QO‘QON DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI ILMIY XABARLARI
(2026-yil 10-son)

TABIIY FANLAR
NATURAL SCIENCES

https://doi.org/10.70728/a.series.tab.v08.i10.180

KAMALAK FORELI (*ONCORHYNCHUS MYKISS* WALBAUM, 1792)NING MORFOBIOLOGIK XUSUSIYATLARI VA OZIQAVIY SIFAT KO‘RSATKICHLARINING MUHIT HAMDA OZUQA OMILLARIGA BOG‘LIQLIGI

Buvrayev Nurali Ravshan o’g’li
Samarqand davlat pedagogika inistituti o‘qituvchi
buvrayevn@gmail.com
Yuldashov Mansur Arzikulovich
Zarmed universiteti Samarqand kompusi
Abdushukurova Marg'iyona Ikrom qizi.
Samarqand davlat pedagogika inistituti talabasi
Usmonova Sevinch Mirkomil qizi
Samarqand davlat pedagogika inistituti talabasi

Annotatsiya. Mazkur ilmiy ish kamalak forelining (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) morfobiologik xususiyatlari va oziqaviy sifat ko‘rsatkichlarining muhit hamda ozuqa omillariga bog‘liqlik mexanizmlarini yoritishga bag‘ishlangan. Ishda turning sistematik o‘rni, kelib chiqishi, tashqi morfologiyasi, ekotiplari va populyatsiya ichidagi morfologik xilma-xilligi batafsil tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: Kamalak foreli (*Oncorhynchus mykiss*), Morfobiologik xususiyatlar, Oziqaviy sifat ko‘rsatkichlari, Muhit omillari, Ozuqa omillari, Suv harorati, Erigan kislorod, Oqim tezligi, Genetik o‘zgaruvchanlik, Ekotip, Populyatsiyalararo morfologik farqlar, Lokal moslashuv, Adaptiv potensial, Geterozigotlilik, Oqsil miqdori, Yog‘ kislotalari tarkibi, Omega-3 yog‘ kislotalari, Energiya qiymati, Akvakultura, Intensiv yetishtirish.

Аннотация. Данная статья посвящена освещению механизмов зависимости морфобиологических особенностей и показателей пищевой ценности радужной форели (***Oncorhynchus mykiss*** Walbaum, 1792) от факторов среды и кормления. В работе подробно проанализированы систематическое положение вида, его происхождение, внешняя морфология, экологические формы (экотипы) и внутрипопуляционное морфологическое разнообразие.

Ключевые слова: Радужная форель (*Oncorhynchus mykiss*), морфобиологические особенности, показатели пищевой качества, факторы среды, кормовые факторы, температура воды, растворённый кислород, скорость течения, генетическая изменчивость, экотип, межпопуляционные морфологические различия, локальная адаптация, адаптивный потенциал, гетерозиготность, содержание белка,

жирнокислотный состав, омега-3 жирные кислоты, энергетическая ценность, аквакультура, интенсивное выращивание.

Annotation. This scientific work is devoted to elucidating the mechanisms of dependence of morphobiological characteristics and nutritional quality indicators of rainbow trout (***Oncorhynchus mykiss*** Walbaum, 1792) on environmental and feed factors. The paper provides a detailed analysis of the species' taxonomic position, origin, external morphology, ecotypes, and intrapopulation morphological diversity.

Keywords: Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), morphobiological characteristics, nutritional quality indicators, environmental factors, feed factors, water temperature, dissolved oxygen, flow velocity, genetic variability, ecotype, interpopulation morphological differences, local adaptation, adaptive potential, heterozygosity, protein content, fatty acid composition, omega-3 fatty acids, energy value, aquaculture, intensive rearing.

KIRISH. Kamalak foreli (Oncorhynchus mykiss Walbaum, 1792) losossimonlar (Salmonidae) oilasining Oncorhynchus avlodiga mansub bo‘lib, dunyo akvakulturasida eng keng tarqalgan sovuq suvli baliq turlaridan biridir. Turning tabiiy areali Shimoliy Amerikaning Tinch okeani sohillari, xususan, Alyaskadagi Kuskokwim daryosi havzasidan Kaliforniyadagi Otay daryosi havzasigacha bo‘lgan hududni qamrab oladi, shuningdek, Kamchatka yarim orolida ham mahalliy populyatsiyalari mavjud. Bugungi kunda bu tur dunyoning deyarli barcha qit’alariga introduksiya qilingan va sanoat miqyosida yetishtirilmoqda. Turning muhim biologik xususiyatlaridan biri uning anadrom va chuchuk suvli ekotiplarining mavjudligidir: anadrom shakli "steelhead" (po‘latbosh) deb atalib, dengizga chiqib oziqlanadi va chuchuk suvga uvildiriq tashlash uchun qaytadi, chuchuk suvli shakllari esa ko‘l va daryo ekotiplariga bo‘linadi. Kamalak forelining ahamiyati uning yuqori moslashuvchanlik potensiali, intensiv yetishtirishga yaroqliligi hamda go‘shtining yuqori oziqaviy qiymati bilan belgilanadi.

Kamalak forelining tashqi morfologiyasi o‘ziga xos xususiyatlarga ega. Uning tanasi cho‘ziq, biroz yon tomondan siqilgan bo‘lib, katta baliqlarda bu xususiyat yanada yaqqol namoyon bo‘ladi. Tanasi mayda tangachalar bilan qoplangan, maksimal uzunligi 122 sm ga, og‘irligi 25 kg ga yetishi mumkin, maksimal yoshi 11 yilni tashkil etadi. Bosh skeleti va o‘q skeleti suyakdan iborat bo‘lib, umurtqalar soni 60-66 tani tashkil etadi. Orqa suzgichi 4 tarmoqlanmagan va 10-12 tarmoqlangan nurlardan, anal suzgichi 3 tarmoqlanmagan va 6-12 tarmoqlangan nurlardan iborat. Orqa suzgich tananing o‘rta qismida joylashgan bo‘lib, mayda yog‘ suzgichi (adipose fin) mavjud — bu lososssimonlarga xos belgidir. Dum suzgichi sayoz chuqurchali shaklga ega. Rangi turning eng xarakterli belgilaridan biri hisoblanadi: tanasi kumushsimon yoki och tillarang bo‘lib, mayda qora dog‘lar bilan qoplangan, orqa va dum suzgichlari ham qora dog‘li. Tananing yon tomonida boshdan dum suzgichigacha davom etadigan keng binafsha-qizil rangli yo‘l mavjud — shu xususiyat tufayli tur "kamalak foreli" deb ataladi. Katta yoshli erkaklari odatda to‘q tus oladi, chavoqlarida esa tanasida 5-10 vertikal qora yo‘l (parr belgilari) kuzatiladi. Rangning o‘zgaruvchanligi turning yashash muhitiga, o‘lchamiga va jinsiy holatiga bog‘liq: daryo va urchish davridagi baliqlar to‘qroq, ranglari yanada intensiv bo‘lsa, ko‘l baliqlari ochroq, kumushsimon va yorqinroq bo‘ladi.

Kamalak foreli populyatsiyalari o‘rtasida sezilarli morfologik o‘zgaruvchanlik kuzatiladi, bu asosan yashash muhiti va oziqlanish xususiyatlari bilan bog‘liq. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, turli ekotiplarga mansub populyatsiyalar o‘rtasidagi morfologik farqlar, ular yagona muhit sharoitida o‘stirilganda ham saqlanib qoladi, bu esa bu farqlarning genetik asosga ega ekanligini ko‘rsatadi. Daryo populyatsiyalari ko‘l populyatsiyalariga nisbatan chuqurroq dum sopi va uzunroq suzgichlarga ega bo‘lib, bu xususiyatlar daryodagi oqimga qarshi harakatlanishga moslashuv natijasidir. Baliqxo‘r populyatsiyalar, ya’ni asosan boshqa baliqlar bilan oziqlanadigan populyatsiyalar boshqa ekotiplarga nisbatan kattaroq og‘iz va bosh uzunligiga ega, bu morfologik xususiyat yirik o‘ljalarni tutishga moslashish bilan bog‘liq. Mitti (headwater) populyatsiyalar deb ataladigan, kichik daryo boshlang‘ich qismlarida yashovchi, sharshara to‘siqlari bilan izolyatsiyalangan populyatsiyalar kichik bo‘yli (10-20 sm) bo‘lib, yetuklik davrida ham parr belgilarini saqlab qoladi. Anadrom shakl (steelhead) esa daryo va okean muhitlari o‘rtasida migratsiya qiladi va hayotiy siklining katta qismini (2-7 yil) daryolarda o‘tkazadi. Muhit tomonidan induksiyalangan morfologik o‘zgarishlar asosan og‘iz va bosh uzunligi hamda suzgichlar uzunligidagi o‘zgarishlar bilan bog‘liq. Populyatsiyalararo morfologik farqlarning aksariyati genetik asosga ega bo‘lib, lokal moslashuv xususiyatlarini aks ettiradi.

Patagoniyadagi Valcheta daryosi populyatsiyasi misolida issiq buloq suvlari bilan xarakterlanuvchi muhitga lokal moslashish yorqin namoyon bo‘ladi: bu populyatsiya sovuq suvli populyatsiyaga nisbatan erta jinsiy yetuklikka erishadi, qisqaroq maksimal uzunlikka ega, lekin yuqori o‘sish sur’ati ko‘rsatadi, shuningdek, tana shakli va fiziologik ko‘rsatkichlari (jigar va jinsiy bez indekslari, qon parametrlari) sezilarli farqlanadi. Bu misol turning iqlim o‘zgarishiga moslashish salohiyatini ko‘rsatadi. Kamalak forelining smoltifikatsiya (okeanga migratsiyaga tayyorgarlik) kabi murakkab fiziologik va morfologik o‘zgarishlari ham genetik asosga ega bo‘lib, bu jarayonda ko‘plab genlar va epigenetik omillar ishtirok etadi.

Suv harorati kamalak forelining morfobiologik ko‘rsatkichlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadigan eng muhim omillardan biridir. Kamalak foreli sovuq suvli baliq turi bo‘lib, optimal harorat oralig‘i 13-17°C atrofida hisoblanadi. Haroratning o‘zgarishi baliqning o‘sish sur’ati, metabolizm intensivligi va morfologik rivojlanishiga bevosita ta’sir qiladi. Harorat va genetik omillar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir murakkab bo‘lib, turli genetik chiziqlar harorat o‘zgarishiga turlicha morfologik va fiziologik javob qaytaradi. Suv harorati 14-18°C bo‘lgan sharoitlarda chavoqlarning o‘sishi eng intensiv kechadi, harorat 25°C dan yuqori bo‘lgan suv havzalarida forel yetishtirish tavsiya etilmaydi, chunki yuqori harorat stressga olib keladi va o‘lim ko‘rsatkichini oshiradi. Kislorod rejimi ham muhim omil hisoblanadi — kamalak foreli yashaydigan suv havzalarida erigan kislorod miqdori 7 mg/l dan kam bo‘lmasligi kerak, kislorod to‘yinganligi 80-100% atrofida bo‘lishi optimal hisoblanadi. Kislorod konsentratsiyasining pasayishi baliqlarning nafas olish faolligini oshiradi, oziq hazm qilish samaradorligini pasaytiradi va o‘sish sur’atiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Kislorod va harorat o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik juda muhim: yuqori haroratda suvning kislorod sig‘imi pasayadi, shuning uchun issiq davrlarda suv aylanishi va aeratsiyani kuchaytirish talab etiladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, suv harorati va kislorod rejimi baliq tanasining

morfometrik ko‘rsatkichlariga, jumladan, tana uzunligi va og‘irligi nisbati hamda semizlik koeffitsientiga bevosita ta’sir qiladi. Optimal sharoitlarda o‘stirilgan baliqlar gavdaliroq bo‘lib, tovar sifatlari yaxshi bo‘ladi.



Suv oqimi tezligi forel morfologiyasini shakllantiruvchi yana bir muhim omildir. Daryo populyatsiyalari ko‘l populyatsiyalariga nisbatan chuqurroq dum sopi va uzunroq suzgichlarga ega ekanligi, bu xususiyatlarning oqimga qarshi harakatlanishga moslashuv natijasi ekanligini ko‘rsatadi. Eksperimental tadqiqotlarda oqar suv va turg‘un suv sharoitlarida o‘stirilgan baliqlar o‘rtasida morfologik farqlar qayd etilgan: oqar suvda o‘stirilgan baliqlar turg‘un suvdagilarga nisbatan uzunroq suzgich va chuqurroq dum sopiga ega bo‘ladi. Bu farqlar qisman genetik asosga ega bo‘lsa-da, muhit tomonidan induksiyalangan o‘zgaruvchanlik ham muhim rol o‘ynaydi. Suv oqimi tezligining yana bir jihati — oziq qidirish faolligiga ta’siri: oqar suvda oziq moddalar yaxshi aralashadi va tarqaladi, bu esa baliqlarning oziqlanish faolligini oshiradi.

Suv sifati ko‘rsatkichlari, xususan, ammiak va pH darajasi ham baliq salomatligi va o‘sishiga ta’sir qiladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ammiak miqdori 0.02 mg/l dan past va pH 7.0-8.1 oralig‘ida bo‘lganda baliqlar normal o‘sadi. Suv sifati va zichlik omillarining birgalikdagi ta’siri muhim: yaxshi suv sifatida (kislorod 5.15 mg/l) 25 kg/m³ zichlikda boqilgan baliqlar eng yaxshi o‘sish ko‘rsatgan bo‘lsa, 120 kg/m³ zichlikda o‘sish sezilarli pasaygan. Shu bilan birga, suv sifati past bo‘lgan sharoitda baliqlarning semizlik koeffitsienti va fileto yog‘ miqdori yuqori bo‘lgan, ammo dorsal va pektoral suzgichlar uzunligi qisqaroq va eroziyaga uchragan.



Kamalak forelining oziqaviy sifati, jumladan, go‘shtining kimyoviy tarkibi ozuqa tarkibiga bevosita bog‘liq. Zamonaviy akvakulturada forel yetishtirish uchun turli xil ozuqa tarkiblari ishlab chiqilgan bo‘lib, ular asosan oqsil va yog‘ miqdori bilan farqlanadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, kamalak foreli go‘shti yuqori sifatli oqsil manbai hisoblanadi — baliq go‘shti tarkibidagi aminokislotalar balanslangan bo‘lib, ular yuqori biologik qiymatga ega. Ozuqa tarkibidagi oqsil miqdori 44-49% atrofida bo‘lganda optimal o‘sish va go‘sht sifati ta’minlanadi. Ozuqa tarkibidagi yog‘ miqdori (odatda 13-17%) go‘shtning energiya qiymati va yog‘ kislotalari tarkibiga ta’sir qiladi — baliq go‘shtining 1 kg da 1200-1400 kkal energiya mavjudligi uning ozuqaviy qiymatini belgilaydi. Turli ozuqa tarkiblari o‘rtasida sezilarli farqlar mavjud: oqsil miqdori 437 g/kg dan 601 g/kg gacha, yog‘ miqdori 45 g/kg dan 175 g/kg gacha o‘zgarishi mumkin. Ozuqa tarkibidagi uglevodlar miqdori ham farqlanadi — ba’zi ozuqalarda uglevodlar 1% dan kam bo‘lsa, boshqalarida 30% gacha yetishi mumkin. Balanslangan ozuqa tarkibi (oqsil 44-49%, yog‘ 13-17%) baliqning optimal o‘sishi va sog‘lig‘ini ta’minlaydi.

O‘zbekistonning Toshkent (Yuqori Chirchiq, Bo‘stonliq tumanlari) va Namangan viloyatlarida kamalak forelini basseyn va qafas usulida yetishtirish bo‘yicha tajribalar o‘tkazilgan. Chorvoq suv omboridagi baliqchilik xo‘jaliklarida qafas usulida intensiv yetishtirish sharoitida chavoqlar tuxum sariqligi yo‘qolganidan so‘ng inkubatsiya apparatlaridan basseynlarga o‘tkaziladi. Suv harorati 14-18°C, kislorod miqdori 7 mg/l dan kam bo‘lmasligi talab qilinadi. Ko‘chirish tig‘izligi tana massasiga qarab belgilanadi: massasi 1 g gacha bo‘lgan chavoqlar 10 ming dona/m² suv sathi (0,4 m chuqurlikda) — bu 25 ming dona/m³ ni tashkil qiladi. Suv sarfi mingta yosh baliqchalarga 3-5 l/min miqdorida belgilanadi . Namangan viloyati sharoitida sanoat ozuqalaridan foydalanish ijobiy ko‘rsatkichlarni bergan bo‘lsa-da, suvning loyqaligi, harorat rejimi, basseynlarda suv almashinuvi va oziqlanish rejimining buzilishi kabi omillar mahsuldorlikka ta’sir qiladi. O‘zbekiston — iliq suvli baliqchilik mintaqasida joylashgan bo‘lsa-da, Orol dengizi

havzasidagi baland tog‘ tizmalarining mavjudligi respublikaning ba’zi hududlarida kamalak forelini yetishtirish imkonini beradi .

Kamalak forelining morfobiologik xususiyatlari muhit omillari (harorat, kislorod, oqim tezligi, suv sifati) va genetik omillar ta’sirida shakllanadi . Populyatsiyalar o‘rtasidagi morfologik farqlar (dum sopi chuqurligi, suzgich uzunligi, og‘iz va bosh o‘lchamlari) asosan genetik asosga ega bo‘lib, lokal moslashuv mahsulidir . Suv harorati (optimal 13-17°C), erigan kislorod miqdori (≥7 mg/l, to‘yinganlik 80-100%) va oqim tezligi baliqning o‘sish sur’ati, tana nisbatlari va umumiy morfologiyasiga ta’sir qiladi . Oqar suv sharoitida o‘stirilgan baliqlar turg‘un suvdagilarga nisbatan oqimga moslashgan morfologik xususiyatlarga ega bo‘ladi. Ozuqa tarkibi (oqsil 44-49%, yog‘ 13-17%) kamalak foreli go‘shtining kimyoviy tarkibi va ozuqaviy qiymatini belgilaydi Baliq go‘shti yuqori biologik qiymatli oqsil va energiya manbai hisoblanadi (1200-1400 kkal/kg) Suv sifati (ammiak <0.02 mg/l, pH 7.0-8.1) va zichlik omillari baliq salomatligi va o‘sishiga sezilarli ta’sir qiladi O‘zbekiston sharoitida (Toshkent va Namangan viloyatlari) kamalak forelini basseyn va qafas usulida yetishtirish tajribalari ijobiy natijalar ko‘rsatmoqda Tog‘li hududlardagi sovuq suv manbalari va sanoat ozuqalaridan foydalanish respublikada ushbu qimmatbaho baliq turini yetishtirish istiqbollarini belgilaydi. Kamalak forelining ekologik plastikligi, genetik xilma-xilligi va ozuqa tarkibiga bo‘lgan munosabati uni akvakultura uchun qimmatli ob’ektga aylantiradi, biroq muvaffaqiyatli yetishtirish uchun suv muhiti parametrlarini (harorat, kislorod, oqim, pH, ammiak) doimiy nazorat qilish va sifatli, balanslangan ozuqalardan foydalanish talab etiladi

Xulosa. Kamalak forelini muvaffaqiyatli yetishtirish uchun suv muhiti parametrlarini (harorat, kislorod, oqim tezligi, pH, ammiak) doimiy nazorat qilish va sifatli, balanslangan ozuqalardan foydalanish zarur. Shu bilan birga, turning genetik xilma-xilligini saqlash va mahalliy iqlim sharoitlariga moslashgan zotlar yaratish istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi. O‘zbekistonning tog‘li hududlarida mavjud bo‘lgan sovuq suv resurslaridan samarali foydalanish, sanoat ozuqalarini to‘g‘ri tanlash va muhit omillarini optimallashtirish orqali kamalak forelini yetishtirish hajmini oshirish va aholini sifatli, ekologik toza baliq mahsuloti bilan ta’minlash mumkin:

Biologik xavfsizlik choralari (Biosecurity) Biologik xavfsizlik choralari kasalliklarning xo'jalikka kirishi va tarqalishini oldini olishga qaratilgan. Peru va Kolumbiyadagi forel fermalarida o'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ko'plab xo'jaliklarda biologik xavfsizlik choralari yetarli darajada qo'llanilmaydi. Asosiy muammolar: sertifikatlangan sog'lom baliqlarni xarid qilmaslik, karantin qoidalariga rioya qilmaslik, asbob-uskunalarni dezinfeksiya qilmaslik, shaxsiy gigiyena va transport vositalarini dezinfeksiya qilish talablarini buzishdir.

Biologik xavfsizlikning asosiy qoidalari:

1. **Sertifikatlangan manbalardan xarid qilish** — baliq va tuxumlar faqat sog'lom, sertifikatlangan baliq xo'jaliklaridan olinishi kerak. Ilova qilingan hujjat (sog'liq sertifikati) talab qilinadi.

2. **Karantin** — yangi kelgan baliqlar asosiy populyatsiyaga qo'shilishdan oldin karantinda saqlanishi va kasallik belgilari kuzatilishi lozim.

3. **"Toza-kir" (all-in/all-out) tamoyili** — turli partiyadagi baliqlarni aralashtirmaslik, barcha baliqlarni bir vaqtda o'stirish va bir vaqtda bo'shatish tavsiya etiladi.

4. **Asbob-uskunalarni dezinfeksiya qilish** — har bir basseyn yoki qafas uchun alohida asbob-uskunalardan foydalanish, yoki foydalanilgandan keyin ularni dezinfeksiya qilish zarur.

5. **Kirishni cheklash** — begona shaxslar va transport vositalarining xo'jalik hududiga kirishini cheklash, xodimlar va tashrif buyuruvchilar uchun dezinfeksiya to'siqlari o'rnatish.

6. **Zararkunandalarga qarshi kurash** — suv qushlari, kemiruvchilar va boshqa hayvonlarning xo'jalikka kirishini oldini olish.

7. **Laboratoriya diagnostikasi** — muntazam ravishda baliqlarni klinik ko'rikdan o'tkazish, o'lik baliqlarni nekropsiya qilish va kasallik belgilari aniqlanganda laboratoriya tahlillarini o'tkazish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1.Ummatova M.E., Yusupov D.F. Kamalak gulbaliq – (*Oncorhynchus mykiss*)ning akvakultura ob’ekti sifatidagi xususiyatlari // Oriens. – 2023. – B. 113-117.

2.Keeley E.R., Parkinson E.A., Taylor E.B. The origins of ecotypic variation of rainbow trout: a test of environmental vs. genetically based differences in morphology // Journal of Evolutionary Biology. – 2007. – Vol. 20. – P. 725-736.

3.Kaushik S.J., Cravedi J.P., Lalles J.P., Sumpter J., Fauconneau B., Laroche M. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* // Aquaculture. – 1995. – Vol. 133. – P. 257-274.

4.Simakov Y.G., Ponomarev A.K., Nikiforov-Nikishin D.L., Kochetkov N.I. Histological examination of the young *Oncorhynchus mykiss* intestines using the feed with chelated and probiotic supplements // Brazilian Journal of Biology. – 2024. – Vol. 84.

5.Evaluation of innate immune parameters and intestinal morphology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792), fed ascorbic acid and flavonoids after exogenous glucocorticoids application // Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. – 2014. – DOI: 10.11606/T.42.2014.tde-12032015-165629