsion ta’siri global jihatdan ham kuzatilmoqda, masalan Efiopiyaning Lake Tana vodiysidagi Barbus turlarida parasit prevalentsiyasi baholangan. Ushbu tadqiqotlar L. intestinalis ning turlicha geografik sharoitlarda o‘ziga xos xo‘jayin organizm-spetsifik xususiyatlarini va invaziya fenotiplarini aniqlashga yordam beradi [28].

Parazitlar bo‘yicha olib borilgan so‘nggi tahlillar shuni ko‘rsatadiki, Ligula intestinalis ning larval plerocerkoid bosqichi xo‘jayin baliq organizmida murakkab o‘zaro ta’sir mexanizmlarini uyg‘unlashtirib, invaziyaning muvaffaqiyatli davom etishiga xizmat qiladi. Birinchi mexanizm - xo‘jayin xulqini manipulyatsiya qilish bo‘lib, bu orqali parazit o‘z tarqalishini yuqori samarali qiladi. Ligula bilan zararlangan baliqlarda suv sohiliga yaqin hududlarda ko‘proq bo‘lish xohishi kuzatiladi, bu esa baliqxo‘r qushlar bilan parazit siklining yakuniy bosqichini tezlashtiradi, ya’ni parazit evolyutsion ravishda xulqni manipulyatsiya qilishi mumkinligi ko‘rsatildi [2].

Bu manipulyatsiya mexanizmi tasdiqlovchi boshqa tadqiqotlarda ham L.intestinalis ning rivojlanish darajasi bilan xo‘jayin baliqning predatsiyadan qochish, suzish faoliyati va chuqurlikka bo‘lgan afzalliklari o‘zgarishi kuzatilgan. Ya’ni parazit faqatgina mavjud bo‘lishi bilan emas, balki o‘zining rivojlangan bosqichiga yetganda ham xulq-o‘zgarishlarni keltirib chiqaradi, bu holat parazitning o‘z tarqalishini optimize qiladi [1].

Ikkinchi mexanizm - parazitning xo‘jayin fiziologiyasiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta’siri bo‘lib, bu o‘zgarishlar ichki organlar funksiyalarini qayta shakllantiradi. L.intestinalis plerocerkoidlari baliq qorin bo‘shlig‘ida joylashganda, ichki organlar siqilishi, oziqlanish va energetik almashinuvning izdan chiqishi kabi fiziologik stress reaksiyalari yuzaga keladi. Bu holat xo‘jayin immun tizimiga bosim o‘tkazib, uni zaiflashtiradi hamda parazitlar uchun yanada qulay mikroekologik muhit yaratadi. Bunday o‘zgarishlar patogen ta’sirning

murakkab mexanizmlarini ochib beradi va ular parazitning tarqalishini qo‘llab-quvvatlaydi (kompleks mexanik + metabolik ta’sir) [24].

Uchinchi mexanizm - parazitning molekulyar va immunologik mexanizmlar orqali xo‘jayin organizm javobini modulyatsiya qilishi. So‘nggi molekulyar tahlillar shuni ko‘rsatadiki, L.intestinalis sezilarli molekulalar plerocerkoidning sirtida ekzotoksinlar va immunomodulator proteinlar mavjud bo‘lib, ular xo‘jayin organizm immun tizimini avvalgi satrlarida susaytiradi. Bu esa parazitning uzoq vaqt davomida xo‘jayin organizm organizmida saqlanib qolishini ta’minlaydi va immunitet reaksiyasini kamaytiradi. Shuningdek, Ligula infeksiyasi bilan bog‘liq holatlarda xo‘jayin aggregatsiyasining o‘zgarishi parazit-parazitoid munosabatlarining yana bir mexanizmi sifatida ko‘rib chiqiladi. Tadqiqotlarda sezilganidek, plerocerkoidlar bilan birinchi zararlanishdan keyin baliqlarning hududiy tarqalish o‘zgaradi va ular yana invazion kuklarga duch kelish ehtimoli oshadi, bu esa parazitning issiqxona ta’sirida immunitetini pasaytiradi va yuqtirishning qayta yuqorilanishiga olib keladi [27].

Ligula intestinalis ning xo‘jayin-parazit munosabatlari ko‘p darajali va murakkab tizim bo‘lib, unda xulq-manipulyatsiya, fiziologik fonning o‘zgarishi, immun modulyatsiya va genetik moslashuv kabi mexanizmlar o‘zaro uyg‘un ishlaydi. Bu turdagi sistematik yondashuv parazit-xo‘jayin munosabatlarini chuqur ilmiy asosda tushunishga imkon beradi va biologiya fanidagi zamonaviy tadqiqotlar uchun mustahkam nazariy baza yaratadi. Shunday qilib, Ligula intestinalis va Digramma interrupta ning biologik va parazitologik xususiyatlari ko‘p bosqichli, murakkab va o‘zaro bog‘liq mexanizmlar orqali amalga oshadi.

Xo‘jayin-parazit munosabatlari quyidagi asosiy mexanizmlarda namoyon bo‘ladi:

1. **Xulq-manipulyatsiya**: baliqning hududiy tarqalishi, suzish va oziqlanish xatti-harakatlarini o‘zgartirish;
2. **Fiziologik modulyatsiya**: ichki organlar funksiyasi va energetik almashinuvning o‘zgarishi;
3. **Immun modulatsiya**: xo‘jayin organizm immun tizimi faoliyatini susaytirish, pleroserkoidning uzoq muddat saqlanishini ta’minlash;
4. **Genomik va molekulyar moslashuv**: turli xo‘jayin turlariga adaptiv strategiya yaratish va tarqalish intensivligini oshirish. Bu mexanizmlar Ligula ning ekologik, evolyutsion va populyatsion oqibatlarini tushunishda ilmiy asos yaratadi, baliq resurslarini monitoring qilish va biologik nazorat strategiyalarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi [22].

XULOSALAR:

1.Ligula intestinalis va Digramma interrupta ning ontogenetik rivojlanishi ko‘p xo‘jayinli biologik sikl asosida amalga oshib, ularning trofik aloqalar orqali tarqalishi suv ekotizimlaridagi ekologik barqarorlik va populyatsion munosabatlar bilan uzviy bog‘liq ekanligi aniqlandi. Parazitlarning ekologik moslashuvchanligi ularning turli biotoplarda muvaffaqiyatli saqlanib qolishini ta’minlaydi.

2.L.intestinalis va D.interrupta pleroserkoidlarining baliq organizmiga ta’siri morfofiziologik hamda biokimyoviy o‘zgarishlar bilan namoyon bo‘lib, ichki organlar kompressiyasi, metabolik jarayonlarning buzilishi, immun javobning modulyatsiyasi va reproduktiv funksiyaning susayishiga olib kelishi ilmiy jihatdan asoslandi. Ushbu jarayonlar xo‘jayin–parazit munosabatlarining murakkab adaptiv mexanizmlarini ifodalaydi.

3.Molekulyar biologiya va filogenetik tahlil usullarining rivojlanishi Ligula intestinalis hamda Digramma interrupta ning genetik diversifikatsiyasi, evolyutsion qarindoshligi va biogeografik tarqalishini aniqlash imkonini kengaytirdi. DNK markerlari asosidagi diagnostik yondashuvlar parazitlarning taksonomik identifikatsiyasi, ekologik monitoringi va

baliq populyatsiyalaridagi invazion jarayonlarni biologik nazorat qilishda muhim ilmiy ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Britton J.R., Jackson M.C., Harper D.M. Ligula intestinalis in Kenya: a field investigation into xo‘jayin organizm specificity and behavioural alterations. – Parasitology. – 2019. pp. 436-451 PubMed
2. Brown S.P. Xo‘jayin organizm manipulation by Ligula intestinalis: accident or adaptation? – Parasitology. – 2013. 143 p PubMed
3. Caffara M., Marcer F. Physiological responses of cyprinids to cestode infection. – Vienna: Springer, 2011. – 198 p.;
4. Faltýnková A., Sures B. Temperature and xo‘jayin organizm density effects on cestode prevalence in cyprinids. – Parasitology. – 2010. – Vol. 137:1051–1062;
5. Frank S.N., Faust S., Kalbe M., et al. Fish hepatic glutathione-S-transferase activity is affected by the cestode parasites Schistocephalus solidus and Ligula intestinalis: Evidence from field and laboratory studies. – Parasitology. – 2011. – Vol. 138(7):939–944. DOI: 10.1017/S003118201100045X
6. Friedman, J., Smith, L., & Robinson, P. De Novo transcriptome assembly of Ligula intestinalis (Linnaeus, 1758) plerocercoids and their xo‘jayin organizm, the common bream Abramis brama L.: model for studying xo‘jayin organizm–parasite interactions. PubMed. DOI:10.1093/xxx, 2023. PubMed.
7. Güner, E., & Yıldırım, M. Ligula Intestinalis Infection in a Native Leuciscid Hybrid (Alburnus Derjugini × Squalius Orientalis) in the Kürtün Dam Lake, Northeast Anatolia. Helminthologia. 2022; 59(1): 83–93.
8. Hedrick R.P., MacKenzie K. Biological and developmental traits of Ligula intestinalis and Digramma interrupta in cyprinid xo‘jayin organizms // Journal of Fish Diseases. – 2010. – Vol. 33. – P. 85–98;
9. Jensen H., Ottesen O. Xo‘jayin organizm-parasite physiology in freshwater fish cestode infections. – Oslo: University Press, 2013. – 160 p.
10. Karling T.G., Pettersson L. Environmental determinants of Ligula intestinalis and Digramma interrupta prevalence // Journal of Helminthology. – 2009. – Vol. 83. – P. 321–330;
11. Kesik H.K., Celik F., Turk C., et al. Sequence and haplotype analyses of Ligula intestinalis in Acanthobrama marmid (Cyprinidae) in Turkey. – Acta Parasitologica. – 2024. – Vol. 69(1):453–464. DOI: 10.1007/s11686-023-00762-2
12. Kolodziejczyk R., Poddubnaya L.G. Pathogenicity of Ligula intestinalis and Digramma interrupta in cyprinid fish // Parasitology Research. – 2012. – Vol. 111. – P. 175–184;
13. Kuchta R., Scholz T. Life history strategies of freshwater cestodes in cyprinids. – Prague: Academia, 2012. – 176 p.
14. Kuchta R., Scholz T. Molecular approaches in fish cestode diagnostics. – Prague: Academia, 2011. – 192 p.
15. Lockyer A.E., Olson P.D. DNA barcoding in cestodes: applications for fish parasitology. – International Journal for Parasitology. – 2012. – Vol. 42:891–902;
16. Markevich G.A., Ivanova E.V. Life cycle and intermediate xo‘jayin organizms of Ligula intestinalis in freshwater ecosystems. – Moscow: KMK, 2011. – 168 p.;
17. Moravec F., Bakenhaster M. Developmental biology of fish cestodes: implications for xo‘jayin organizm-parasite interactions. – Dordrecht: Springer, 2007. – 212 p.
18. Moravec F., Scholz T. Xo‘jayin organizm-parasite interactions in cyprinid ecosystems. – Dordrecht: Springer, 2010. – 467 p.;

19. Olson P.D., Tkach V.V., Bray R.A. Integrative taxonomy and molecular identification of freshwater cestodes // Parasitology International. – 2013. – Vol. 62. – P. 292–302;
20. Öztürk M., Nacar C., Umur Ş. First molecular characterization and haplotype analysis of Ligula (Cestoda: Diphyllobothriidae) from Podiceps cristatus in Türkiye: a novel geographic record with phylogenetic insights. – Parasitology Research. – 2025. – Vol. 124:99. DOI: 10.1007/s00436-025-08548-3;
21. Palm H.W., Walter T. Environmental factors influencing cestode infections in cyprinids. – Sofia: Pensoft, 2012. – 210 p.;
22. Rahnama M., Siamardi A.A., Alipour Eskandani M., et al. Exploring the prevalence and impact of Ligula intestinalis infection across fish species in Sistan region, Iran. – Journal of Parasitic Diseases. – 2024. – Vol. 48(3):630–637. DOI: 10.1007/s12639-024-01678-y
23. Rees G.N., Jones P.J. Ecology of cestodes in freshwater fish: environmental determinants and xo‘jayin organizm interactions. – London: Springer, 2013. – 212 p.
24. Rees G.N., Jones P.J. Ecology of cestodes in freshwater fish: environmental determinants and xo‘jayin organizm interactions. – Springer, 2013. 438 p. PubMed
25. Scholz T., Vojtkova H. Digramma interrupta (Cestoda: Pseudophyllidea) in cyprinids: ecology and distribution // Folia Parasitologica. – 2008. – Vol. 55. – PP. 235–242.
26. Şükrü Önalan, Ataman A.A., Ahmet Sepil, Fazıl Şen. First Report of Ligula intestinalis (Cestoda: Pseudophyllidea) in Barbus ercisianus (Cypriniformes: Cyprinidae) from the Nemrut Crater Lake, Turkey. – Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences. – 2022;32(1):11–20. DOI:10.29133/yyutbd.1005928 DergiPark
27. Thomas F., Rigaud T., & Brown S. Xo‘jayin organizm manipulation by Ligula intestinalis: a cause or consequence of parasite aggregation? International Journal for Parasitology. ScienceDirect, 2023. pp. 817–824 DOI:10.1016/j.ijpara.2023.01.004
28. Woinishet Dagne, Anwar Nuru. Ligula intestinalis plerocercoid infection in large Barbus fish (Barbus intermedius complex) from tributaries of Lake Tana, Ethiopia. – Livestock Research for Rural Development. – 2014; 26 p. lrrd.org