

А.М. Тленшиева\*, Т.М. Шалахметова

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан  
\*Хат-хабарларға арналған авторлар: tlenshieva@mail.ru, shalakhmetova@mail.ru

## рН және температураның *Stenopharyngodon idella* эмбриологиялық дамуына оптимальдық әсерін анықтау

Мақаланың мақсаты — ақ амур жұмыртқаларының инкубациялық және дернәсілдік кезеңдерінде су температурасының (18, 26 және 34°C) және де рН (5,5, 6,5, 7,5 және 8,5, 9,5) мәндерінің әсерін, сонымен қатар оңтайлы мәндерін анықтау. Зерттеу жұмысының нәтижелері бойынша жоғары 34°C температурада және рН деңгейі 5,5 және 9,5 ( $32,5 \pm 0,5$ ), ( $35 \pm 0,001$ ), сондай-ақ 18°C және рН деңгейлері 5,5 ( $22,5 \pm 0,2$ ) және 9,5-те ( $42,5 \pm 0,3$ ) инкубациялық жұмыртқалардың өсу пайызы және инкубациялық кезеңде эмбриондардың дамуы төмендегенін көрсетті. Инкубациялық жұмыртқалардың ең жоғары тіршілік ету көрсеткіші 26°C температурада және рН мәні 7,5 ( $95\% \pm 0,002$ ) ақ амур балығының эмбриональдық және постэмбриональдық дамуында, тіршілік етуіне ыңғайлы екендігі анықталды. Сонымен бірге төмен температурада ақ амур балығының дамуының эмбриональдық кезеңдері өте баяу өтті. Яғни даму сатыларының уақыт көрсеткіші бойынша ұзақ жүргендігін көрдік. Ал жоғары температурада, керісінше, 34°C-та жылдам жүрді. Қолданыстағы нәтижелер 26°C су температурасы кезіндегі судың рН 7,5 мәні жұмыртқаның инкубациялануы үшін ең қолайлы екендігі, ал *Stenopharyngodon idella* жұмыртқасының өсуі үшін 6,5-тен 8,5-ке рН ең қолайлы екенін көрсетеді.

*Кілт сөздер:* ақ амур, эмбрион, температура, рН, су, инкубация, дернәсіл, *Stenopharyngodon idella*.

### Кіріспе

*Stenopharyngodon idella* Оңтүстік Азия, Шығыс Қытайдың және Тынық мұхитындағы ірі өзендерінің эндемигі болып табылады. Азияның, Африканың, Американың, Еуропаның көптеген елдерінде эндемик болып табылатыны жайында нұсқаулықтар берілген [1]. Ақ амур — тұқылар тұқымдасы сәулелі балықтардың бір түрі және кетафарингтон тұқымдасының жалғыз түрі. Тұщы судағы шөпқоректі және бағалы кәсіптік балық. Ол өнеркәсіптік өсіру және өндіру бойынша әлемде бірінші орындағы балық түрі. Әлемнің көптеген елдеріне маңызы бар [2]. Қазіргі уақытта Қазақстанның балық шаруашылығының объектісі болып табылады (Іле өзені). Бүгінгі күнде ақ амур еліміздегі негізгі кәсіптік балықтардың бірі [3]. Алайда климаттың өзгеруі, су ағзаларының өлімін арттыруы мүмкін [4]. Бүгінгі таңда Қазақстан үшін ең маңызды міндет — еліміздің экономикалық дамуына қажетті металдарды пайдалануды үйлестіру және олардың қоршаған ортаға таралуын шектеу. Бұл табиғи ресурстарды, азық-түлік тізбектерін және адам денсаулығын қорғауға көмектеседі [5]. Температура — балық жұмыртқасының дамуындағы негізгі экологиялық фактор болып саналады [6]. Үш жастық деп есептелетін форельдің өлімге әкелетін рН мәндері су температурасына оң байланысты екені айтылған [7]. Судың рН деңгейінің ауытқуы ұрықтың дамуына, балықтардың өлуіне, ауруға бейімділігіне, балықтардың өсуіне және көбеюіне әсер ететіні анықталды [8]. Төтенше рН деңгейлері балықтардың өсуі мен көбеюіне кері әсер ететіні және барлау кезінде балықтардың жаппай жойылуына әкелетінін көрсететін көптеген зерттеулер бар [9].

Соңғы жылдары балық ресурстарын шамадан тыс пайдалану су өндірісінің өсуіне әкелді. Егер су өнеркәсібі жоғары сапалы балық (Lahnstein) және т.б. түрлерді өсіру кезінде болған жасанды көбеюде эмбриональдық даму ерекшеліктерін зерттеуді қоса алғанда, биологиядағы өзгерістерді бағалау қажет [10].

Дегенмен, судың температурасын дәл бақылау мүмкіндігін ескере отырып, бұл деректер балық шаруашылығын оңтайландыру және нәтижесінде экономикалық кіріс алу үшін өте маңызды. Өзен суының рН мәні әдетте 7,85-тен 8,5-ке дейін ауытқыса да, нитрификация және көмірқышқыл газының бөлінуі сияқты факторлар рН төмендеуіне әкеледі [11]. Бұл төмендеу рН және сілтілілікті сақтау үшін негізді қосу арқылы өтелсе де, рН мәндері әдетте әдеттегі мәндерден төмен сақталады. Өзен суының қыздыру шамалары, соның ішінде биосүзгілердің жақсы өнімділігі және буферлеу шығындарының төмендеуі. [12]. Азиялық және африкалық тоғандардың, көлдердің және су қоймаларының көпшілігінде қалыпты су рН мәні бар, сондықтан бұл зерттеу үшін рН 5,0-9,0 мәндері алынды [13]. Темпера-

тураның жұмыртқаның шығу қабілетіне және қалыпты су рН кезінде жұмыртқаның өсуіне әсері туралы зерттеулер аз. Осыған байланысты, осы зерттеу үш түрлі су температурасында ақ амур жұмыртқаларының инкубациялық және өсуіне бес рН мәнінің әсерін анықтау үшін жасалды.

Біздің зерттеу жұмысымыздың негізгі мақсаты — ақ амур дернәсілдерінің, қоршаған ортаның екі негізгі факторлары температура мен рН әсерін және ең оптималды мәнін анықтау болды. Екіншіден, ақ амур балықтарының эмбрионалдық және дернәсілдік көбею жылдамдығын айқындау.

#### *Зерттеу объектілері және әдістері*

Зертханада *Stenopharyngodon idella* жұмыртқаларының инкубациялық өсуіне тәжірибелер жүргізілді. Пластикалық жолақтарға бекітілген *Stenopharyngodon idella* ұрықтанған жұмыртқалары Алматы облысындағы мемлекеттік балық өсіру зауытынан алынды. Ал зертханада сыйымдылығы 50 литр болатын тәжірибелік аквариумда жүргізілді. Бірінші тәжірибеде тек 50 ұрықтанған жұмыртқа болды. Бөлек шыны аквариумдарда үш данада инкубацияның соңына дейін сақталады. Алты рН деңгейі (5,5, 6,5; 7,5; 8,5 және 9,5). рН 5,5 және 6,5 күкіртті саңылауларды пайдаланып дайындалды, ал сілтілі деңгейлер 8,5 және 9,5 натрий гидроксидін қосу арқылы алынды. Ұрықтанған жұмыртқалары бар барлық бес рН процедурасы термостатикалық шыны қыздырғыштармен (Resun, диапазон 18-34 °С) бақыланатын үш түрлі су температурасында (18, 26 және 34°С) жүргізілді. рН мәндері рН- өлшегішпен бақыланады (моделі APX 175 E/C). Барлық аквариумдарда эксперименттің соңына дейін аэрация үнемі қамтамасыз етіліп отырды.

#### *Эксперименттік кезең*

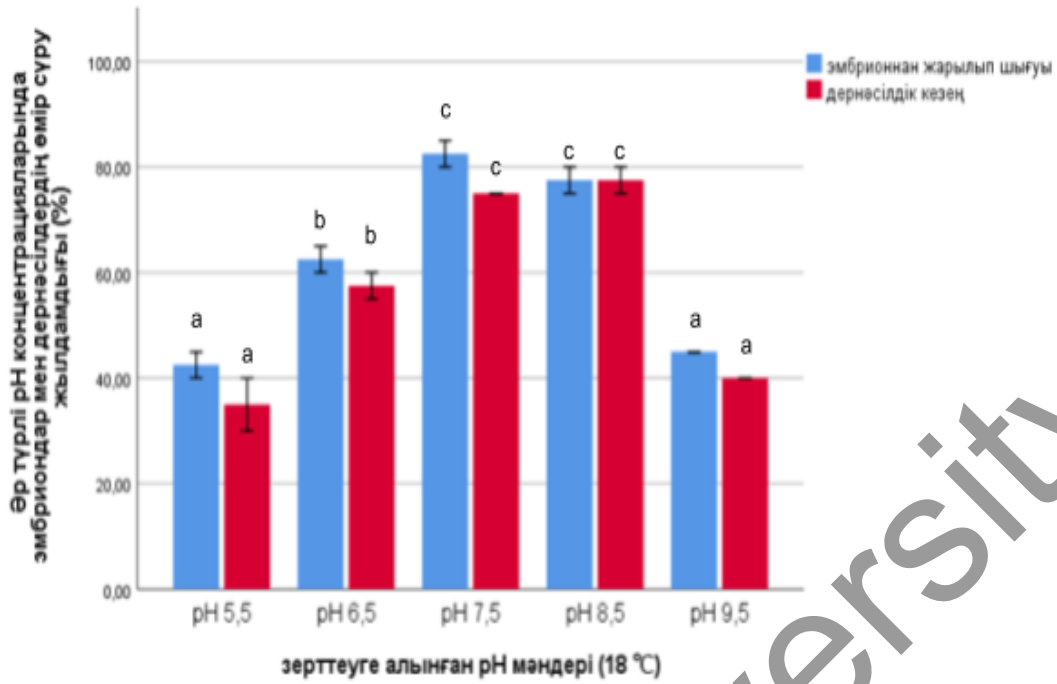
(а) Жұмыртқаны инкубациялау үшін: жұмыртқалар үш түрлі температурада бес рН деңгейіне әсер еткенде инкубациялық кезең ішінде 48 және 78 сағат аралығында инкубацияланды.

(б) Жұмыртқаларды өсіру: екінші тәжірибеде еркін жүзетін жұмыртқаларды шыны аквариумдарда үш дана етіп 42 күн бойы өсірді. Жұмыртқалар өсуі мен өмір сүруін зерттеу үшін 35% ақуызы бар жасанды диетамен қоректендірілді.

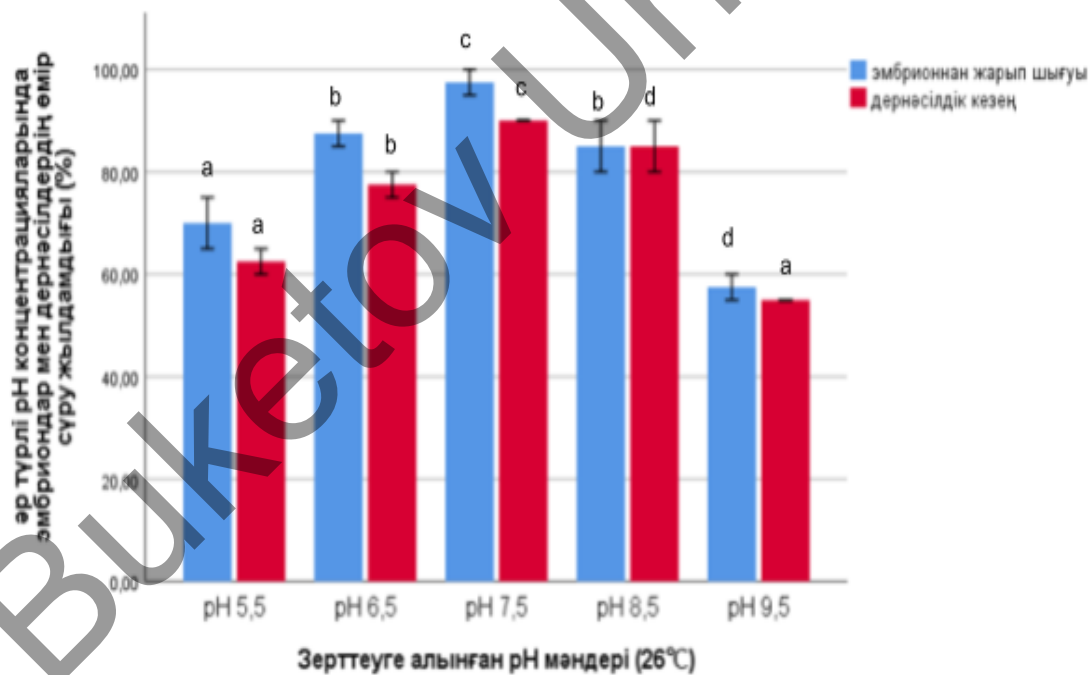
*Статистикалық талдау.* Статистикалық талдау IBM SPSS 25 статистикалық бағдарламамен есептелді (IBM Inc., Чикаго, АҚШ). Мәліметтер құралдарының орташа және стандартты ауытқулары есептелді. Зерттеу топтарының арасындағы айырмашылықтардың маңыздылығын бағалау үшін бір жақты ANOVA және Tukey's HSD сынағы қолданылды. Маңыздылық деңгейі  $p < 0,05$  деңгейінде белгіленді.

#### *Зерттеу нәтижелері және оны талқылау*

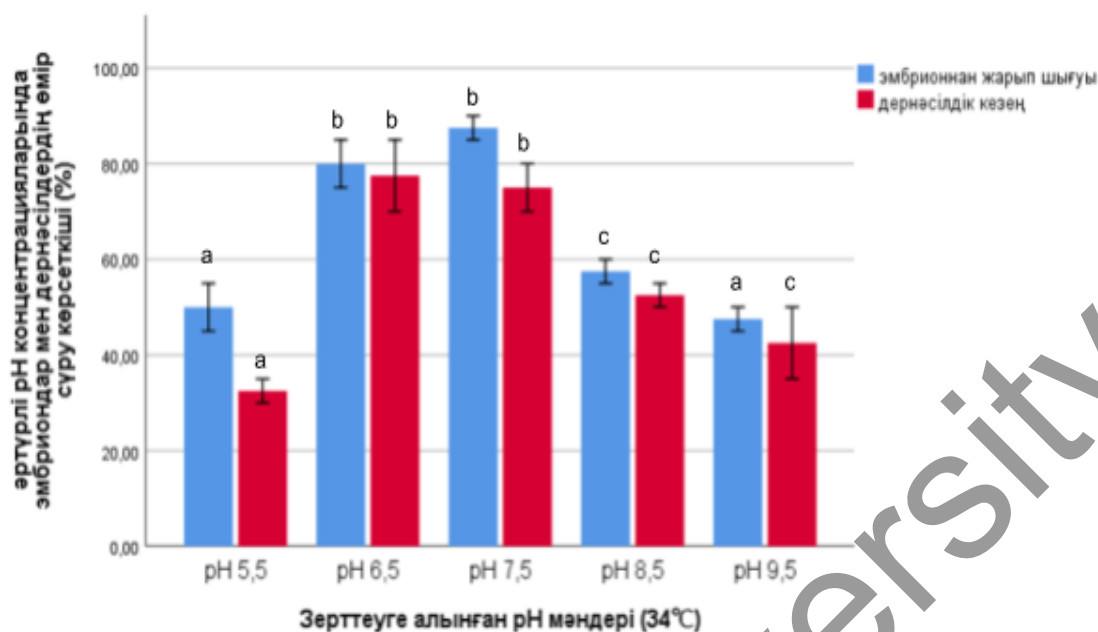
Даму кезіндегі морфологиялық өзгерістер мен аномалиялар балықтың эмбрионалды өліміне алып келуі мүмкін. Эмбриологиялық даму барысында ең жоғары өлімге ұшыраған 5,5 және де температура көрсеткішіне байланысты 9,5 рН мәндерінде байқалады. Әсіресе жұмыртқалардың эмбрионнан жарылып шығуына дейін рН мәні 5,5-те 16 сағаттан кейін эмбрионалдық сатылары дамымады. Ал қалған рН параметрлерінде ол әрі қарай даму сатылары қалыпты жүре бастады. Көптеген деректер жаңадан шыққан дернәсілдердің салыстырмалы сезімталдықта ие екенін көрсетеді. Бұл жаңадан шыққан дернәсілдерге тікелей судың әсерінен болады. Ал эмбриондар болса, жұмыртқа қабығымен және перивителлин сұйықтығымен қорғалғандықтан сезімталдығы дернәсіл кезеңімен салыстырғанда төмендеу болады. Экспериментте рН деңгейлері ақ амур эмбриондардың өліміне қатты әсер ететінін көрсетті. Оның саны мен белсенділігіне қышқыл немесе сілтілі ортаның суда жоғары болуы. Әртүрлі рН мәндерін салыстырғанда рН 9,5 кезінде хорионазалар айтарлықтай төмендеді. Ағымдағы тәжірибеде мұндай өзгерістердің болуы ақ амурдың инкубациясының кешігуіне алып келеді (1-3 сурет).



1-сурет. Әр түрлі pH концентрацияларының эмбриондар мен дернәсілдердің өмір сүру жылдамдығына әсері (18°C) ± стандартты ауытқу (p < 0,05)



2-сурет. Әр түрлі pH концентрацияларының эмбриондар мен дернәсілдердің өмір сүру жылдамдығына әсері (26°C) ± стандартты ауытқу (p < 0,05)



3-сурет. Әр түрлі рН концентрацияларының эмбриондар мен дернәсілдердің өмір сүру жылдамдығына әсері (34°C) ± стандартты ауытқу (p < 0,05)

Температура балықтың онтогенезіне, эмбрионалдық дамуына маңызды әсер ететін көрсеткіштердің бірі. Сонымен қатар, өміршеңдігіне, морфогенезіне, дернәсілдердің өсуі және балықтардың одан әрі постэмбрионалдық дамуында да маңызды болып табылады. Зерттеуге алынған ақ амур балығы шөпқоректі, биологиялық индикатор болып табылатын, елімізде аса қолданысқа ие гидрабонт түрі. Бүкіл инкубациялық кезең ішінде тұрақты температурада ақ амур балығының тіршілігі 18-30°C диапазонымен шектеледі. Бұл экстремалды температуралар эксперименттерде қолданылған уылдырық партиялары үшін өлімге әкелетін немесе оларда түрлі морфологиялық ауытқулар тудыруы мүмкін. Инкубация үшін ең қолайлы температура 22,5-26 °C аралығында болды. Амур балығының эмбрионалдық дамуының белгілі бір кезеңдерінде температураны екі сағат ішінде өлімге әкелетін немесе оған жақын етіп төмендету инкубациялық кезеңнің ұзақтығының, инкубациялық кезеңнің айтарлықтай ұзаруына, қалыпты эмбриондар санында жұмыртқалардың тіршілігінің төмендеуіне әкеледі. Төменгі температурасының ұзақтығының ұлғаюымен оның жұмыртқаларды инкубациялау процесіне және эмбриондардың өміршеңдігіне теріс әсерінің жоғарылауы байқалады. Ақ амурдың эмбриондары температураның 18 °C дейін төмендеуіне өте төзімді, сондықтан дернәсілдік кезеңде де осы температура көрсеткішінде әсер ету кезеңінде температураның осы деңгейге дейін төмендеуі олардың жаппай қырылуына себеп бола алмайды.

Ақ амурдың дернәсілдері жоғары температураға да төзімді. Олардың өмір сүруінің жоғарғы температура шегі шамамен 34 °C, ауытқу шегінің деңгейі 34 °C дейін. Температураның 26-дан 30°C-қа дейін жоғарылауымен ақ амурдың предличиндерінің дамуы мен өсуі жеделдейді. Жоғары температурада (34 °C) олардың дамуы мен өсуінің біршама төмендеуі орын алады. Дернәсілдердің максималды тіршілігі 24-26°C температура диапазонында байқалады. Төменгі (18°C) және одан жоғары (34°C) температурада дернәсілдердің өміршеңдігі күрт төмендейді. 24-30°C температурасы ақ амур эмбриондары мен дернәсілдерін ұстауға қолайлы, ал оңтайлы температура 26 °C.

#### Қорытынды

Су жануарларының тіршілік арқауы болып табылатын ол — су. Судың температурасы, рН мәні және т.б. әртүрлі параметрлері арқылы жануарлар өмірінің барлық дерлік аспектілеріне нақты әсерін тигізеді. Сондықтан әрбір су жануарының жыныс бездерінің жетілуі, өсуі және де өсуіне қолайлы температура мен рН мәні болады. Ақ амур балығы эмбриондардың дамуына қажетті оттегін көбірек алу кезінде судың төмен температурасында тіршілігін тоқтатады, сонымен бірге жылы суларда жыныс бездерінің жетілуі жылдамдайды. Осы зерттеу жұмысының барысында әртүрлі температура мен

рН мәндерін қолдана отырып, ақ амур балығының эмбрионалдық даму кезеңдерінен бастап дернәсілдік өмір сүру жағдайына дейін оңтайлы әсер ететін мәндерін анықтадық. Температура көрсеткіші бойынша 26 °С болса, ал рН мәні 7,5 болды.

#### Әдебиеттер тізімі

- 1 Kassym D. Features of the Sediment Runoff Regime Downstream the Ile River / D. Kassym, A. Myrzakhmetov, Z. Zhanabayeva // Journal of Ecological Engineering. — 2020. — Vol. 21, No 2. — P. 118-247.
- 2 Tram N.D. Effect of Processing Pig Manure through a Biodigester as Fertilizer for Fish Ponds on Water Quality and Growth Performance of Three Fish Species / N.D.Q. Tram, L.D. Ngoan, Q. Ogle // Widly. — 2020. — Vol.1. — P. 14.
- 3 Graham N.A. The Current Status and Future of Central Asia's. Fish and Fisheries Confronting a Wicked Problem / N.A. Graham, G. Puepke, T. Uderbayev // Water. — 2017. — Vol. 9(9). — P. 701. <https://doi.org/10.3390/w9090701>
- 4 Krupa E. Tracking pollution and its sources in the catchment-lake system of major waterbodies in Kazakhstan / E. Krupa, S. Barinova, M. Aubakirova // Wiley. — 2018. — Vol. 25(21). <https://doi.org/10.1111/LRE.12302>
- 5 РГП «Казгидромет» Министерства экологии, геологии и природных ресурсов РК. Информационные бюллетени о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.kazhydromet.kz/ecology/informacionnye-byulleteni-o-sostoyanii-okruzhayushey-sredy-respubliki-kazakhstan>
- 6 Nwosu F.M. Influence of temperature on egg hatching, growth and survival of larvae of *Heterobranchius longifilis* Val. 1840 (Teleostei: Clariidae) / F.M. Nwosu, S. Holzlohner // Journal of Applied Ichthyology. — 2000. — Vol. 16 (1). — P. 20-23. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2000.00144.x>
- 7 Kwain W. Effects of temperature on developmen and survival of rainbow trout, *Salmo gairdneri*, in acid waters / W. Kwain // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. — 2011. — Vol. 32 (4). — P. 493-497. <https://doi.org/10.1139/f75-060>
- 8 Doudoroff P. Some experiments on the toxicity of complex cyanides to fish / P. Doudoroff // Sewage and Industrial Wastes. — 1956. — P. 14-21.
- 9 Jezierska B. The influence of pH on embryonic development of common carp (*Cyprinus carpio*) / B. Jezierska, M. Witeska // Archiwum Rybactwa Polskiego. — 1995. — P. 235-240.
- 10 Kaur M. Toxicopathic Branchial Lesions in Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*) Exposed to Chlorpyrifos / M. Kaur, R. Jindal // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. — 2018. — Vol. 100. — P. 665-671. <https://doi.org/10.1007/s00128-018-2320-x>
- 11 Scott D.M. The effect of high pH on ion balance, nitrogen excretion and behaviour in freshwater fish from an eutrophic lake / D.M. Scott, M.C. Lucas, R.W. Wilson // Aquatic Toxicology. — 2005. — Vol. 73. — P. 31-43.
- 12 Wilkie M.P. The effects of extremel alkaline water (pH 9.5) on rainbow trout gill function and morphology / M.P. Wilkie, C.M. Wood // Journal of Fishery and Biology. — 1994. — Vol. 45. — P. 87-98.
- 13 Zaniboni-Filho E. Survival of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes) fingerlings exposed to acute pH changes / E. Zaniboni-Filho, S. Meurer, J.I. Golombieski // Acta Science. — 2002. — Vol. 24. — P. 41-50.

А.М. Тленшиева, Т.М. Шалахметова

### Определение оптимального влияния рН и температуры на эмбриологическое развитие *Ctenopharyngodon idella*

Цель данного исследования — определение влияния температуры воды (18, 26 и 34°C), уровня рН (5,5, 6,5, 7,5 и 8,5, 9,5) на инкубационные и личиночные стадии икры белого амура, а также параллельно оптимальных значений. Результаты исследования при температуре выше 34°C и уровне рН 5,5 и 9,5 (32,5±0,5), (35±0,001), а также 18°C и уровне рН 5,5 (22,5±0,2) и 9,5 (42,5 ± 0,3) показали снижение процента роста инкубационных яиц и эмбрионального развития в течение инкубационного периода. Установлено, что максимальная выживаемость инкубируемой икры при температуре 26°C и рН 7,5 (95% ± 0,002) благоприятна для выживания сигов в эмбриональном и постэмбриональном развитии. В то же время эмбриональные стадии развития белого амура при очень низких температурах протекали очень медленно. То есть мы видели, что стадии развития длительны по времени. С другой стороны, при более высоких температурах он был быстрее (при 34 °C). Текущие показатели свидетельствуют, что рН 7,5 при температуре воды 26 °C наиболее подходит для инкубации яиц, а рН от 6,5 до 8,5 — для роста яиц *Ctenopharyngodon idella*.

*Ключевые слова:* белый амур, эмбрион, температура, рН, вода, инкубация, личинка, *Ctenopharyngodon idella*.

A.M. Tlenshiyeva, T.M. Shalakhmetova

## To determine the optimal effect of pH and temperature on the embryological development of *Ctenopharyngodon idella*

The purpose of this study was to determine the effect of water temperature (18, 26 and 34°C) and pH (5.5, 6.5, 7.5 and 8.5, 9.5) on the incubation and larval stages of grass carp eggs, and also in parallel, it was necessary to determine the optimal values. According to the results of the study, at a temperature above 34°C and a pH level of 5.5 and 9.5 ( $32.5 \pm 0.5$ ), ( $35 \pm 0.001$ ), as well as 18°C and a pH level of 5.5 ( $22, 5 \pm 0.2$ ) and 9.5 ( $42.5 \pm 0.3$ ) showed a decrease in the percentage of hatching egg growth and embryonic development during the incubation period. It has been established that the maximum survival rate of incubated eggs at a temperature of 26°C and pH 7.5 ( $95\% \pm 0.002$ ) is favorable for the survival of whitefish in embryonic and postembryonic development. At the same time, the embryonic stages of grass carp development at very low temperatures proceeded very slowly. That is, we have seen that the stages of development are long in time. On the other hand, at higher temperatures it was faster at 34°C. Current results indicate that pH 7.5 at 26°C water temperature is most suitable for egg incubation, while pH 6.5 to 8.5 is best for the growth of *Ctenopharyngodon idella* eggs.

**Keywords:** grass carp, embryo, temperature, pH, water, incubation, larva, *Ctenopharyngodon idella*.

### References

- 1 Kassym, D., Myrzakhmetov, A. & Zhanabayeva, Z. (2020). Features of the Sediment Runoff Regime Downstream the Ile River. *Journal of Ecological Engineering*, 21(2), 118-247.
- 2 Tram, N.D., Ngoan, L.D. & Ogle, Q. (2020). Effect of Processing Pig Manure through a Biogas Plant as Fertilizer for Fish Ponds on Water Quality and Growth Performance of Three Fish Species. *Widly*, 1, 14.
- 3 Graham, N.A., Pueppke, G. & Uderbayev, T. (2017). The Current Status and Future of Central Asia's. Fish and Fisheries Confronting a Wicked Problem. *Water*, 9(9), 701. <https://doi.org/10.3390/w9090701>.
- 4 Krupa, E., Barinova, S. & Aubakirova, M. (2018). Tracking pollution and its sources in the catchment-lake system of major waterbodies in Kazakhstan. *Wiley*, 25(21). <https://doi.org/10.1111/LRE.12302>.
- 5 RGP «Kazgidromet» Ministerstva ekologii, geologii i prirodnykh resursov RK. Informatsionnye biulleteni o sostoianii okruzhaiushchei sredey Respubliki Kazakhstan [RSE "Kazhydromet" of the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan. Information bulletins on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan]. Retrieved from <https://www.kazhydromet.kz/ecology/informacionnye-byulleteni-o-sostoyanii-okruzhayushey-sredey-respubliki-kazahstan> [in Russian].
- 6 Nwosu, F.M. & Holzlohner, S. (2000). Influence of temperature on egg hatching, growth and survival of larvae of *Heterobranchus longifilis* Val. 1840 (Teleostei: Clariidae). *Journal of Applied Ichthyology*, 16(1), 20-23. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2000.00144.x>.
- 7 Kwain, W. (2011). Effects of temperature on development and survival of rainbow trout, *Salmo gairdneri*, in acid waters. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 32(4), 493-497. <https://doi.org/10.1139/f75-060>.
- 8 Doudoroff, P. (1956). Some experiments on the toxicity of complex cyanides to fish. *Sewage and Industrial Wastes*, 14-21.
- 9 Jezierska, B. & Witeska, B. (1995). The influence of pH on embryonic development of common carp (*Cyprinus carpio*). *Archiwum Rybactwa Polskiego*, 235-240.
- 10 Kaur, M. & Jindal, R. (2018). Toxicopathic Branchial Lesions in Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*) Exposed to Chlorpyrifos. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 100, 665-671. <https://doi.org/10.1007/s00128-018-2320-x>
- 11 Scott, D.M., Lucas, M.C. & Wilson, R.W. (2005). The effect of high pH on ion balance, nitrogen excretion and behaviour in freshwater fish from an eutrophic lake. *Aquatic Toxicology*, 73, 31-43.
- 12 Wilkie, M.P. & Wood, C.M. (1994). The effects of extremely alkaline water (pH 9.5) on rainbow trout gill function and morphology. *Journal of Fishery and Biology*, 45, 87-98.
- 13 Zaniboni-Filho, E., Meurer, S. & Golombieski, J.I. (2002). Survival of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes) fingerlings exposed to acute pH changes. *Acta Science*, 24, 41-50.