

PROPİLEN OLİQOMERİ REAGENTLƏRİNİN TƏSİRİNDƏN KÜTÜM BALIĞININ (RUTILUS FRISIİ KUTUM) TOXUMALARINDA FİZİOLOJİ-BİOKİMYƏVİ GÖSTƏRİCİLƏRİNİN DƏYİŞMƏSİ

Bəxtiyar ALLAHVERDİYEV¹ , İranə QƏLƏNDƏRLİ¹ , Vəfa YAQUBOVA² , İlhamə KƏRİMOVA² 

¹ Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Canlı Sistemlərin Tədqiqi İnstitutu.P.H.Ş., Bakı, Azərbaycan

² Azərbaycan Tibb Universiteti, Bakı, Azərbaycan

*Yazışılan müəllif: irana900@mail.ru

NƏŞR TARİXİ:

Qəbul edilmə tarixi:

28.07.2026

Nəşr edilmə tarixi:

28.09.2026

AÇAR SÖZLƏR:

toksiki,amin
turşuları, əzələ,
propilen oliqomeri,
balıq körpələri,
kütüm

XÜLASƏ

Tədqiqatların nəticələri göstərmişdir ki, hidrogenləşdirilmiş propilen oliqomeri (HPO) suyun 40–45 mq/l konsentrasiyalarında kəskin toksik təsiri nəticəsində Kütüm (Rutilus frisii kutum) körpələri 28-35 saat müddətində məhv olurlar. İlk propilen oliqomeri (İPO) üçün isə 14–17 mq/l doza kəskin toksik hesab edilmiş və bu halda kütüm körpələri 20–24 saat ərzində tələf olmuşdur. Əldə edilmiş nəticələrin təhlili göstərmişdir ki, Kütüm körpələri üçün propilen oliqomeri reagentlərinin xroniki konsentrasiyalarında (HPO üçün — 0,05–0,5 mq/l su, İPO üçün isə — 0,01–0,5 mq/l su) . balıq körpələrinin ölüm faizi nəzarət qrupu ilə müqayisədə əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənməyə də, balıqların bəzi fizioloji-biokimyəvi göstəricilərinə ciddi dəyişikliklər müşahidə olunmuşdur. Propilen oliqomeri reagentlərinin konsentrasiyasından asılı olaraq kütüm körpələrində (HPO-nun 0,05; 0,1 və 0,5 mq/l su) əzələ toxumasında sərbəst amin turşularının ümumi miqdarının, əvəzolunmaz və əvəz olunan amin turşularının, həmçinin ümumi zülalın miqdarında azalma baş vermişdir. HPO-nun 0,5 mq/l su konsentrasiyasında əzələ toxumasında sərbəst amin turşularının ümumi miqdarı 36%, əvəzolunmaz amin turşularının miqdarı 46%, əvəz olunan amin turşularının miqdarı 43% və ümumi zülalın miqdarı 47 % azalmışdır. İPO-nun 0,01; 0,05; 0,1 və 0,5 mq/l su dozalarının təsiri zamanı Kütüm körpələrinin əzələ toxumasında sərbəst amin turşularının və ümumi zülalın miqdarında əhəmiyyətli dəyişikliklər müşahidə edilmişdir. İPO-nun maksimal xroniki dozasında (0,5 mq/l) kütümün əzələ toxumasında sərbəst amin turşularının ümumi miqdarı 37%, əvəzolunmaz amin turşularının miqdarı 39%, əvəz olunan amin turşularının miqdarı 33%, ümumi zülalın miqdarı isə 42% azalmışdır. Hər iki halda — həm HPO, həm də İPO tətbiq edildikdə — taurin səviyyəsində əhəmiyyətli dəyişiklik müşahidə edilməmişdir.

GİRİŞ

Neft-kimya sənayesi tullantılarının akvaturaya və Xəzər dənizinin endemik növü olan nərəkimilərə göstərdiyi ekotoksikoloji təsirləri xarakterizə edir. Propilen oliqomerləri və onların əsasında sintez edilən reagentlər su mühitinə düşdükdə balıqların qan, qaraciyər, qəlsəmə və əzələ toxumalarında ciddi patoloji və funksional dəyişikliklərə səbəb olur.

Su hövzələrinin kimyəvi çirklənmə dərəcəsini və toksikoloji gərginliyi müəyyən edən ən mühüm indikatorlardan biridir. Propilen oliqomerləri və onların əsasında alınan sintetik səthi-aktiv maddələr (reagentlər) balıq orqanizminə daxil olduqda maddələr mübadiləsini, tənəffüs funksiyasını və fermentativ aktivliyi dərinədən pozur.

Bu reagentlərin sazanın müxtəlif orqan və sistemlərinə göstərdiyi fizioloji-biokimyəvi təsirlərin əsas istiqamətləri aşağıdakılardır. Hematoloji (qan) göstəricilərinin dəyişməsi (eritrositlərin və hemoqlobinin azalması), leykositlərin artması (leykositoz, eritrositlərin çökmə sürətinin (EÇS) sürətlənməsi). biokimyəvi və fermentativ dəyişikliklər (antioksidant müdafiə sisteminin cavabı, tənəffüs və enerji mübadiləsi (qəlsəmə toksikologiyası) və adaptasiya və davranış dəyişikliklərinə səbəb olur

Fizioloji və biokimyəvi səviyyədə baş verən bu dərin pozuntular kütüm balığının ümumi funksional vəziyyətində özünü büruzə verir: balıqların hərəkət aktivliyi və qidalanma refleksi zəifləyir, xarici qıcıqlandırıcılara qarşı cavab reaksiyaları ləngiyir, hövzədə oksigen azlığına və temperatur dəyişikliklərinə qarşı ümumi rezistentlik (dözümlülük) aşağı düşür. (Zabytivskyi, 2025) Xülasə olaraq, propilen oliqomeri reagentlərinin nərə balığına təsiri patoloji xarakter daşıyır. Bu

maddələrin su mühitindəki konsentrasiyası artdıqca balıqların homeostazı (daxili mühit sabitliyi) pozulur, immun statusu aşağı düşür və bu, populyasiya səviyyəsində kütləvi məhv olma və ya nəsilartırma qabiliyyətinin itirilməsi ilə nəticələnə bilər.. (Zabytivskyi, 2025) Nəbə balığı orqanizmi erkən ontogenez dövründə əhəmiyyətli dərəcədə mərhələli fizioloji, biokimyəvi və morfoloji dəyişikliklərə məruz qalır ki, bu da onu ətraf mühit amillərinə xüsusilə həssas edir (Zoltowska, 1999; Williot, 2018). Bu balıq növlərinin təkrar dövriyyəli akvakultura sistemlərində (RAS) becərilməsinin intensivləşməsi yüksək ehtiyat sıxlığı, suda biogen birləşmələrin artan konsentrasiyası, süni yemlər və bakterial presləmə daxil olmaqla xeyli sayda stress faktoru ilə müşayiət olunur (Kamaszewski, 2014). Balıq cavanlarının sağlamlığını yaxşılaşdırmaq və böyümə proseslərinin canlılığını və səmərəliliyini artırmaq üçün probiotik məhsullardan istifadə olunur (El-Saadony, 2021; Arun, 2023). Probiotiklər patogen və fərsətçi bakteriyalara qarşı antimikrob aktivliyi, immunomodulyator və iltihab əleyhinə funksiyaları, eləcə də sahib orqanizmin bağırsaq hərəkətliyinə və həzm proseslərinə təsir etmək qabiliyyəti ilə xarakterizə olunur (Kuebutornye, 2019).

Propilen oliqomeri reagentlərinin subetal və letal konsentrasiyaları nəbə balıqlarında dərin metabolik disfunksiya, qaraciyər distrofiyası və ümumi immundefisit yaradır. Bu cür toksikoloji tədqiqatlar, Xəzər dənizinin neft sənayesi tullantıları ilə çirklənmə dərəcəsini və akvaturada nəbə ehtiyatlarının qorunması üçün ekoloji normativlərin (YVK - yolverilən qatılıq həddi) müəyyən edilməsində əsas meyar rolunu oynayır.

Suya çox miqdarda daxil olan biogen elementləri su mühitinin əsas çirkləndiricilərindən biridir. Onlar həm su anbarının evtrofikləşməsinə, həm də toksin kimi çıxış edərək körpə balıqların həyat qabiliyyətinin azalmasına səbəb olur.

propilen oliqomer reagentləri adətən sintetik mayelər, sürtkü yağları və ya kimyəvi əlavələr kimi istifadə olunur, həm sistem fiziologiyasını, həm də daxili qan biokimyasını dəyişdirən fərqli toksikoloji stresslərə səbəb olur. Kütüm balığı yüksək həssas selikli qışa və metabolik sistemlərə malik qədim, yüksək böyüyən balıqlar olduğundan, bu kimyəvi maddələr balığın hüceyrə homeostatik mexanizmlərini pozan ölümcül olmayan stressorlar kimi çıxış edir.

Propilen oliqomeri reagentləri dəniz hasilatında piezokosların doldurucuları və yağ əlavələri kimi istifadə olunur. Neft mədənlərində baş verən qəza hallarında bu reagentlər sürətlə su mühitinə daxil olaraq hidrobiontlara toksik təsir göstərə bilər. Bununla yanaşı, son dövrlərə qədər propilen oliqomerinin su orqanizmlərinə, o cümlədən balıqlara təsiri kifayət qədər öyrənilməmişdir.

Yuxarıda qeyd olunanlarla əlaqədar olaraq, bu reagentlərin kütüm körpələrinin fizioloji-biokimyəvi vəziyyətinə təsir mexanizmini öyrənmək məqsədilə tədqiqat aparılmışdır (Babko, 1962; Blyum, 1988; Gavenauskayte, 1991; Cabbarov, 2000) Xüsusilə, hazırkı tədqiqatın konkret məqsədi suyun propilen oliqomeri reagentləri ilə çirklənməsi şəraitində balıq orqanizminin adaptiv mexanizmlərinin həyata keçirilməsində sərbəst amin turşularının iştirak dərəcəsini müəyyən etmək olmuşdur.

MATERIAL VƏ METODLAR

Tədqiqat obyektini kimi sazan körpələri istifadə edilmişdir. Təcrübələr Neftçala şəhərində yerləşən Kür Təcrübə Nəbə Balıqartırma Zavodunda və Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Canlı Sistemlərin Tədqiqi İnstitutunda aparılmışdır.

Sərbəst amin turşularının, həmçinin zülal və peptidlərin hidroliz məhsullarının keyfiyyət və kəmiyyət analizini həyata keçirən yüksək dəqiqlikli laboratoriya cihazı klassik Şpekman, Mur və Şteyn (Spackman-Moore-Stein) üsulunun müasir texnologiyalarla təkmilləşdirilmiş formasına əsaslanan AAA-881 markalı avtomatik amin turşusu analizatorunun köməyi ilə müəyyən olunmuşdur və öyrənilmişdir.

Məlumatların statistik işlənməsi Fişer–Stüdent kiçik seçmələr üsulu ilə aparılmışdır (Gubler, 1973; Asatiyani, 1965).

NƏTİCƏLƏRİN MÜZAKİRƏSİ

Tədqiqat nəticələri göstərmişdir ki, hidrogenləşdirilmiş propilen oliqomeri (HPO) suyun 40–45 mq/l konsentrasiyalarında kəskin toksik təsir göstərir. Bu konsentrasiyalarda kütüm körpələri 28–35 saat ərzində məhv olurdu. İlk propilen oliqomeri (İPO) üçün isə 12–14 mq/l doza kəskin toksik hesab edilmiş və bu halda kütüm körpələri 18–24 saat ərzində tələf olmuşdur.

Əldə edilmiş nəticələrin təhlili göstərmişdir ki, kütüm körpələri üçün propilen oliqomeri reagentlərinin xroniki konsentrasiyaları aşağıdakılardır: HPO üçün — 0,05–0,5 mq/l su, İPO üçün isə — 0,01–0,5 mq/l su. Bu konsentrasiyalarda təcrübələr zamanı balıq körpələrinin ölüm faizi nəzarət qrupu ilə müqayisədə əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənməsə də, balıqların bəzi fizioloji-biokimyəvi göstəricilərində ciddi dəyişikliklər müşahidə olunmuşdur. Kütüm körpələrində propilen oliqomeri reagentlərinin konsentrasiyasından asılı olaraq amin turşusu statusunda və əzələ və qaraciyər toxumalarında ümumi zülalın miqdarında müəyyən dəyişikliklər müşahidə edilmişdir. HPO-nun 0,05; 0,1 və 0,5 mq/l su konsentrasiyalarında əzələ toxumasında sərbəst amin turşularının ümumi miqdarının, əvəzolunmaz və əvəz olunan amin turşularının, həmçinin ümumi zülalın azalması müşahidə edilmişdir. HPO-nun 0,5 mq/l su konsentrasiyasında əzələ toxumasında sərbəst amin turşularının ümumi miqdarı 27%, əvəzolunmaz amin turşularının miqdarı 51%, əvəz olunan amin turşularının miqdarı 42% və ümumi zülalın miqdarı 49% azalmışdır. Bu zaman ayrı-ayrı sərbəst amin turşularının onların ümumi miqdarındakı payının azalması aşağıdakı kimi olmuşdur: asparagin turşusu — 58% ($1,65 \pm 0,08$ -dən $1,30 \pm 0,02$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,01$), qlutamin turşusu — 38% ($1,90 \pm 0,15$ -dən $1,22 \pm 0,12$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,05$), qlisin — 43% ($1,55 \pm 0,13$ -dən $0,92 \pm 0,07$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,01$), metionin — 40% ($0,75 \pm 0,07$ -dən $0,30 \pm 0,02$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,001$) və arginin — 39% ($1,20 \pm 0,14$ -dən $0,78 \pm 0,06$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,05$) (cədvəl).

İPO-nun 0,01; 0,05; 0,1 və 0,5 mq/l su dozalarının təsiri zamanı kütüm körpələrinin əzələ toxumasında sərbəst amin turşularının və ümumi zülalın miqdarında əhəmiyyətli dəyişikliklər müşahidə edilmişdir. İPO-nun maksimal xroniki dozasında (0,5 mq/l) sazanın əzələ toxumasında sərbəst amin turşularının ümumi miqdarı 36%, əvəzolunmaz amin turşularının miqdarı 46%, əvəz olunan amin turşularının miqdarı 43%, ümumi zülalın miqdarı isə 47% azalmışdır. Ən əhəmiyyətli azalma qlutamin turşusunda — 38% ($1,96 \pm 0,12$ -dən $1,45 \pm 0,09$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,01$), qlisində — 44% ($1,78 \pm 0,12$ -dən $1,07 \pm 0,10$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,01$), valində — 38% ($0,68 \pm 0,07$ -dən $0,44 \pm 0,03$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,05$) müşahidə olunmuşdur. Hər iki halda — həm HPO, həm də İPO tətbiq edildikdə — taurin səviyyəsində əhəmiyyətli dəyişiklik müşahidə edilməmişdir. HPO-nun minimal dozalarında (0,001–0,01 mq/l) və İPO-nun 0,01 mq/l dozasında kütümün əzələ toxumasında sərbəst amin turşularının və ümumi zülalın miqdarı nəzarət qrupu ilə müqayisədə statistik cəhətdən qeyri-dəqiq fərqlər çərçivəsində dəyişmişdir.

Kütümün qaraciyər toxumasında bəzi propilen oliqomeri reagentlərinin sərbəst amin turşularının və ümumi zülalın miqdarına təsiri haqqında məlumatlar aşağıda təqdim olunur.

HPO-nun 0,05; 0,1 və 0,5 mq/l konsentrasiyalarında sərbəst amin turşularının ümumi miqdarı 28%, əvəzolunmaz amin turşularının miqdarı 25%, əvəz olunan amin turşularının miqdarı 30%, ümumi zülalın miqdarı isə 38% azalmışdır. Ayrı-ayrı sərbəst amin turşuları arasında ən əhəmiyyətli azalma qlutamin turşusunda — 65% ($1,90 \pm 0,15$ -dən $0,88 \pm 0,07$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,001$), qlisində — 45% ($1,50 \pm 0,11$ -dən $0,90 \pm 0,08$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,01$), alanində — 48% ($2,15 \pm 0,17$ -dən $1,23 \pm 0,09$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,01$), izoleysində — 39% ($1,10 \pm 0,08$ -dən $0,71 \pm 0,05$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,01$), metionində — 48% ($0,69 \pm 0,08$ -dən $0,54 \pm 0,03$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,01$) müşahidə olunmuşdur.

İlkin propilen oliqomeri 0,01; 0,05; 0,1 və 0,5 mq/l su konsentrasiyalarında kütümün qaraciyər toxumasında bəzi sərbəst amin turşularının və ümumi zülalın səviyyəsini aşağı salır. İPO-nun 0,5 mq/l su dozasında aşağıdakı göstəricilərin azalması müşahidə edilmişdir: sərbəst amin turşularının ümumi miqdarı — 37%, əvəzolunmaz amin turşularının miqdarı — 39%, əvəz olunan amin turşularının miqdarı — 33% və ümumi zülalın miqdarı — 42%. Bu zaman ən əhəmiyyətli azalma asparagin turşusunda — 38% ($1,38 \pm 0,11$ -dən $0,90 \pm 0,07$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,05$), qlutamin turşusunda — 47% ($2,15 \pm 0,15$ -dən $0,90 \pm 0,07$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,01$),

qlisində — 45% ($1,50 \pm 0,12$ -dən $0,83 \pm 0,05$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,01$), alanində — 37% ($2,20 \pm 0,18$ -dən $1,48 \pm 0,12$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,05$), metionində — 47% ($0,95 \pm 0,09$ -dən $0,57 \pm 0,06$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,05$), leysində — 36% ($1,40 \pm 0,10$ -dən $0,95 \pm 0,06$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,01$), fenilalanində — 41% ($0,75 \pm 0,08$ -dən $0,48 \pm 0,03$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,05$), arginində — 48% ($1,60 \pm 0,11$ -dən $0,90 \pm 0,08$ mkmol/q yaş toxumaya qədər, $P < 0,01$) qeydə alınmışdır.

Cədvəl. Kütümün əzələ toxumasında sərbəst amin turşularının və ümumi zülalın miqdarına bəzi propilen oliqomeri reagentlərinin təsiri (təcrübələrin ekspozisiyası — 10 sutka, suyun temperaturu — $22-25^{\circ}\text{C}$, $n=4$, $M \pm m$)

Reagent, mq/l	Sərbəst amin turşularının cəmi	Əvəzolunmaz amin turşuları	Əvəz olunan amin turşuları	Ümumi zülal, q %
HPO nəzarət	$12,30 \pm 0,24$	$5,10 \pm 0,28$	$7,20 \pm 0,36$	$6,00 \pm 0,34$
0,001	$12,35 \pm 0,60$ $P > 0,05$	$5,25 \pm 0,41$ $P > 0,05$	$7,15 \pm 0,26$ $P > 0,05$	$6,45 \pm 0,60$ $P > 0,05$
0,01	$12,37 \pm 0,40$ $P > 0,05$	$5,25 \pm 0,32$ $P > 0,05$	$7,25 \pm 0,35$ $P > 0,05$	$6,30 \pm 0,53$ $P > 0,05$
0,05	$10,90 \pm 0,18$ $P < 0,001$	$4,75 \pm 0,25$ $P < 0,05$	$5,90 \pm 0,21$ $P < 0,01$	$5,20 \pm 0,19$ $P < 0,05$
0,1	$10,20 \pm 0,21$ $P < 0,001$	$4,80 \pm 0,015$ $P < 0,01$	$6,95 \pm 0,15$ $P > 0,05$	$3,60 \pm 0,25$ $P < 0,001$
0,5	$10,0 \pm 0,17$ $P < 0,001$	$3,00 \pm 0,20$ $P < 0,001$	$4,65 \pm 0,1$ $P < 0,001$	$3,65 \pm 0,18$ $P < 0,001$
İPO Nəzarət	$12,10 \pm 0,28$	$5,50 \pm 0,21$	$7,20 \pm 0,24$	$6,10 \pm 0,28$
0,001	$12,05 \pm 0,55$ $P > 0,05$	$5,80 \pm 0,39$ $P > 0,05$	$7,10 \pm 0,36$ $P > 0,05$	$6,25 \pm 0,48$ $P > 0,05$
0,01	$11,30 \pm 0,25$ $P > 0,05$	$4,60 \pm 0,19$ $P < 0,01$	$7,30 \pm 0,18$ $P > 0,05$	$5,40 \pm 0,29$ $P < 0,05$
0,05	$10,05 \pm 0,12$ $P < 0,001$	$4,20 \pm 0,07$ $P < 0,01$	$6,85 \pm 0,08$ $P < 0,05$	$3,60 \pm 0,15$ $P < 0,001$
0,1	$9,70 \pm 0,20$ $P < 0,001$	$3,80 \pm 0,12$ $P < 0,001$	$5,05 \pm 0,10$ $P < 0,001$	$3,55 \pm 0,12$ $P < 0,001$
0,5	$9,25 \pm 0,23$ $P < 0,001$	$2,90 \pm 0,13$ $P < 0,001$	$5,00 \pm 0,09$ $P < 0,001$	$2,70 \pm 0,15$ $P < 0,001$

Bununla yanaşı, taurin və digər amin turşularının miqdarında əhəmiyyətli dəyişiklik müşahidə edilməmişdir. HPO-nun minimal konsentrasiyalarında (0,001 və 0,01 mq/l) və İPO-nun 0,001 mq/l

konsentrasiyasında kütümün qaraciyər toxumasında amin turşusu statusu və ümumi zülalın miqdarı əhəmiyyətli dərəcədə dəyişməmişdir.

NƏTİCƏ

1. Propilen oliqomeri reagentlərinin su hövzələrinə daxil olması zamanı kütüm balıqlarında ən yüksək reaksiyanı asparagin və qlutamin turşuları, qlisin, alanin, treonin, metionin, valin, β -alanin, izoleysin, leysin, fenilalanin, histidin və arginin göstərir; bu amin turşularının səviyyəsi əhəmiyyətli dərəcədə azalır.

2. HPO (0,05 mq/l və daha yüksək) və İPO (0,01 mq/l və daha yüksək) xroniki konsentrasiyalarda kütümün əzələ və qaraciyər toxumalarında sərbəst amin turşularının və ümumi zülalın miqdarının əhəmiyyətli dərəcədə azalmasına səbəb olur ki, bu da balıq orqanizmində zülal sintezinin pozulmasını göstərə bilər.

3. Hər iki halda həm HPO, həm də İPO birlikdə tətbiq edildikdə taurin səviyyəsində əhəmiyyətli dərəcədə dəyişiklik müşahidə edilməmişdir.

ƏDƏBİYYAT

- Arun, D., Midhun, S. J., Sheeja, C. C., Maurya, A. K., & Divya, L. (2023). Probiotics and prebiotics in aquaculture. In *Recent advances in aquaculture microbial technology* (pp. 209–226). Elsevier.
- Asatiyani, N. S. (1965). Biokimyəvi fotometriyanın yeni metodları. *Nauka*.
- Babko, A. K., & Lutokhina, N. V. (1962). [Mənbənin adı təqdim olunan faylda tam göstərilməyib]. *Journal of Analytical Chemistry*, 17(4), 416.
- Blyum, Y. B., Kalvinim, İ. Y., Kuqerenko, N. E., & Aukeviç, E. Y. (1988). Kvaternin təsiri ilə DNT-nin replikativ və reparativ sintezinin intensivliyinin stimullaşdırılması. *Ukrayna Biokimya Jurnalı*, 60(6), 19–23.
- Cabbarov, M. İ. (2000). Ontogenezdə Xəzər şipinin fizioloji-biokimyəvi statusunun formalaşması. In *Balıqların ekoloji fiziologiyası və biokimyası* (Cild 1, s. 81–83). Yaroslavl.
- El-Saadony, M. T., Alagawany, M., Patra, A. K., Kar, I., Tiwari, R., Dawood, M. A. O., Dhama, K., & Abdel-Latif, H. M. R. (2021). The functionality of probiotics in aquaculture: An overview. *Fish & Shellfish Immunology*, 117, 36–52. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.07.007>
- Gavenauskayte, G. L. (1991). Neft çirklənməsinin *Blennius sanguinolentus* növünün kürülərinin və sürfələrinin inkişafına təsiri. In *Balıqların erkən ontogenezi üzrə V Ümumittifaq konfransının tezisləri* (s. 156–157). Astraxan.
- Gubler, E. B., & Genkin, A. A. (1973). Применение непараметрических критериев статистики. *Meditina*.
- Kamaszewski, M., Ostaszewska, T., Prusińska, M., Kolman, R., Chojnacki, M., Zabytivskij, J., Jankowska, B., & Kasprzak, R. (2014). Effects of *Artemia* sp. enrichment with essential fatty acids on functional and morphological aspects of the digestive system in *Acipenser gueldenstaedtii* larvae. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14(4), 929–938. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v14_4_12
- Kuebutornye, F. K., Abarike, E. D., & Lu, Y. (2019). A review on the application of *Bacillus* as probiotics in aquaculture. *Fish & Shellfish Immunology*, 87, 820–828.
- Williot, P., Nonnotte, G., Vizziano-Cantonnet, D., & Chebanov, M. S. (Eds.). (2018). *The Siberian sturgeon (Acipenser baerii Brandt, 1869): Volume 1—Biology*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-61664-3>
- Zabytivskiy, Y., Koryliak, M., Bernakevych, O., Vishchur, O., Solovodzinska, I., Symon, M., Momut, V., & Savchuk, L. (2025). The effect of Sviteco PWC probiotic product on growth, physiological and biochemical status and non-specific resistance of sturgeon fish juveniles. *AACL Bioflux*, 18(1), 466–476. <https://bioflux.com.ro/docs/2025.466-476.pdf>

Zoltowska, K., Kolman, R., Lopienska-Biernat, E., & Kolman, H. (1999). Activity of digestive enzymes in Siberian sturgeon juveniles (*Acipenser baeri*): A preliminary study. *Archives of Polish Fisheries*, 7(1), 201–211.

ABSTRACT

CHANGES IN PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS IN THE TISSUES OF KUTUM FISH (*RUTILUS FRISII KUTUM*) UNDER THE INFLUENCE OF PROPYLENE OLIGOMER REAGENTS

Bakhtiyar Allahverdiyev¹, Irana Qalandarli¹, Vafa Yagubova², Ilhama Karimova²

¹ *Institute for the Study of Living Systems, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, P.H.Sh., Baku, Azerbaijan*

² *Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan*

The results of the studies showed that, as a result of the acute toxic effect of hydrogenated propylene oligomer (HPO) at concentrations of 40–45 mg/L in water, kutum (*Rutilus frisii kutum*) fry died within 28–35 hours. For the initial propylene oligomer (IPO), a concentration of 14–17 mg/L was considered acutely toxic, resulting in the death of kutum fry within 20–24 hours. Analysis of the obtained results showed that, at chronic concentrations of propylene oligomer reagents (0.05–0.5 mg/L water for HPO and 0.01–0.5 mg/L water for IPO), the mortality rate of kutum fry did not differ significantly from that of the control group. However, pronounced changes were observed in several physiological and biochemical parameters of the fish. Depending on the concentration of the propylene oligomer reagents, exposure to HPO at concentrations of 0.05, 0.1, and 0.5 mg/L water resulted in a decrease in the total content of free amino acids, essential and non-essential amino acids, as well as total protein in the muscle tissue of kutum fry. At an HPO concentration of 0.5 mg/L water, the total content of free amino acids in muscle tissue decreased by 36%, the content of essential amino acids by 46%, non-essential amino acids by 43%, and total protein by 47%. Exposure to IPO at doses of 0.01, 0.05, 0.1, and 0.5 mg/L resulted in significant changes in the levels of free amino acids and total protein in the muscle tissue of kutum fry. At the maximum chronic dose of IPO (0.5 mg/L), the total content of free amino acids in kutum muscle tissue decreased by 37%, the content of essential amino acids by 39%, non-essential amino acids by 33%, and total protein by 42%. In both cases — following exposure to HPO and IPO — no significant changes in taurine levels were observed.

Keywords: toxicity, amino acids, muscle tissue, propylene oligomer, fish juveniles, kutum

РЕЗЮМЕ

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ТКАНЯХ КУТУМА (*RUTILUS FRISII KUTUM*) ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РЕАГЕНТОВ — ОЛИГОМЕРОВ ПРОПИЛЕНА

Бахтияр Аллахвердиев¹, Ирана Каландарлы¹, Вафа Ягубова², Ильхама Каримова²

¹ *Институт изучения живых систем Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, П.Х.Ш., Баку, Азербайджан*

² *Азербайджанский медицинский университет, Баку, Азербайджан*

Результаты исследований показали, что в результате острого токсического воздействия гидрогенизированного пропиленового олигомера (ГПО) при концентрации 40–45 мг/л воды мальки кутума (*Rutilus frisii kutum*) погибают в течение 28–35 часов. Для исходного пропиленового олигомера (ИПО) острой токсической дозой считалась концентрация 14–17 мг/л, при которой мальки кутума погибали в течение 20–24 часов. Анализ полученных результатов показал, что при хронических концентрациях реагентов пропиленового олигомера для мальков кутума (для ГПО — 0,05–0,5 мг/л воды, для ИПО — 0,01–0,5 мг/л воды) процент гибели мальков существенно не отличался от показателей контрольной группы. Однако наблюдались выраженные изменения некоторых физиолого-биохимических показателей рыб. В зависимости от концентрации реагентов пропиленового олигомера у мальков кутума при воздействии ГПО в концентрациях 0,05; 0,1 и 0,5 мг/л воды наблюдалось

снижение общего содержания свободных аминокислот, незаменимых и заменимых аминокислот, а также общего белка в мышечной ткани. При концентрации ГПО 0,5 мг/л воды общее содержание свободных аминокислот в мышечной ткани снизилось на 36%, содержание незаменимых аминокислот — на 46%, заменимых аминокислот — на 43%, а содержание общего белка — на 47%. При воздействии ИПО в дозах 0,01; 0,05; 0,1 и 0,5 мг/л у мальков кутума наблюдались существенные изменения содержания свободных аминокислот и общего белка в мышечной ткани. При максимальной хронической дозе ИПО (0,5 мг/л) общее содержание свободных аминокислот в мышечной ткани кутума снизилось на 37%, содержание незаменимых аминокислот — на 39%, заменимых аминокислот — на 33%, а содержание общего белка — на 42%. В обоих случаях — при воздействии как ГПО, так и ИПО — существенных изменений уровня таурина не наблюдалось

Ключевые слова: токсичность, аминокислоты, мышечная ткань, олигомер пропилена, молодь рыб, кутум