

**Madumarov Maqsadjon Jumanovich**

Qo`qon davlat universiteti b.f.f.d (PhD), professor,

e-mail: [maqsadjon\\_mj84@umail.uz](mailto:maqsadjon_mj84@umail.uz)

**Kuchboyev Abduraxim Ergashevich**

O`zR FA Zoologiya instituti, b.f.d., professor

e-mail: [abdurakhim.kuchboev@mail.ru](mailto:abdurakhim.kuchboev@mail.ru)

**Mukhammadjonov Abutolib Adkhamjon o`g`li**

Qo`qon davlat universiteti doktoranti:

e-mail: [mukhammadjonov.abutolib@mail.ru](mailto:mukhammadjonov.abutolib@mail.ru)

**Mirzametov Nurlibay Aybergenovich**

Qoraqalpoq tabiiy fanlar ilmiy-tadqiqot instituti, b.f.f.d (PhD)

e-mail: [nmirzambetov@gmail.com](mailto:nmirzambetov@gmail.com)

**Musaev Ablatdiyn Keramatdinovich**

Qoraqalpoq tabiiy fanlar ilmiy-tadqiqot instituti b.f.f.d (PhD)

e-mail: [ablatdiyn@yahoo.com](mailto:ablatdiyn@yahoo.com)

## **OROL YONSUZARINING (*TURKOGAMMARUS ARALENSIS*)**

### **MORFOLOGIK VA MOLEKULAR TAVSIFI**

**Annotatsiya.** Ushbu tadqiqotda Aralo-Kaspiy havzasiga mansub reliktni hisoblangan *Turkogammarus aralensis* ning morfologik va molekulyar tavsifi integrativ yondashuv asosida o`rganildi. Mazkur turning nisbatan keng tarqalganligiga qaramay, uning taksonomik maqomi uzoq vaqt davomida noaniq bo`lib kelgan bo`lib, bu holat tarixiy tavsiflarning yetarlicha mukammal emasligi, morfologik o`zgaruvchanlikning yuqoriligi hamda turli avlodlarga noto`g`ri kiritish holatlari bilan izohlanadi. Tadqiqot materiali O`zbekiston hududidagi Sariqamish ko`lidan yig`ilgan namunalar asosida shakllantirildi. Molekulyar tahlil ribosomal 18S rDNK markeri asosida olib borildi. Shu bilan birga, turli geografik populyatsiyalar o`rtasida kuzatilgan genetik farqlanishlar turning ichki tuzilmasida muayyan differentsiatsiya jarayonlari mavjudligini ko`rsatadi.

**Kalit soʻzlar:** *Turkogammarus aralensis*, amfipodalar, morfologiya, molekulyar filogeniya, 18S rDNK, integrativ taksonomiya, Sariqamish koʻli, bioxilma-xillik, DNK barkodlash, filogeniya, Orolboʻyi hududi

**Мадумаров Мақсаджон Жуманович**

PhD (биол. науки), профессор

**Кокандский государственный университет**

e-mail: [maqsadjon\\_mj84@umail.uz](mailto:maqsadjon_mj84@umail.uz)

**Кучбоев Абдурахим Эргашевич**

Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан

доктор биологических наук, профессор

e-mail: [abdurakhim.kuchboev@mail.ru](mailto:abdurakhim.kuchboev@mail.ru)

**Мухаммаджонов Абутолиб сын Адхамжон**

докторант **Кокандский государственный университет**

e-mail: [muhammadjonov.abutolib@mail.ru](mailto:muhammadjonov.abutolib@mail.ru)

**Мирзаметов Нурлибай Айбергенович**

Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук

доктор философии (PhD) по биологическим наукам

e-mail: [nmirzambetov@gmail.com](mailto:nmirzambetov@gmail.com)

**Мусаев Аблатдиин Кераматдинович**

Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук

доктор философии (PhD) по биологическим наукам

e-mail: [ablatdiyn@yahoo.com](mailto:ablatdiyn@yahoo.com)

## **МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРОЛЬСКОГО БОКОПЛАВА (*TURKOGAMMARUS ARALENSIS*)**

**Аннотация.** В данном исследовании представлена морфологическая и молекулярная характеристика реликтового вида Арало-Каспийского бассейна — *Turkogammarus aralensis*, выполненная на основе интегративного подхода. Несмотря на относительно широкое распространение данного вида, его

таксономический статус длительное время оставался неопределённым, что обусловлено недостаточной полнотой исторических описаний, высокой морфологической изменчивостью, а также случаями ошибочного отнесения к различным родам. Материал для исследования был собран на территории Узбекистана из озера Сарыкамыш. Молекулярный анализ проведён на основе маркера рибосомальной ДНК 18S. В то же время выявленные генетические различия между географически разобщёнными популяциями свидетельствуют о наличии процессов внутривидовой дифференциации.

**Ключевые слова:** *Turkogammarus aralensis*, амфиподы, морфология, молекулярная филогения, 18S рДНК, интегративная таксономия, озеро Сарыкамыш, биоразнообразие, ДНК-баркодирование, филогения, Приаралье

**Maqsadjon Madumarov Jumanovich**

PhD in Biological Sciences, Professor  
Kokand State University

e-mail: [maqsadjon\\_mj84@umail.uz](mailto:maqsadjon_mj84@umail.uz)

**Abdurakhim Kuchboev Ergashevich**

Institute of Zoology, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

Doctor of Biological Sciences, Professor

e-mail: [abdurakhim.kuchboev@mail.ru](mailto:abdurakhim.kuchboev@mail.ru)

**Abutolib Muhammadjonov Adkhamjon's son**

Doctoral Student, Kokand State University

e-mail: [muhammadjonov.abutolib@mail.ru](mailto:muhammadjonov.abutolib@mail.ru)

**Nurlibay Mirzametov Aybergenovich**

Karakalpak Scientific Research Institute of Natural Sciences

PhD in Biological Sciences

e-mail: [nmirzambetov@gmail.com](mailto:nmirzambetov@gmail.com)

**Ablatdiyn Musaev Keramatdinovich**

Karakalpak Scientific Research Institute of Natural Sciences

PhD in Biological Sciences

e-mail: [ablatdiyn@yahoo.com](mailto:ablatdiyn@yahoo.com)

# MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR CHARACTERIZATION OF THE ARAL AMPHIPOD (*TURKOGAMMARUS ARALENSIS*)

**Abstract.** This study presents a morphological and molecular characterization of the relict species *Turkogammarus aralensis* from the Aral–Caspian basin, based on an integrative approach. Despite its relatively wide distribution, the taxonomic status of this species has long remained unclear, which is explained by the insufficient detail of historical descriptions, high morphological variability, and cases of misclassification into different genera. The research material was collected from Sarykamys Lake in Uzbekistan. Molecular analysis was conducted using the ribosomal 18S rDNA marker. At the same time, the genetic differences observed among geographically separated populations indicate the presence of intraspecific differentiation processes within the species.

**Keywords:** *Turkogammarus aralensis*, amphipods, morphology, molecular phylogeny, 18S rDNA, integrative taxonomy, Sarykamys Lake, biodiversity, DNA barcoding, phylogeny, Aral Sea region

## KIRISH

Amfipod qisqichbaqasimonlar Pontokaspiy faunasining eng xilma-xil va yuqori endemizmga ega guruhlaridan biri bo'lib, uning tarkibida 96 ta endemik tur qayd etilgan[3]. Ushbu turlarning qariyb 40%i so'nggi o'n yilliklarda tabiiy (mahalliy) arealidan tashqariga tarqalganligi aniqlangan [20].

Mazkur taksonlarning katta qismi sistematikasi hozirgacha to'liq barqarorlashmagan: buning asosiy sabablari - tarixiy manbalardagi tur tavsiflarining eskirgan va yetarlicha batafsil bo'lmasligi, populyatsiyalararo hamda areal bo'ylab sezilarli morfologik geterogenlik, shuningdek evolyutsion konvergentsiyadir. Shu bois, Pontokaspiy amfipod faunasini aniq va ishonchli taksonomik identifikatsiya qilish mahalliy hududlarda ularni muhofaza qilish choralarini asoslash, shuningdek invaziv tarqalish hududlarida monitoring va bioxavfsizlik baholashlarini samarali olib borish uchun muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

## ADABIYOTLAR TAHLILI

*Turcogammarus* Karaman va Barnard, 1979 - kichik, ehtimol monofiletik bo'lmagan avlod bo'lib, uchta turni o'z ichiga oladi: *Turcogammarus aralensis* (Uljanin, 1875) - Orol dengizi va unga tutash hududlarda yashaydi[15], *Turcogammarus spandli* - Shimoliy Gretsiyadan ma'lum [14] va *Turcogammarus turcarum* [24] - Turkiyadagi Kichik Kavkazdan tavsiflangan.

Ushbu avlod Karaman va Barnard (1979) tomonidan bir necha turlar uchun taklif qilingan. Barnard va Barnard (1983) ushbu *T. aralensis* ni ushbu avlodga kiritgan. So'ngra Stock va boshq. (1998) turni *Obesogammarus* Stock, 1974 avlodiga o'tkazishni taklif qilgan.

*T. aralensis* ning sistematik o'rni uzoq vaqt davomida noaniq bo'lib kelgan. U dastlab 1875 yilda Ulyanin tomonidan A.P. Fedchenkoning "Puteshestviy v Turkistan" asarida "*Gammarus aralensis*" nomi bilan tavsiflangan. Tavsif juda qisqa va yetarli darajada batafsil bo'lmagan. Asarda qayd etishicha, mazkur tur *Gammarus gracilis* Rathke, 1836 (= *Echinogammarus marinus* (Leach, 1815)) turiga yaqin hisoblangan hamda tana uzunligi 8–9 mm deb ko'rsatilgan. *T. aralensis* ni o'rganishga eng muhim hissa Sowinsky (1894a, 1894b, 1898, 1904) tomonidan qo'shilgan. U mazkur turni qadimgi sho'rtob suvli Sarmatiya havzasidan kelib chiqqan relikt shakl sifatida baholab, uni *Gammarus marinus* va *Gammarus maeoticus* turlariga yaqin deb hisoblagan.

G.O. Sars (1896) Kaspiy dengizi qisqichbaqasimonlariga bag'ishlangan ko'p jildli asarida Karabugas (Kara-Bogaz-Gol) hududidan *Gammarus aralensis* var. *caspia* ni ko'rsatadi. Keyinchalik Sowinsky (1904) ushbu shakl Kaspiy dengizining ochiq suvlariga xos ekanini qayd etgan. So'ngra Martynov (1924a) var. *caspia* Sars (Derzhavin, 1912 tomonidan Volga deltasi og'zidan ham topilgan) aslida Ponto-Kaspiy mintaqasida keng tarqalgan *Pontogammarus robustoides* turiga mansub degan fikrni bildirgan.

Stebbing (1899) yetarli asos bo'lmagan holda *Gammarus aralensis* ni *Dikerogammarus haemobaphes* bilan sinonimlashtiradi va bu taksonomik chalkashlikka sabab bo'ladi. Ehtimol, shu holat oqibatida ayrim mualliflar gammaridlarning tashqi morfologiyasiga ortiqcha tayanib, keskin qarashlarni ilgari

surganlar. Masalan, *Dikerogammarus villosus* va *Dikerogammarus palmatus* turlarini *Dikerogammarus haemobaphes* bilan birlashtirish taklif qilingan [31.34]. Yoki undan ham keskinroq yondashuv asosida *Dikerogammarus fluviatilis* hamda *Dikerogammarus aralensis* ni ham yuqoridagi tur bilan sinonimlashtirish taklif etilgan [18].

Shunga qaramay, *T. aralensis* (Uljanin, 1875) taksonomiyasi butun shu davr mobaynida ancha chalkash bo'lib qolgan - qarama-qarshi qarashlarga ko'ra, tur endemik va Orol dengizida keng tarqalgan deb hisoblangan (Berg 1908), shu bilan birga *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841) ning kichik sinonimi deb qaralgan [18] yoki *Dikerogammarus setosus* Schäferna, 1914 [3].uchun katta sinonim deb qabul qilingan [30].

O'zbekiston kitobining 2019 yilgi O'zbekiston Respublikasining Qizil kitobi 2-jild, 23 tartib raqamli 38-sahifasida keltirilgan Orol yonsuzari ham muallif I. Mirabdullayev tomonidan *Dikerogammarus aralensis* nomi bilan yuritilgan [16].

Alohida bir ishlar guruhi ushbu turlarga oid bir qator manbalarni o'z ichiga oladi: ular yoki monografik yoritish shaklida (Mordukhai-Boltovskoi va boshq. 1969), yoki mahalliy hududda *T. aralensis* ning tarqalishini muhokama qiluvchi faunistik ishlardir [45.38]. Ayrim manbalarda ushbu turning arealini sezilarli darajada kengayganligi ham qayd etilgan [2.37.44.].

*T. aralensis* barcha *Turcogammarus* turlari ichida eng keng tarqalgan va eng ko'p uchraydigan tur bo'lishiga qaramay, hatto ayrim hududlarda begona (invaziv) tur sifatida ham qayd etilgan (Copilaş-Ciocianu va boshq. 2022a), u morfologik nuqtai nazardan eng kam o'rganilgan hisoblanadi, chunki u hech qachon to'g'ri tarzda tavsiflanmagan. Bu holat uning identifikatsiyasi va avlod darajasidagi joylashuvi bilan bog'liq jiddiy taksonomik chalkashliklarga olib kelgan.

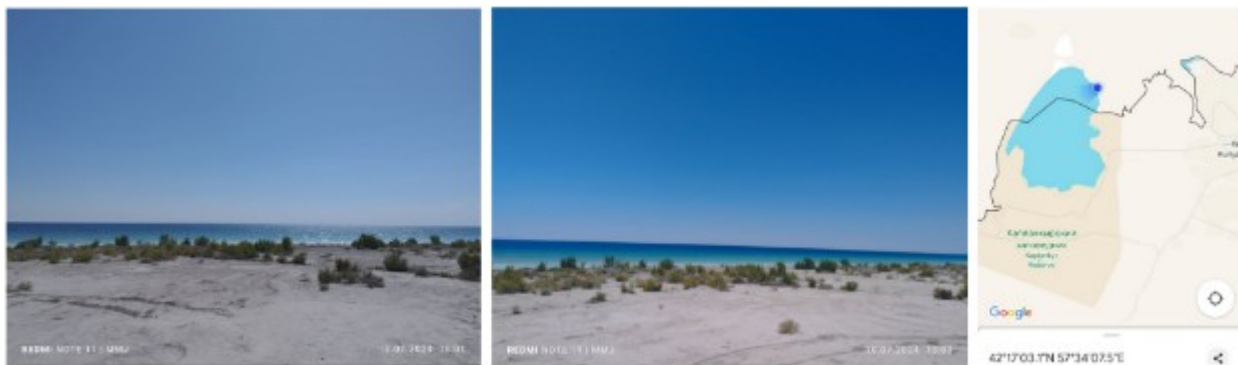
1960 yildan beri inson aralashuvi tufayli Orol dengizi yirik ekologik fojiani boshdan kechirmoqda, natijada u bosqichma-bosqich qurib borib, o'rnini cho'l egallamoqda. Ekologik jihatdan sezgir bo'lgan ushbu hudud faunasini muhofaza qilish bo'yicha sa'y-harakatlar, Orol dengizi ekotizimining muhim tarkibiy qismi

bo'lgan *T. aralensis* ning genetik-populyatsion tuzilmasi uchun DNK barkod ma'lumotlar bazasini talab qilishi mumkin [1].

Ushbu maqolada biz *T. aralensis* ni to'liq qayta tavsiflaymiz va birinchi bor uni Sariqamish amfipodlari orasidagi filogenetik o'rnini keng qo'llaniladigan ribosomal DNK 18S sohasi fragmentlari bo'yicha baholaymiz.

## MATERIALLAR VA USULLAR

**Namuna olish.** Namunalar qo'l to'ri yordamida Sariqamish ko'lining O'zbekiston hududi qismida 2024-yil iyul oyida ( $42^{\circ}17'03.1N$ ,  $57^{\circ}34'07.5E$ ) ko'lining qirg'oq qismidan gidrobiologik qirg'ich yordamida yig'ildi (1-rasm,). Olingan namunalar dala sharoitida 96% etanol eritmasida fiksatsiya qilindi.



1-rasm. Tadqiqot hududi

**Morfologiya.** Namunalar to'liq ravishda glitserin bilan to'ldirilgan buyum oynachalarida disseksiya (maxsus asboblar yordamida ochib, ichki tuzilishini o'rganish maqsadida qismlarga ajratish) qilindi. Mikroskop oynachalariga o'rnatildi va ajratilgan qo'shimchalar qopqoq oynacha bilan yopildi. Xitinli kutikulani tiniqlashtirish va yumshatish maqsadida glitserinli distillangan suvda ivitildi.

Tana uzunligi Stemi 305 stereomikroskopida o'rnatilgan okulyar mikrometr yordamida o'lchandi. Qo'shimcha o'lchovlar planshetli mikroskop BLC-480B asosida amalga oshirildi. Qo'shimchalar Carl Zeiss NU-2 yorug'lik mikroskopiga o'rnatilgan chizish moslamasi yordamida Gorodkov (1961) usuliga muvofiq chizib olindi.

Mandibulyar palpning 3-bo'g'imidagi tukchalar joylashuvi uchun qo'llanilgan nomenklatura Karaman (1970) va Stock (1974) tomonidan tavsiflangan standartga muvofiq berildi.

Tavsifiy terminologiya an'anaviy klassifikatsiya tizimiga asoslanadi; mazkur ishda biz yo'g'on va qattiq tuklarni ifodalash uchun "tikan", nozik va odatda egiluvchan tuzilmalarni ifodalash uchun esa "tukcha" atamasidan foydalandik.

Namuna olingan joylar ko'rsatilgan geografik xarita GIS dasturi yordamida tuzildi.

**Molekulyar usullar.** Molekulyar tahlil uchun foydalanilgan *T. aralensis* namunalari 2024 yilda Sariqamish ko'lidan qirg'oq qismining 1-1,5 m oralig'idan elak yordamida yig'ib olindi va dala sharoitida 96% etanol eritmasida saqlandi.

Orol gammarusi namunasidan umumiy DNKni ajratishda GeneJet genomik DNK (Thermo Fisher Scientific) reagentlar to'plamidan foydalanildi. Ajratilgan umumiy DNKsidan polimeraza zanjirli reaksiyasini (PZR) o'tkazish uchun ribosomal DNK 18S geni fragmentlari praymerlaridan (1262 forward-`3-GGTGGTGGATGGGGG-5`; 1719 reverse 3'-AGGGGGGGTGTGTRG-5`) foydalanildi (Winnepeenninckx et al., 1994). PZR o'tkazish uchun: 34,8 mkl bidistillirlangan suv, 5 mkl 10X Taq-bufer, 5 mkl 2,5 mM MgCl<sub>2</sub>, 1 mkl 2 mkM 2'-dezoksinukleozid-5'-trifosfat, 1 mkldan to'g'ri va teskari praymerlar, 2 mkl DNK matrisasi, 0,2 mkl Taq-polimerazasi qo'shildi. Aralashmani yakuniy hajmi 50 mkl ni tashkil etdi. Namunadagi umumiy DNKsi miqdorini aniqlashda spektrofotometr (Nanodrop) asbobidan foydalanildi. Buxoro bug'usi yungidan ajratib olingan umumiy DNKni PZR qilishda ProFlex PCR System (Xitoy) amplifikatori yordamida amalga oshirildi. mtDNK 16S geni fragmentlari PZR-amplifikatsiyasini o'tkazish ish rejimi quyidagi tartibda amalga oshirildi: 1 – bosqich – 15 daqiqa davomida DNK ning 95°S sharoitda denaturasiyalanishi, 2 – bosqich – DNKning 94°S sharoitda 30 soniya davomida denaturasiyalanishi, 3 – bosqich – DNKda 53°S sharoitda 45 soniya davomida praymerlarning yumshatilishi, 4 – bosqich – 72°S sharoitda 1 daqiqa 40 soniya davomida elongasiyalanishi, 5 – bosqich – 72°S sharoitda 5 daqiqa davomida zanjirning



elongasiyalanishi. Ikkinchidan to'rtinchi bosqichgacha jarayon sikl ko'rinishida 35 martagacha takrorlangan.

PSR mahsulotlarida DNKning mavjudligi 1,5% li agaroz gelida 120 V kuchlanish bilan elektroforez qilish usulida aniqlandi. DNKning amplifikatsiyasi va DNKni geldan ajratib olishda ishlab chiqaruvchi ko'rsatmalariga amal qilgan holda «Sileks M» (Moskva, Rossiya) firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan reaktivlar to'plamidan foydalanildi.

DNKni sikvens qilishda ABI PRISM® BigDye™ Terminator v. 3.1 reaktivlar to'plami yordamida amalga oshirilib, reaksiya mahsulotlari ABI PRISM 3100-Avant avtomatik sekvenatorda qayd qilindi.

Olingan nukleotidlar ketma – ketligining tahlili Bioedit, Clustal W va DNASTAR™ maxsus kompyuter dasturi yordamida amalga oshirildi. Filogenetik daraxt tuzish uchun sikvensdan olingan gammaruslarga mansub turlar nukleotidlari ketma-ketliklari va Milliy biotexnologiya axborotlar markazidan (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) olingan DNK ketma-ketliklaridan foydalanildi va bu ketma ketliklar Bioedit dasturida ko'lda tahrir qilindi, konsensus ketma-ketliklari Mega XI hisoblash dasturi yordamida hisoblab chiqildi. Olingan rDNK 18S sohasiga mansub nukleotidlar ketma-ketliklari maksimal extimollik usuli bilan (Maximum likelihood-ML) filogenetik daraxti 1000 ta butstrep takrorlash bilan amalga oshirildi.

## **NATIJALAR VA ULARNING TAHLILI**

### **Taksonomik qism**

Kichik tip (Subphylum): Crustacea Brönnich, 1772

Sinf (Classis): Malacostraca Latreille, 1802

Kenja sinf (Subclassis): Eumalacostraca Gröbben, 1892

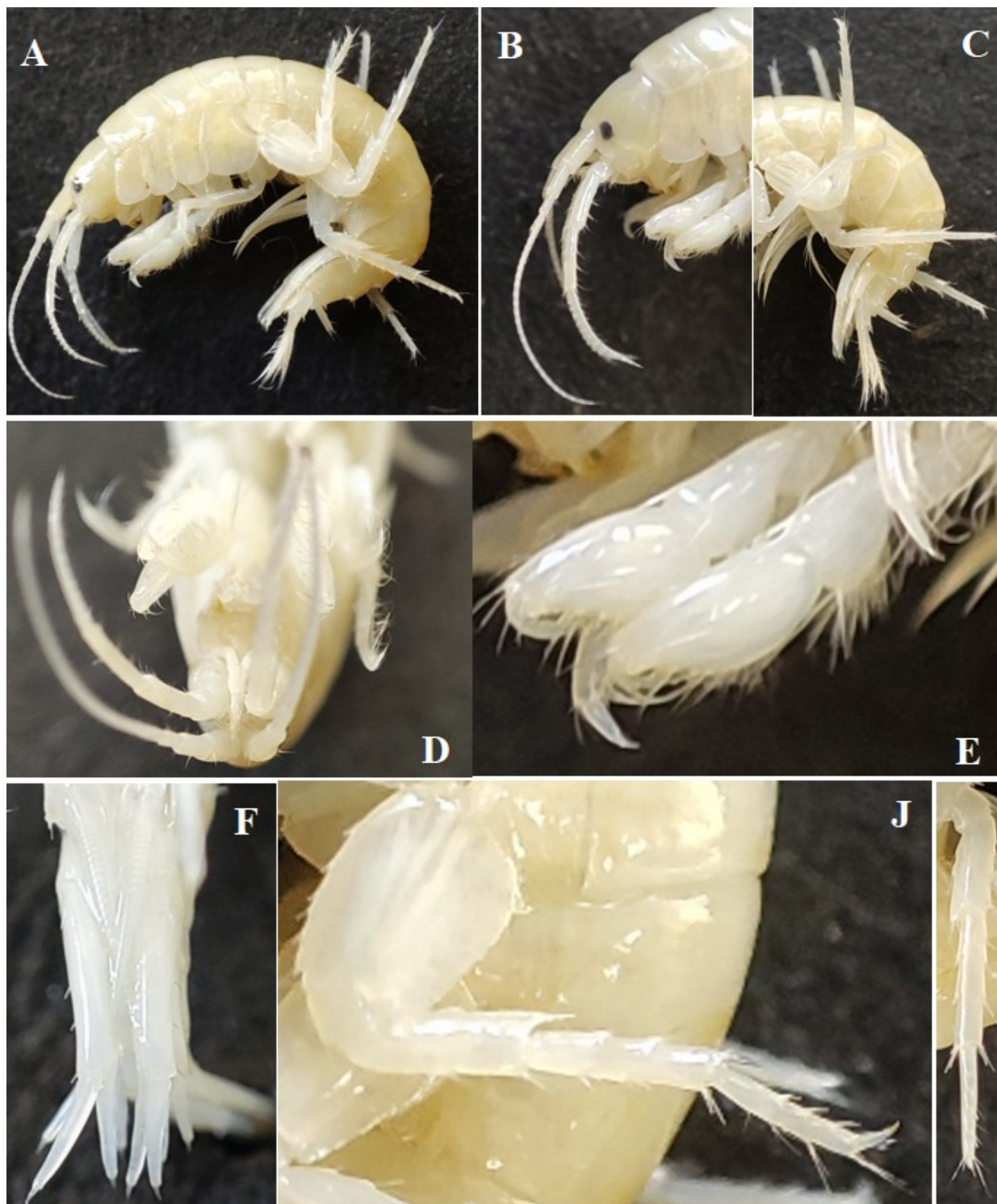
Katta turkum (Superordo): Peracarida Calman, 1904

Turkum (Ordo): Amphipoda Latreille, 1816

Katta oila (Superfamilia): Gammaroidea Latreille, 1802 (Bousfield 1977)

Oila (Familia): Pontogammaridae Bousfield, 1977

Avlod (Genus): *Turcogammarus* Karaman et Barnard, 1979



**2-rasm. *Turcogammarus aralensis* ning morfologik belgilari:** A — umumiy lateral koʻrinishi; B — bosh qismi va antennalar; C — pleon va urosoma sohasi; D — ogʻiz apparati va antennalarning oldingi koʻrinishi; E — gnatopodlar va koʻkrak oyoqlari; F — telson va uropodlar distal qismi; J — uropodning tikan va tukchalari.

**Umumiy tana morfologiyasi** (2-rasm A). Tana baquvvat, silliq, urosoma segmentlari 1 va 2 da ajralib turuvchi dorsal kutikulyar o'simalari bor. Rostrum noaniq; yon bosh bo'lagi chuqurchali, pastki antennal sinus o'rtacha, yumaloq; ko'zlar yirik. Pleonitlar yon va dorsal chetlari bo'ylab tuklarsiz; epimeral plastinkalar 1–3 ning har biri old qismida uzun ingichka setalar tutami bilan, ventral chetlari qattiq tuklar bilan, ayniqsa epimeron 2 da subventral qismida notekis tutamli ikki qator tuklar mavjud; 1-plastinkada distoposterior burchak ichkariga kirgan, 2 va 3-plastinkalarda esa cho'zilgan. Urosoma 1 va 2 urosomitlarning dorsal yuzasida sezilarli kutikulyar ko'tarilmalar bilan, har bir guruhda 4 yoki 5 tishli tikanlar va ular orasida joylashgan qisqa tuklar bilan qoplangan; urosomit 3 da orqa chetlarida yon guruhli tikanlar, ular orasida o'rta qisqa tuklar tutami bor. Telson kengligidan uzunroq, chuqur ikkiga bo'lingan, har bir bo'lakda 2 tadan subapikal tishli tikan va ularning har biriga 2 ta o'rtacha uzunlikdagi tuk mavjud.

**Antennalar** (2-rasm, B, D). Antenna I tana umumiy uzunligidan ancha qisqa, antenna II dan taxminan 0,1 marta uzunroq; pedunkul 1–3 bo'g'imlari uzunlik nisbati 1:0,5:0,3, proksimal qismlarida qisqa tuklar tutami, 2-bo'g'im o'rtasida tuklar guruhi bilan; asosiy flagellyum 19 bo'g'imli, har birida medial chetida qisqa tuklar bilan birga 1 tadan mayda suzuvchi tuzilma; qo'shimcha o'simta 4 bo'g'imli, yuz chetida qisqa tishli tikanlar, apikal o'qi bo'ylab ko'p sonli mayda yon tukchalar bor. Antenna II bez konusi qisqa; pedunkul 4 va 5-bo'g'imlari uzunlik nisbati 1:0,8, har ikkalasi medial yuzada uzun qattiq tuklarning zich tutamlari bilan; flagellyum pedunkuldan ozroq qisqa, 6 bo'g'imli, yon yuzalari va uchlarida uzun qattiq tuklar tutamli, juda kichik sezuvchi tuzilmalar mavjud emas.

**Og'iz qismlari** (2-rasm D). Yuqori lab sub-rombsimon, apikal qismida mayda tuklar guruhi bor. Mandibulalar deyarli teng: chap mandibula — kesuvchi qismi 5 tishli, mandibulaning harakatchan tishsimon o'simtasi 4 tishli; molyar orasida 6 ta tishli tikan qatori. O'ng mandibula — kesuvchi qismi 4 tishli, bir

nechta mayda tishchali. Pastki lab tuxumsimon, biroz konussimon ichki bo'laklarga ega. Maxilla I assimetrik, palpalar uzun, yon yuzalarida 2 tadan patli tik bor; distal qismi tishli, chap palpada 5 tishli tikan va 4 oddiy tuk, o'ng palpada 6 tish va 2 tuk; tashqi plastinkada 11 ta taroqsimon ko'p tishli tikan, ichki bo'laklari uchburchak, 14 patli tuk mavjud.

**Gnatopodlar (Ko'krak oyoqlari).** Gnatopod I o'rtacha tukli, basis (6-bo'g'im) baquvvat, old va orqa chetlarida uzun patlanmagan tuklar, old tomonda qisqa tuklar qatori bor; karpus (5-bo'g'im) uchburchaksimon, qisqichbaqasimonlar oyoq qo'shimchasining oldingi bo'g'imi (propodus) uchburchaksimon, tuxumsimon, kesuvchi cheti rivojlangan va aniqlovchi burchagida distal tishli 6 tikanli.

**Pleopodlar va uropodlar** (2-rasm E, J) qorin qismidagi qo'shimcha oyoqchalari, lekin joylashuvi va vazifasi bilan farq qiladi. Pleopodlar 1–3 odatiy, pedunkullari uzun ingichka tuklar guruhlar bilan, retinakula 2 ilgakli va 3 ta qattiq oddiy tuk mavjud. Uropodlar 1–2 pedunkullari urosomadan tashqariga chiqadi, pedunkullarda chetlari bo'ylab 2 yoki 3 tikan joylashgan; uropod I pedunkulida 2 basofasial tikan va tuklar guruhi mavjud; rami chetlari bo'ylab 1 yoki 2 ta tikan, uropod I ichki rami (endopodit) dorsal yuzada 2 ta uzun qattiq tuk mavjud.

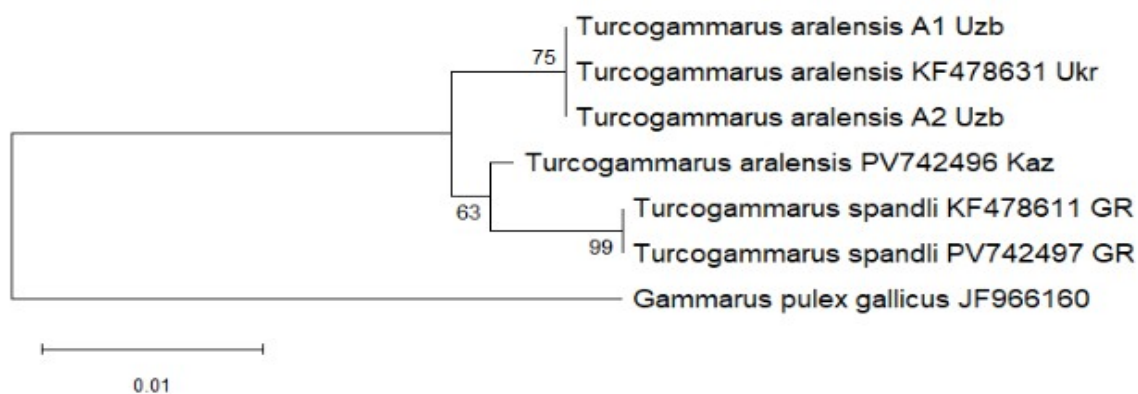
Uropod endopodit qisqa, tashqi ramidan qisqa, apikalda 1 ta tikan va medial yuzada 5 ta patli tuk mavjud; ventrodial tishli tikanlar guruhi joylashgan; ekzopodit (tashqi rami) 2 bo'g'imli, proksimal bo'g'imida yon tomonda 3 juft tikan guruhi va chetlarida o'rtacha zich mayda patli uzun tuklar, distal bo'g'imi qisqa, apikalda tuklar to'plami bor.

### **Molekulyar filogeniyasi.**

Ushbu tadqiqotda *Turkogammarus* sp namunasi asosiy obyekt sifatida o'rganilib, uning molekulyar filogenetik pozitsiyasi va turlararo evolyutsion munosabatlari o'zaro maksimal ehtimollik (Maximum Likelihood, ML) usuli asosida tuzilgan filogenetik daraxti MEGA12 dasturida bajarilgan tahlil qilindi. Filogenetik daraxtda tashqi guruh (outgroup) namunasi sifatida ishlatilgan *Gammarus pulex gallicus* (F966160) daraxtning eng ildiz qismida joylashgan

bo'lib, u barcha *Turkogammarus* avlodi vakillaridan aniq ajralib chiqqan (3-rasm). Bu tanlov daraxtni to'g'ri ildizlantirishga va turkogammarus guruhi ichidagi monofiletik tuzilmani tasdiqlashga yordam beradi.

Quyidagi filogenetik daraxt *Turcogammarus* avlodiga mansub turlarning rDNK 18S geni fragmentlari asosida yaratilgan bo'lib, turlar o'rtasidagi genetik aloqalarni ko'rsatadi. Daraxtda bootstrap qiymatlari yordamida filogenetik aniqlik ta'minlanib, u avlodni tavsiflash uchun foydalanilgan. Genbank (NCBI) bazasida rDNK 18S geni bo'yicha *Turcogammarus* avlodiga mansub ikkita turning mavjud bo'lib, shularining ketma-ketlikligi asosida daraxt tuzildi (3 -rasm).



3-rasm. *Turcogammarus* avlodiga mansub turlarining o'zaro maksimal ehtimolik (ML) usuli asosidagi filogenetik daraxti

Filogenetik tahlil natijalariga ko'ra, O'zbekistonni Sariqamish ko'lidan olingan *Turcogammarus aralensis* A1 Uzb va A2 Uzb namunalari GenBank'dagi boshqa *T. aralensis* genotiplari bilan yaqin qarindoshlikda bo'lib, ular bilan ikkita kladani hosil qilgani ko'rsatdi. Birinchi kladada joylashgan *T. aralensis* KF478631 namunasi (Ukrainadan topilgan) bilan o'rtacha bootstrap qo'llab-quvvatlovi ( $\approx 75$ ) aniqlanib, *T. aralensis* A1 Uzb va A2 Uzb namunalari ushbu taksonlar bilan genetik jihatdan yaqinligini ko'rsatdi. Lekin tahlil uchun kiritilgan *T. aralensis* PV742496 turi (Qozoqston) namunasi past bootstrap qo'llab-quvvatlovi bilan, boshqa alohida klada hosil qilib joylashdi.

Keyingi kladada *T. spandli* turning PV742497 va JF966160 namunalari filogenetik daraxtda yuqori qo'llab-quvvatlovga ega ( $\approx 99$ ) alohida monofiletik kladada joylashgan bo'lib, bu ularning bir turga xos genetik yaqinlikni tasdiqlaydi.

Umuman olganda, *T. aralensis* namunalar o'z turlariga xos bo'lgan genetik kladalarda joylashganligi va bootstrap qiymatlari bilan qo'llab-quvvatlanganligi ushbu namunalarni *T. aralensis* turiga tegishli deb tavsiflash mumkinligini bildiradi. Lekin Qozoqstonda aniqlangan *T. aralensis* PV742496 turi namunasini alohida klada hosil qilganligi tur populyatsiyalari ajralishni ko'rsatadi. Genbankdagi boshqa populyatsiyalari bilan genetik uyg'unligini hamda tur ichidagi filogenetik mustahkamligini tasdiqlaydi.

Ushbu yondashuvlar natijalari, O'zbekiston hududida yashovchi pontagammaruslarning aniq molekulyar identifikatsiyasi va turlararo filogenetik munosabatlarining chuqurroq tushunilishida muhim ilmiy asos yaratmoqda. Kelgusidagi tadqiqotlarda rDNK 18S sohasidan tashqari, mitoxondrial COI genidan kengroq namunalar bazasi va geografik ma'lumotlar ham qo'shilib, bu turlar o'rtasidagi genetik va ekologik bog'liqliklarni yanada chuqurroq o'rganish zarurligi ta'kidlaymiz.

## MUHOKAMA

Ushbu tadqiqotda Sariqamish ko'lining O'zbekiston hududi qismidan olingan *Turcogammarus aralensis* namunalarining morfologik belgilari va rDNK 18S markeriga asoslangan molekulyar-filogenetik holati birgalikda tahlil qilindi. Olingan natijalar tur identifikatsiyasini faqat umumiy tashqi ko'rinish asosida emas, balki urosoma, antennalar, epimeral plastinkalar, pleopod va uropodlar kabi diagnostik tuzilmalar majmuasi asosida baholash zarurligini ko'rsatadi. Bu yondashuv Ponto-Kaspiy amfipodlarida tarixiy tavsiflarning qisqaligi, morfologik konvergensiya va avlodlararo taksonomik ko'chirishlar bilan bog'liq chalkashliklarni kamaytirishda muhim ahamiyatga ega [3].

Morfologik kuzatuvlar *T. aralensis* uchun xos bo'lgan bir qator muhim belgilarni tasdiqladi. Jumladan, urosoma 1–2 segmentlaridagi dorsal kutikulyar

ko'tarilmalar, epimeral plastinkalarning ventral chetlaridagi tikan va tuklar kompleksi, antenna II pedunkul bo'g'imlarining zich va uzun tuklanishi, uropod III endopoditi va ekzopoditining nisbiy rivojlanishi mazkur turning diagnostikasida alohida ahamiyatga ega. Ayniqsa urosoma qurollanishi va orqa qo'shimchalar tuzilishi Ponto-Kaspiy gammaroidlarida tur darajasidagi farqlanishni aniqlashda ishlatiladigan barqaror belgilardan biri hisoblanadi. Shu sababli ushbu ishda keltirilgan morfologik tavsif Sariqamish populyatsiyasini tarixiy Orolbo'yi va Kaspiybo'yi materiallari bilan qiyoslash imkonini beradi.

*T. aralensis* ning taksonomik tarixi uning hozirgi sistematik talqinini murakkablashtirgan. Tur dastlab Uljanin (1875) tomonidan Gammarus aralensis nomi bilan qisqa tavsiflangan, keyinchalik ayrim mualliflar uni Dikerogammarus, Obesogammarus yoki boshqa Ponto-Kaspiy gammaroidlariga yaqinlashtirgan. Bunday qarashlar, bir tomondan, eski tavsiflarda diagnostik belgilar yetarli darajada ko'rsatilmaganligi, ikkinchi tomondan, Ponto-Kaspiy amfipodlarida tana shakli va tuklanish xarakterlarining ekologik sharoitga mos ravishda o'zgaruvchanligi bilan bog'liq. Mazkur tadqiqotda Sariqamish namunalariining morfologiyasi *Turcogammarus aralensis* talqiniga mos kelishi bu nomning O'zbekiston hududidagi materiallar uchun qo'llanishini asoslaydi.

Molekulyar filogenetik tahlil natijalari morfologik identifikatsiyani qo'llab-quvvatlaydi. Sariqamish ko'lidan olingan *T. aralensis* A1 Uzb va A2 Uzb namunalariining GenBank ma'lumotlar bazasidagi *T. aralensis* ketma-ketliklari bilan yaqin kladada joylashishi ushbu populyatsiyaning turga mansubligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga *T. spandli* namunalari alohida, yuqori bootstrap qo'llab-quvvatloviga ega klada hosil qilgani *Turcogammarus* avlodi ichida turlararo farqlanish mavjudligini ko'rsatadi. Biroq rDNK 18S sohasi nisbatan konservativ marker bo'lgani sababli, u tur ichidagi nozik filogeografik farqlarni to'liq ochib bera olmaydi. Shuning uchun kelgusida COI va 16S kabi mitoxondrial markerlar hamda ko'proq geografik namunalar jalb etilishi maqsadga muvofiq.

Filogenetik daraxtda Qozog'iston materialiga mansub *T. aralensis* PV742496 namunasining alohida klada hosil qilishi tur ichida geografik

differensiasiya mavjud bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi. Bunday holat Aral-Kaspiy paleohavzasi tarixidagi gidrologik uzilishlar, sho'rlanish rejimining o'zgarishi va lokal populyatsiyalarning uzoq muddatli izolyatsiyasi bilan izohlanishi mumkin. Shu bilan birga, bitta marker va cheklangan namunalar asosida bunday farqni mustaqil evolyutsion birlik sifatida talqin qilish ehtiyotkorlikni talab qiladi. Hozirgi bosqichda bu natija Sariqamish, Orolbo'yi, Shalkar va Volga-Sirdaryo tizimlari populyatsiyalarini kengroq qamrab olgan integrativ tahlillar zarurligini ko'rsatadi.

Sariqamish ko'li populyatsiyasining o'rganilishi Orol dengizi inqirozi sharoitida alohida ekologik ahamiyatga ega. Orol dengizining regressiyasi, suv sathining pasayishi va sho'rlanishning kuchayishi natijasida qadimgi Orol-Kaspiy faunasiga mansub ko'plab gidrobiontlarning yashash joylari keskin qisqargan. *T. aralensis* kabi relikt pontogammaridlar bunday sharoitda faqat ayrim sho'rtob yoki o'zgaruvchan gidrologik rejimga ega havzalarda saqlanib qolishi mumkin. Shu jihatdan Sariqamish ko'li O'zbekiston hududidagi Ponto-Kaspiy relikt amfipodlarini saqlab qoluvchi muhim refugial hududlardan biri sifatida qaralishi mumkin.

Tadqiqot natijalari amaliy jihatdan ham muhimdir. O'zbekiston Respublikasi Qizil kitobida ushbu taksonning *Dikerogammarus aralensis* nomi bilan berilishi tarixiy taksonomik qarashlar bilan bog'liq bo'lib, zamonaviy morfologik va molekulyar ma'lumotlar asosida nomenklaturani qayta ko'rib chiqish zarurligini ko'rsatadi. Tur nomining barqarorlashtirilishi nafaqat ilmiy sistematika uchun, balki muhofaza choralari belgilash, monitoring dasturlarini yuritish va ma'lumotlar bazalarida yagona taksonomik birlikdan foydalanish uchun ham muhimdir.

## **XULOSA**

Umuman olganda, ushbu ish Sariqamish ko'li hududidan olingan *T. aralensis* namunalarining morfologik va molekulyar jihatdan tasdiqlanganligini ko'rsatadi. Natijalar O'zbekiston suv havzalaridagi Ponto-Kaspiy amfipodlarining taksonomik holatini aniqlashtirish, ularning tarixiy areali va hozirgi populyatsion



tuzilmasini baholash uchun dastlabki asos yaratadi. Kelgusida turli mavsumlarda va turli sho'rlanish gradientlarida yig'ilgan namunalar, kengaytirilgan morfometrik tahlil, COI/16S markerlari bo'yicha DNK barkodlash hamda GenBank ma'lumotlari bilan qiyosiy filogeografik tahlillar ushbu turning O'zbekiston va Markaziy Osiyodagi real tarqalish chegaralarini aniqroq belgilash imkonini beradi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Aladin, N.V., Plotnikov, I.S., Smurov, A.O. & Makrushin, A.V. (2020). Crustaceans of the Aral Sea. *Zoologicheskiy Zhurnal*, 99, 622–640. <https://doi.org/10.31857/S0044513420040030>
2. Alexandrov, B., Boltachev, A., Kharchenko, T., Lyashenko, A., Son, M., Tsarenko, P. & Zhukinsky, V. (2007). Trends of aquatic alien species invasions in Ukraine. *Aquatic Invasions*, 2(3), 215–242. <https://doi.org/10.3391/ai.2007.2.3.8>
3. Barnard, J.L. & Barnard, C.M. (1983). *Freshwater Amphipoda of the World*. Vols. 1–2. Hayfield Associates, Mt. Vernon, Virginia, 830 pp.
4. Bousfield, E.L. (1977). A new look at the systematics of Gammaroidean amphipods of the world. *Crustaceana*, Supplement 4, 282–316. <https://doi.org/10.2307/25027471>
5. Copilaș-Ciocianu, D. & Arbačiauskas, K. (2018). First record of *Dikerogammarus bispinosus* Martynov, 1925 in Kazakhstan: invasive or overlooked native in the Caspian Sea basin? *BioInvasions Records*, 7, 285–291. <https://doi.org/10.3391/bir.2018.7.3.09>
6. Copilaș-Ciocianu, D. & Šidagytė-Copilas, E. (2022). A substantial range expansion of alien Ponto-Caspian amphipods along the eastern Baltic Sea coast. *Oceanologia*, 64, 227–232. <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2021.09.005>
7. Copilaș-Ciocianu, D. & Sidorov, D. (2022). Taxonomic, ecological and morphological diversity of Ponto-Caspian gammaroidean amphipods: a review. *Organisms Diversity & Evolution*, 22, 285–315. <https://doi.org/10.1007/s13127-021-00536-6>
8. Copilaș-Ciocianu, D., Rewicz, T., Sands, A.F., Palatov, D., Marin, I., Arbačiauskas, K., Hebert, P.D.N., Grabowski, M. & Audzijonyte, A. (2022a). A DNA barcode reference library for endemic Ponto-Caspian amphipods. *Scientific Reports*, 12, 11332. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15442-w>
9. Copilaș-Ciocianu, D., Sarmanov, A., Sergaliyev, N. & Sidorov, D. (2022b). *Turcogammarus aralensis* (Uljanin, 1875), a relict pontogammarid amphipod

- crustacean from the Aralo-Caspian paleobasin: redescription, phylogenetic position and biogeography. *Zootaxa*, 5219(2), 101–120.  
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.5219.2.1>
10. Copilaș-Ciocianu, D., Sidorov, D. & Šidagytė-Copilas, E. (2023). Global distribution and diversity of alien Ponto-Caspian amphipods. *Biological Invasions*, 25, 179–195. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02908-1>
11. Hou, Z. & Sket, B. (2015). A review of Gammaridae (Crustacea: Amphipoda): the family extent, its evolutionary history, and taxonomic redefinition of genera. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 176, 323–348.  
<https://doi.org/10.1111/zoj.12318>
12. Karaman, G.S. & Barnard, J.L. (1979). Classificatory revisions in Gammaridean Amphipoda (Crustacea), Part I. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 92, 106–165.
13. Karaman, G.S. (1970). Beitrag zur Kenntnis der Amphipoden 25. Kritische Bemerkungen über *Echinogammarus acarinatus* (S. Kar. 1931) und *Echinogammarus stocki* n. sp. *Poljoprivreda i Šumarstvo*, Titograd, 16, 45–66.
14. Karaman, G.S. (1971). Beitrag zur Kenntnis der Amphipoden 30. Über einigen Amphipoden aus Griechenland und Kleinasien. *Musei Macedonici Scientiarum Naturalium*, Skopje, 12, 20–40.
15. Karaman, G.S. (2021). Contribution to the knowledge of the Amphipoda 323. The genus *Turcogammarus* G. Karaman & Barnard 1979 (fam. Pontogammaridae) in monastery Hilandar region (Greece). *Agriculture and Forestry*, Podgorica, 67, 141–164.  
<https://doi.org/10.17707/AgricultForest.67.4.13>
16. Kreuzberg, A.-V.A. (2019). *Dikerogammarus aralensis* (Uljanin, 1875). In: Azimov, Zh.A. (ed.), *O‘zbekiston Respublikasi Qizil kitobi*. 2-jild. Hayvonlar. 4-nashr. Chinor ENK, Toshkent, 50-bet.
17. Matmuratov, M.A. & Saparov, A.D. (2020). Bottom fauna of water bodies of Uzbekistan. *International Journal of Science and Research*, 9, 576–578.  
<https://doi.org/10.21275/SR201207140654>

18. Pjatakova, G.M. & Tarasov, A.G. (1996). Caspian Sea amphipods: biodiversity, systematic position and ecological peculiarities of some species. *International Journal of Salt Lake Research*, 5, 63–79. <https://doi.org/10.1007/BF01996036>
19. Plotnikov, I.S., Aladin, N.V., Mossin, J. & Høeg, J.T. (2021). Crustacean fauna of the Aral Sea and its relation to ichthyofauna during the modern regression crisis and efforts at restoration. *Zoological Studies*, 60, e25. <https://doi.org/10.6620/ZS.2021.60-25>
20. Rewicz, T., Wattier, R., Grabowski, M., Rigaud, T. & Bącela-Spychalska, K. (2015). Out of the Black Sea: phylogeography of the invasive killer shrimp *Dikerogammarus villosus* across Europe. *PLoS ONE*, 10, e0118121. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118121>
21. Sars, G.O. (1894–1896). Crustacea caspia. Contributions to the knowledge of the carcinological fauna of the Caspian Sea. Part 3. Amphipoda. Imprimerie de l'Académie impériale des sciences, St.-Petersbourg. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.10631>
22. Schäferna, K. (1914). Über eine neue *Dikerogammarus*-art aus dem Kaukasus. *Bulletin International de l'Académie des Sciences de Bohème*, 19, 169–173.
23. Stebbing, T.R.R. (1899). Amphipoda from the Copenhagen Museum and other sources, part II. *Transactions of the Linnean Society of London, Zoology*, 8, 395–432.
24. Stock, J.H. (1974). The systematics of certain Ponto-Caspian Gammaridae (Crustacea, Amphipoda). *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut*, 70, 75–95.
25. Stock, J.H., Mirzajani, A.R., Vonk, R., Naderi, S. & Kiabi, B.H. (1998). Limnic and brackish water Amphipoda (Crustacea) from Iran. *Beaufortia*, 48, 173–234.
26. Tamura, K., Stecher, G. & Kumar, S. (2021). MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 11. *Molecular Biology and Evolution*, 38(7), 3022–3027. <https://doi.org/10.1093/molbev/msab120>

27. Winnepeninckx, B., Backeljau, T. & De Wachter, R. (1994). Small ribosomal subunit RNA and the phylogeny of the Mollusca. *The Nautilus*, Supplement 2, 98–110.
28. Winnepeninckx, B., Steiner, G., Backeljau, T. & De Wachter, R. (1998). Details of gastropod phylogeny inferred from 18S rRNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 9(1), 55–63.
29. Берг, Л.С. (1908). Аральское море: опыт физико-географической монографии. Научные результаты Аральской экспедиции. Известия Туркестанского отдела Императорского Русского географического общества, Санкт-Петербург, 5, 1–611.
30. Бирштейн, Я.А. (1945). Ревизия системы каспийских Gammaridae. Доклады Академии наук СССР, 50, 517–520.
31. Бирштейн, Я.А. и Романова, Н.Н. (1968). Отряд бокоплавов (Amphipoda). В: Атлас беспозвоночных Каспийского моря. Пищевая промышленность, Москва, с. 241–289.
32. Городков, К.Б. (1961). Простейший микропроектор для рисования насекомых. Энтомологическое обозрение, 40, 936–939.
33. Державин, А.Н. (1912). Каспийские элементы фауны Волжского бассейна. Труды Астраханской ихтиологической лаборатории Управления каспийско-волжских рыбных и тюленьих промыслов, 2, 19–44.
34. Державин, А.Н. (1925). Материалы по понто-азовской карцинологической фауне (Mysidacea, Cumacea, Amphipoda). Русский гидробиологический журнал, 4, 10–35.
35. Мартынов, А.В. (1924). Études sur les Crustacés de la Mer du bassin du bas Don et leur distribution éthologique. *Ежегодник Зоологического музея Российской академии наук*, 25, 1–115.
36. Мордухай-Болтовской, Ф.Д., Грёзе, И.И. и Василенко, С.В. (1969). Отряд амфиподы, или разноногие — Amphipoda Latreille, 1816–1817. В: Водяницкий, В.А. (ред.), *Ракообразные. Определитель фауны Черного и*

*Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные. Т. 2. Наукова думка, Киев, стр. 440–525.*

- 37.Плигин, Ю.В., Матчинская, С.Ф., Железняк, Н.И. и Линчук, М.И. (2013). Распространение чужеродных видов макробеспозвоночных в экосистемах водохранилищ р. Днепра в многолетнем аспекте. *Гидробиологический журнал*, 49, 21–36
- 38.Плотников, И.С. (2016). Долговременные изменения свободноживущей водной фауны беспозвоночных Аральского моря. ЗИН РАН, Санкт-Петербург, 168 с.
- 39.Совойнский, В.К. (1894). Отчет о командировке в Санкт-Петербург для научных занятий в Зоологическом музее Императорской Академии наук. *Университетские известия*, Киев, 7, 1–32.
- 40.Совойнский, В.К. (1894b). О ракообразных Азовского моря. *Труды (Мемуары) Общества естествоиспытателей Киева*, 13, 289–406.
- 41.Совойнский, В.К. (1898). Научные результаты экспедиции «Атманая». *Бюллетень Императорской Академии наук Санкт-Петербурга*, 8, 359–398.
- 42.Совойнский, В.К. (1904). Введение в изучение фауны Понто-Арало-Каспийского морского бассейна с точки зрения самостоятельной зоогеографической провинции. *Труды (Мемуары) Общества естествоиспытателей Киева*, 8, 1–487.
- 43.Ульянин, В.Н. (1875). Ракообразные (Crustacea). Crustacea du voyage de Федченко au Turkestan. В: Федченко, А.П. (ред.), Путешествие в Туркестан. Часть 3. Известия Императорского общества любителей естествознания, антропологии и этнографии, Москва, стр. 1–63.
- 44.Филинова, Е.И. и Сониная, Е.Е. (2012). Гаммариды пойменных участков Волгоградского водохранилища. В: Коровчинский, Н.М. и Крылов, А.В. (ред.), Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод. Кострома, изд-во «Кострома», с. 303–306.

45. Филиппов, А.А. (1995). К вопросу о солёностной толерантности донных животных Аральского моря. Труды Зоологического института, Санкт-Петербург, 262, 65–102.
46. Филиппов, А.А., Петухов, В.А. и Комендантов, А.Ю. (1993). Зообентос Бергского пролива (Аральское море) в мае 1992 г. Труды Зоологического института, Санкт-Петербург, 250, 72–80.