

¹ Н.Ш. Мамилов, ^{1,2} Ф.Т. Амирбекова, ¹ Т.М. Шалахметова, ³ Ж.А. Адильбаев,
¹ Т.Г. Конысбаев, ¹ Л.Р. Сутуева

¹ Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

² ТОО «Казахский институт рыбного хозяйства», Алматы, Казахстан

³ РГП «Иле-Балкашский природный резерват», Алматы, Казахстан

(E-mail: ¹ mamilov@gmail.com, ^{1,2} amirbekova.fatima@mail.ru, ¹ t_shalakhmetova@mail.ru,

³ adilbaev@gmail.com, ¹ konyysbaev.talgarbai@gmail.com, ¹ s_leila_aktau@mail.ru)

Особенности развития молоди жереха *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758) из разных биотопов дельты реки Иле

Аннотация: Жерех *Aspius aspius* является важным промысловым видом рыб, вселенным в бассейн оз.Балхаш. Биология развития молоди этого вида плохо изучена. Также слабо изучены реакции молоди рыб на различные способы воздействия человека на естественные водоемы. Целью проведенного в 2018 г. исследования являлась оценка условий развития молоди жереха в дельте р.Иле. Морфологический и биологический анализы проводили по традиционной схеме. Также изучалась флуктуирующая асимметрия билатеральных признаков. Были изучены состояния 11 счетных и 14 пластических признаков. Популяционное разнообразие оценивали с помощью метода главных компонент. Молодь разных возрастов обнаружена на участке реки Иле выше дельты, а молодь первого года жизни обитает только в протоках. Рост молоди жереха в дельте р.Иле происходит значительно медленнее, чем в реках Волга, Урал и Сырдарья. Значения коэффициента флуктуирующей асимметрии As у исследованных нами рыб указывают на существенные нарушения гомеостаза индивидуального развития. Среди исследованных особей жереха были обнаружены фенотипы – особи с укороченным (мопсовидным) рылом. Пластические и счетные признаки молоди характеризуются большой изменчивостью, выходящей за известные для этого вида пределы. В целом, состояние среды обитания было оценено как неблагоприятное для развития молоди.

Ключевые слова: жерех, развитие, молодь, река Иле, морфологический анализ, изменчивость.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2019-126-1-66-76>

Проблемы сохранения и рационального использования водных биологических ресурсов в настоящее время требуют быстрого и эффективного решения [1-3]. В Республике Казахстан озеро Балхаш и р.Иле относятся к основным рыбопромысловым водоемам. В последние десятилетия этот регион испытывает мощное антропогенное воздействие, которое привело к существенным негативным изменениям водных и наземных экосистем [4, 1-325 стр; 5, 1-584 стр].

Как известно, для оценки состояния водных экосистем применяется целый ряд химических и физических методов. Однако из-за огромного разнообразия синтезированных и применяемых в практике веществ, попадающих в окружающую среду и, в том числе, в водные экосистемы, контроль отдельных видов поллютантов в настоящее время стал малоэффективным. Кроме того, многие токсиканты оказывают синергетическое действие, что еще в большей степени усложняет определение качества среды обитания гидробионтов. Наиболее адекватные результаты оценки благополучия водных экосистем дает определение состояния населяющих их организмов [6,142-146 стр; 7; 8, 168 стр]. Одним из таких методов является метод оценки состояния водоемов по видовому составу живущих в них рыб, степени разнообразия ихтиокомплекса, а также внутривидовым характеристикам, таким как: возрастная и половая структура популяций, динамика их численности и биомассы во времени и пространстве [9-12]. Давно известно исчезновение видов в результате прямого селективного воздействия стрессовых состояний окружающей среды, но при этом обычно не уделяется достаточного внимания возможностям поддержания гомеостаза популяциями и сообществами [13]. Изучение

различных сторон индивидуального развития рыб позволяет определить диапазон эколого-морфологических приспособительных возможностей популяций и видов, что имеет большое значение для понимания закономерностей эволюционного процесса и управления популяциями в целях получения максимальной рыбной продукции [14,3-9 стр; 15,1-172 стр]. Дальнейшее изучение реакций популяций различных видов рыб на изменения состояния водоемов позволит не только получать более объективную информацию о текущем состоянии, но также прогнозировать дальнейшие изменения и принимать более обоснованные и эффективные меры по сохранению благоприятной среды [16].

Жерех (*Aspius aspius*) относится к числу ценных промысловых видов рыб. В Балхашский бассейн этот вид был вселен случайно, при этом в 1957-1958 гг. из реки Урал было привезено и выпущено всего 9 особей [17]. В настоящее время здесь сформировалась самостоятельная устойчивая популяция, которая имеет большое промысловое значение. Несмотря на важность жереха как объекта промышленного и любительского рыболовства, его биологические и морфологические особенности остаются мало изученными как в Европе, так и в Республике Казахстан [18-19]. Задачами проведенного нами исследования были изучение морфологических и биологических показателей молоди этого вида в дельте р.Иле с целью оценки условий развития и адаптационных возможностей.

Материалы и методы исследования

Отлов рыб производили в июне 2018 г. на следующих участках: р.Иле ниже пос. Баканас – предельтовый участок (44° 58.220' с.ш., 75° 46.825' в.д.), в районе пос. Караой (45° 51.289' с.ш., 74° 44.554' в.д.), пос.Куйган (43° 18.818' с.ш., 76° 52.250' в.д.), протоке Топар (45° 22.735' с.ш., 74° 08.413' в.д.). Для отлова применялись мальковая волокуша (брედень) и сачок [20, 67-88 стр]. Отлов рыб проводили в соответствии с разрешением на пользование животным миром KZ52VER00036833 ГУ «Управление природных ресурсов и регулирования природопользования Алматинской области».

Для определения видовой принадлежности молоди рыб пользовались руководствами [21, 23-36 стр; 22, 34-42 стр]. Измерения рыб проводили на фиксированном в формалине материале через 10 дней после фиксации. Молодь длиной от 20 до 40 мм измеряли кронциркулем под увеличительной лупой, молодь длиннее 40 мм измеряли штангенциркулем. Были использованы следующие измерения [23, 5-156; 20, 67-88] (рисунок 1): общая длина тела – L (в мм); длина тела – l (в мм); длина туловища – aA ; длина хвоста – cd ; H – наибольшая высота тела; hca – высота хвостового стебля; h – наименьшая высота тела; $lceph$ – длина головы; $Hceph$ – высота головы; r – длина рыла; o – диаметр глаза; mx – длина верхней челюсти; md – длина нижней челюсти; op – заглазничное расстояние. Рыб взвешивали (Q , г) и рассчитывали коэффициент упитанности по Фультону [23, 6-17]. Было изучено состояние следующих счетных признаков: количество чешуй в боковой линии – $l.l.$, число неветвистых и ветвистых лучей в спинном, анальном, грудных и брюшных плавниках – соответственно D_r и D_s , A_r и A_s , P_r и P_s , V_r и V_s ; число отверстий сенсорной системы на нижней челюсти – cmd и на жаберной предкрышке – cop . Все измерения были проведены одним оператором, поскольку использование данных разных операторов может существенно исказить объективную ситуацию [24].

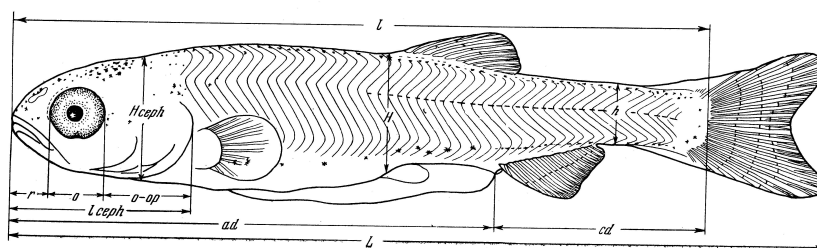


Рисунок 1 – Схема измерений молоди карповых рыб [20].

Одним из индикаторов состояния среды обитания является состояние билатеральных признаков: в стабильных условиях состояние соответствующих признаков справа и слева

совпадает, а при нарушениях развития наблюдается асимметрия. Значения показателя асимметрии рассчитывали и оценивали по методике Захарова и соавторов [25, 1-68 стр].

Статистическую обработку данных количественных измерений проводили согласно руководствам [26, 26-112 стр; 27, 325 стр], используя компьютерную программу Excel. Популяционное разнообразие оценивали с помощью многомерного статистического анализа (метод главных компонент) согласно руководствам [27, 118-325 стр; 28, 241-252 стр], используя пакет компьютерных программ "NTSYSpс", версия 2.02.

Результаты и обсуждение

В 2018 г. молодь жерева встречалась на большинстве обследованных участков с выраженным течением. В районе пос.Караой молодь жерева обнаружить не удалось, что, вероятно, связано с низкой скоростью течения и наличием дамбы в самом поселке. Численность и относительная доля заметно различались в выборках из разных биотопов. Биологические и морфологические показатели выборок представлены в таблице 1.

Показа-тели	Р.Иле ниже пос.Баканас, n=30				Топар, n=2				пос.Куйган, n=4			
	min	max	M	±s	min	max	M	±s	min	max	M	±s
L, мм	32.0	93.1	78.90	13.39	28.5	31	29.75	1.77	25.1	32	28.9	3.02
lst, мм	24.7	78	62.96	11.07	23	24.1	23.55	0.78	20	25.1	23	2.49
Q, г	0.27	7.16	4.40	1.538	0.21	0.25	0.23	0.024	0.12	0.26	0.20	0.069
Fulton	1.50	1.81	1.65	0.082	1.76	1.77	1.77	0.009	1.45	1.66	1.55	0.088
As	0	1.00	0.39	0.34	не изучали				0	0.67	0.42	0.32
Счетные признаки:												
ll	45	60	51.1	3.70	46	57	51.5	7.78	45	58	53.25	5.91
Dr	2	3	2.3	0.47	2	2	2	0.00	2	3	2.75	0.50
Ds	7.5	10	8.3	0.61	9	9	9	0.00	10	12	11	0.91
Ar	2	3	2.7	0.47	2	3	2.5	0.71	2	3	2.25	0.50
As	8.5	13	10.9	1.10	13	17	15.0	2.83	12	17	14.5	2.08
Pr	1	1	1.0	0.00	1	1	1	0.00	1	1	1	0.00
Ps	16	20	18.0	0.93	17	19	18	1.41	14	19	16.75	2.22
Vr	1	2	1.0	0.18	1	1	1	0.00	1	1	1	0.00
Vs	8	9	8.4	0.50	8	9	8.5	0.71	8	9	8.5	0.58
cmd	5	8	6.6	0.73	не выражены				4	7	5.75	1.50
cop	7	10	8.4	1.09	не выражены				9	13	11.5	1.73
В % от длины тела (lst):												
aA	65.4	70.2	67.8	1.09	65.7	70.5	68.10	3.46	64.4	67.7	66.2	1.65
cd	29.2	34.9	32.5	1.13	31.5	34.8	33.16	2.30	32.0	35.5	33.8	1.59
lca	15.2	20.3	18.0	1.25	19.1	19.5	19.32	0.26	12.3	20.0	16.4	3.16
lceph	25.2	29.3	26.5	0.91	27.4	29.0	28.22	1.17	28.0	31.9	30.5	1.76
hco	12.3	15.8	13.2	0.70	13.9	15.8	14.84	1.31	14.2	17.7	16.1	1.75
Hceph	15.6	19.8	16.9	0.85	20.0	21.6	20.79	1.11	18.7	20.8	19.9	0.88
H	21.5	24.0	23.0	0.66	23.9	26.1	25.03	1.58	22.4	24.6	24.0	1.11
hca	9.8	13.2	12.1	0.73	7.9	10.9	9.38	2.11	10.0	10.9	10.5	0.37
h	9.2	10.7	9.9	0.38	9.1	10.4	9.75	0.88	9.6	10.9	10.3	0.62
r	6.5	8.3	7.2	0.43	5.4	5.7	5.52	0.18	5.5	7.7	6.8	0.95
o	6.9	8.8	7.9	0.51	9.5	11.3	10.42	1.25	8.0	10.0	8.8	0.87
mx	9.0	12.1	10.1	0.64	9.1	10.0	9.56	0.62	10.5	14.5	12.3	1.72
md	9.0	12.1	10.3	0.66	8.3	9.1	8.71	0.59	9.5	13.8	12.3	2.00
op	10.8	13.5	12.0	0.65	13.0	13.3	13.16	0.17	13.7	16.2	15.1	1.17

Таблица 1 – Биологические и морфологические показатели выборок молодежи жерева (июнь, 2018 г.)

Молодь разных возрастов в 2018 г. встречалась на участке р.Иле ниже пос.Баканас, а в дельтовой части наблюдались только сеголетки. Рост жереха в первое лето жизни изучен очень плохо. В большинстве опубликованных работ данные приводятся на основе обратного расчета [29,160-177 стр; 30; 19; 31], что не позволяет корректно сопоставить имеющиеся данные. По сравнению с результатами прямых наблюдений в дельте Волги [21, 1-208 стр] и р.Сырдарье [32] в дельте р.Иле весной - в начале лета 2017 г. молодь жереха в 2018 году росла заметно медленнее. Показатели упитанности примерно такие же, что и у молоди жереха в р.Сырдарье [32].

Средние и максимальные значения коэффициента флуктуирующей асимметрии A_s у исследованных нами рыб были большими, что указывает на существенные нарушения гомеостаза индивидуального развития. Среди исследованных особей жереха были обнаружены фенотипы – особи с укороченным («мопсовидным») рылом (рисунок 2). Наличие подобных форм отмечалось у различных видов рыб в условиях загрязнения аквальных экосистем [6, 142-146 стр; 7].



Рисунок 2 – Нормальное (вверху) и укороченное (внизу) рыло у жереха (годовалые особи).

Одним из неблагоприятных видов воздействия на молодь может быть режим пропусков воды из Капчагайского водохранилища. Регулирование водных потоков является одним из самых распространенных способов вмешательства в естественные экологические процессы [33; 34, 1-412 стр]. Строительство плотин вызывает существенные абиотические изменения в экосистемах рек: изменения температурного режима, произвольные колебания уровня воды, изменение состава и количества взвешенного в воде вещества за счет эрозии [35, 249–256 стр]. Влияние регулирования рек на разнообразие и состояние водных организмов является крайне сложным и остается малоизученным. Краткосрочное регулирование представляет мощный вид воздействия на биоту [36]. Режимы пропусков воды из водохранилищ могут быть самыми разными, но даже кратковременное изменение режима (всего на несколько часов) способно произвести более или менее существенные перестройки во всей экосистеме ниже по течению. Непредсказуемость режима пропусков для местной фауны может иметь даже большее значение, чем собственно уровень воды. Было выявлено, что изменения уровня режима могут оказывать сильное воздействие на местные популяции рыб [37], а также вызывать изменения в их поведении [38-39]. Изменение скорости течения и температуры могут приводить к большему выживанию молоди определенных видов рыб [40], что приводит к изменениям состава и структуры сообществ [41; 37].

В изученных нами выборках были обнаружены особи, сильно уклоняющиеся по сравнению с опубликованными данными для молоди жереха из Капчагайского водохранилища [42]: наибольшая высота тела и размеры головы значительно больше во всех исследованных

нами выборках; в районе пос.Баканас и пос. Куйган наименьшая длина хвостового стебля значительно меньше; в выборке из протоки Топар за счет больших размеров глаза (здесь была самая мутная вода) сократилась длина рыла; увеличилось число ветвистых лучей в спинном и анальном плавниках. У всех исследованных нами рыб число чешуй в боковой линии оказалось намного меньше типичного для взрослых особей жереха. Однако остальные признаки (наличие выемки в верхней челюсти, число ветвистых лучей в плавниках, характер окраски) соответствуют молодежи жереха. Ранее сообщалось о возможной гибридизации жереха с сибирским ельцом в Балхашском бассейне [18, 1-20 стр]. В последние 30 лет не было достоверных поимок ельца ниже Капчагайского водохранилища, а гибриды этих видов не могут быть плодовитыми из-за различий в числе хромосом [43-44]. Наиболее вероятными причинами выраженных морфологических особенностей молодежи жереха из дельты р.Иле могут быть аномалии среды обитания в момент раннего онтогенеза [45], нарушения гормональной регуляции онтогенеза и изменение онтогенетических траекторий [46-47].

Результаты многомерного анализа индивидуальной изменчивости пластических и счетных признаков дали сходные результаты (рисунок 3): независимо от локальности значительная часть особей проявляет большое морфологическое сходство, но также имеются индивидуумы значительно отличающиеся от них.

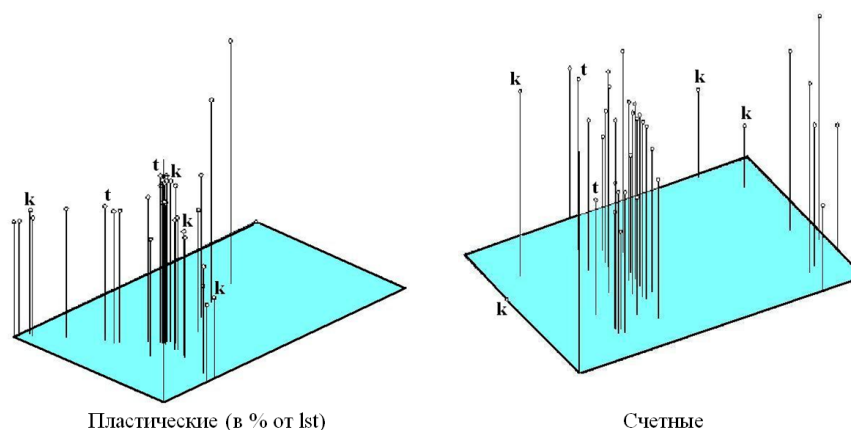


Рисунок 3 – Взаимное расположение исследованных особей в пространстве 1-3 главных компонент: без индекса – рыбы, отловленные в р.Иле ниже пос.Баканас, «k» - в районе пос.Куйган, «t» - в протоке Топар

Наибольшая нагрузка на первую главную компоненту распределена между 4 счетными признаками: числом ветвистых лучей в анальном, грудных и брюшных плавниках, а также числом пор на нижней челюсти (таблица 2). Наибольшую нагрузку на вторую компоненту оказывают число чешуй в боковой линии и ветвистых лучей в спинном плавнике; на третью компоненту – число ветвистых лучей в спинном плавнике и число пор на жаберной предкрышке.

Признаки	Главные компоненты		
	1	2	3
ll	0.1948	0.7255	0.3848
Ds	-0.1106	0.6121	-0.6112
As	-0.4349	0.0642	0.0465
Ps	-0.4444	0.2087	0.1389
Vs	0.4744	-0.1134	-0.0775
cmd	0.4626	0.1935	0.3734
cop	-0.3522	-0.0324	0.5582

Таблица 2 – Нагрузки счетных признаков на 1-3 главные компоненты

Нагрузки пластических признаков на главные компоненты распределены по большинству из изучавшихся признаков (таблица 3). Только высота головы и длина нижней челюсти проявляют большой консерватизм. Известно, что пластические признаки рыб во многом

определяются конкретными условиями среды обитания и не являются стабильными в течение жизни [48, 1-207 стр].

Признаки	Главные компоненты		
	1	2	3
aA	0.1136	0.0158	0.3490
cd	-0.0742	-0.4338	-0.3244
ca	0.2245	0.0647	0.3752
<i>lceph</i>	-0.0815	-0.3556	-0.2951
hco	0.2576	0.0696	0.4083
<i>Hceph</i>	-0.0941	-0.1748	-0.1592
H	0.4639	0.2128	-0.1754
hca	-0.2700	0.3673	-0.0973
h	0.4083	0.2084	-0.3849
<i>r</i>	-0.2841	0.3511	-0.1090
o	0.4161	0.2163	-0.3687
mx	-0.2741	0.3548	-0.0771
md	0.0710	-0.0372	-0.0366
op	-0.2462	0.3529	-0.0976

Таблица 3 - Нагрузки пластических признаков на 1-3 главные компоненты

Большая изменчивость морфологических показателей может быть связана или с деструктивным отбором и указывает на неблагоприятное состояние окружающей среды, или же, напротив, на отсутствие отбора, направленного против крайних вариантов. Выявленное отставание в скорости роста молоди и большие значения показателя флуктуирующей асимметрии указывают на то, что в дельте р.Иле состояние среды обитания является неблагоприятным для молоди жереха.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено: 1) относительно благоприятные условия для устойчивого воспроизводства жереха существуют лишь на участке р.Иле выше дельты; 2) гомеостаз развития молоди жереха *Aspius aspius* нарушен; 3) большая изменчивость морфологических показателей и замедленный рост молоди указывают на неблагоприятное состояние среды обитания.

Работа выполнена в рамках проекта «Исследование цито- и эмбриотоксического эффекта воды и донных отложений озера Балхаш на промысловых рыб и амфибий» (грант МОН РК № AP 05132792, научный руководитель – д.б.н., проф.Т.М.Шалахметова).

Список литературы

- 1 Ormerod S.J., Dobson M., Hildrew A.G., Townsend C.R. Multiple stressors in freshwater ecosystems // Freshwater biology. – 2010. – Vol.55 (Suppl. I). – P.1-4.
- 2 Carpenter S.R., Stanley E.H., Vander Zanden M.J. State of world's freshwater ecosystems: physical, chemical, and biological changes // Annual Review of Environment and Resources. – 2011. – Vol.36. – P.75-99.
- 3 Dudgeon D. Prospects for sustaining freshwater biodiversity in the 21st century: linking ecosystem structure and function // Current opinion in environmental sustainability. – 2010. – Vol. 2. – P.422-430.
- 4 Международный экологический форум по проблемам устойчивого развития Или-Балхашского бассейна «Балхаш-2000»: тезисы докладов на секциях. – Алматы: Информационно-аналитический центр геологии, экологии и природных ресурсов Республики Казахстан, 2000. – 325 с.
- 5 Самакова А.Б. (ред.) Проблемы гидроэкологической устойчивости в бассейне озера Балхаш. – Алматы: Каганат, 2003. – 584 с.
- 6 Чеботарева Ю.В., Савоскул С.П., Пичугин М.Ю., Савваитова К.А., Максимов С.В. Характеристика аномалий в строении внешних и внутренних органов у рыб. Разнообразие рыб Таймыра. – М.: Наука, 1999. – 182 с.
- 7 Решетников Ю.С., Попова О.А., Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.-А., Сталдвик Ф. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб // Успехи современной биологии. 1999. - №2. - С.165-177.
- 8 Попов П.А. Оценка экологического состояния водоемов методами ихтиоиндикации. – Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2002. – 270 с.
- 9 Mann H. Der Fisch als Indikator fur die Schwermetallbelastung der Gewasser // Beitz: Fishpotol and Toxicol. – 1980. - P.105-121.

- 10 Bradley R., Morris J. Heavy metals in fish from a series of metalcontaminated lakes near Sudbury, Ontario // Water, Air and Soil Pollution. - 1986. - № 27. - P. 341-354.
- 11 Munkittrick K., Dixon D. A holistic approach to ecosystem health assessment using fish population characteristics // Hydrobiology - 1989. - Vol.188/189. - P.123-135.
- 12 Shuter B. Population-level indicators of stress // American Fisheries Society Symposium. -1990. - Vol.8. - P. 145-166.
- 13 Lexer C., Fay M.F. Adaptation to environmental stress: a rare or frequent driver of speciation? // Journal of Evolution Biology. - 2005. - Vol. 18. - P. 893-900.
- 14 Кошелев Б.В. Исследование эколого-морфофизиологических особенностей развития рыб в связи с изменением среды // Эколого-морфологические и эколого-физиологические исследования развития рыб. - М.: Наука, 1978. - С.3-9.
- 15 Fuiman L.A. (ed). 1993. Water quality and the early life stages of fishes. American Fisheries Society Symposium 14, Bethesda, Maryland. 172 p.
- 16 Izzo C., Doubleday Z.A., Grammer G.L., Gilmore K.L., Alleway H.K., Barnes T.S., Disspain M.C.F., Giraldo A.J., Mazloumi N., Gillanders B.M. Fish as proxies of ecological and environmental change // Rev. Fish. Biol. Fisheries - 2016. - Vol. 26: 265-286.
- 17 Серов Н.П., Андиферова Т.И. Обыкновенный жерех в Балхаш-Илийском бассейне // Тезисы докл. конф. по вопросам рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. - Фрунзе: Илим, 1968. - С.130-131.
- 18 Башунова Н.Н. Биология и рыбохозяйственное значение жереха, акклиматизированного в озере Балхаш. Автореферат диссертации канд. биол. наук. - Л., 1974. - 20 с.
- 19 Крпо-Жеткович Ј., Hegediњ А., Lenhardt M. Diet and growth of asp, *Aspius aspius* (Linnaeus,1758), in the Danube River near the confluence with the Sava River (Serbia) // J.Appl.Ichthyol. - 2010. - Vol.26. - P.513-521.
- 20 Ланге Н.О., Дмитриева Е.Н. Методика эколого-морфологических исследований развития молоди рыб. Исследования размножения и развития рыб (методическое пособие) - М.: Наука, 1981. - 150 с.
- 21 Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 208 с.
- 22 Макеева А.П., Павлов Д.С., Павлов Д.А. Атлас молоди пресноводных рыб России. - М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. - 383 с.
- 23 Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. - М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
- 24 Mina M.V., Levin B.A., Mironovsky A.N. On the possibility of using character estimates obtained by different operators in morphometric studies of fishes // J. Ichthyol. - 2005. - №45:4. - P. 284-294.
- 25 Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки - М.: Центр экологической политики России, - 2000. - 68 с.
- 26 Лакин Г.Ф. Биометрия - М.: Высшая школа, 1990. - 352 с.
- 27 Press W. H., Flannery B. P., Teukolsky S. A., Vetterling W. T. Numerical recipes - Cambridge, New York, 1986. - 818 p.
- 28 Darroch J. N., Mosimann J. E. 1985. Canonical and principal components of shape // Biometrika. - Vol. 72. - P. 241-252.
- 29 Башунова Н.Н., Митрофанов В.П. Род *Aspius Agassiz*, 1835- Жерех // Рыбы Казахстана. - 1987. - Т.2. Карповые. - 177 с.
- 30 Kompowski A., Neja Z. The growth rate and condition of asp *Aspius aspius* (L., 1758) from Mikdyodrze waters // Bulletin of the Sea Fisheries Institute. - 2003. - Vol.3 (160). - P.47-59.
- 31 Кузнецов В.А., Кузнецов В.В. Экология размножения, размерно-возрастной состав и рост жереха в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. - 2016. - №1. - С.22-29.
- 32 Мамиллов Н.Ш., Кожабаяева Э.Б., Адильбаев Ж.А., Мажибаева Ж.О. Морфобиологическая изменчивость молоди жереха *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758) из р.Сырдарья // Вестник КазНУ. Серия экологическая. - 2016. - №4(49). - С.140-148.
- 33 Ward J.V., Stanford J. A. The serial discontinuity concept: Extending the model of floodplain rivers // Regulated Rivers: Research & Management. - 1995. - Vol.10. - P.159-168.
- 34 Petts G. E., Galow P. (eds). River Restoration. - Blackwell, Oxford, 1996. - 412 p.
- 35 Harby A., Alfredsen K., Fjeldstad H. P., Halleraker J. H., Arnekleiv J. V., Borsasnyi P., Flodmark L. E. W., Saltveit S. J., Johansen S., Vehanen T., Huusko A., Clarke K., Scruton D. Ecological impacts of hydro peaking in rivers // In: Honningsvag, B., G. H. Midttome, K. Repp, K. Vaskinn & T. Westeren (eds.) Hydropower in the New Millenium. - Swets & Zeitlinger, Lisse, 2001. - 356 p.
- 36 Vehanen T., Bjerke P. L., Heggens J., Huusko A., Мдкі-Петдус А. Effect of fluctuating flow and temperature on cover type selection and behaviour by juvenile brown trout in artificial steams // Journal of Fish Biology. - 2000. - Vol. 56. - P. 923-937.
- 37 Sloman K. A., Taylor A.C., Metcalfe N.B., Gilmour K.M. Effects of an environmental perturbation on the social behaviour and physiological function of brown trout // Animal Behaviour - 2001. - Vol. 61. - P.325-333.
- 38 Vehanen T., Jurvelius J., Lahti M. Habitat utilisation by fish community in a short-term regulated river reservoir // Hydrobiologia - 2005. - Vol.545. - P.257-270.

- 39 Humphries P., Lake P.S. Fish larvae and the management of regulated rivers // Regulated Rivers: Research & Management - 2000. – Vol.16. – P.421–432.
- 40 Bain M. B., Finn J. T., Booke H. E. Streamflow regulation and fish community structure // Ecology. – 1988. – Vol.69. – P. 382–392.
- 41 Баимбетов А.А. Систематика и биология жереха Капчагайского водохранилища // Биологические науки. – Алма-Ата: КазГУ, 1975. – Вып.9. – С. 66-71.
- 42 Nygren A., Andreasson J., Johnsson L., Jahnke M. Cytological studies in Cyprinidae (Pisces) // Hereditas, 1976. – Vol.81., №2. – P. 165-172.
- 43 Hafez R., Labat R., Quillier R. Etude citogenetique chez quelques especes de cyprinides de la region Midi Pyrenees // Bull. Soc. Hist. Nature Toulouse. - 1978. - Vol.144, №1/2. – P. 122-159.
- 44 Татарко К.И. Влияние температуры на меристические признаки рыб // Вопросы ихтиологии. - 1968. – Т.8. - Вып.3(50). – С. 425-439.
- 45 Levin B.A. Drastic shift in the number of lateral line scales in the common roach *Rutilus rutilus* as a result of heterochronies: experimental data // Journal of applied ichthyology. - 2010. - Vol.26. - P. 303-306.
- 46 Levin B.A., Bolotovskiy A.A., Levina M.A. Body size determines the number of scales in cyprinid fishes as inferred from hormonal manipulation of developmental rate // Journal of Applied Ichthyology. – 2012. - Vol. 28. № 3. - P. 393–397.
- 47 Мина М.В. Микроэволюция рыб. – М.: Наука, 1986. – 207 с.

¹ Н.Ш. Мамилов, ^{1,2} Ф.Т. Амирбекова, ¹ Т.М. Шалахметова, ³ Ж.А. Адильбаев, ¹ Т.Г. Конысбаев, ¹ Л.Р. Сутуева

¹ *Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан*

² *«Қазақ балық шаруашылығы институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан*

³ *«Іле-Балқаш мемлекеттік табиғи қорығы» РМК, Алматы, Қазақстан*

Іле өзенінің дельтасының әртүрлі биотоптарынан ақмарқанын *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758) құртшабақтарының даму ерекшеліктері

Аңдатпа: Ақмарқа *Aspius aspius* Балқаш көлінің бассейніне енгізілген маңызды кәсіптік балық түрі болып табылады. Осы балықтың даму биологиясы аз зерттелген. Сондай-ақ, табиғи су айдындарына адамның әсер етуінің әртүрлі тәсілдеріне құртшабақ балықтарының реакциясы аз зерттелген. 2018 жылы өткізілген зерттеудің мақсаты Іле дельтасында ақмарқаның құртшабақтарының даму жағдайын бағалау болып табылады. Морфологиялық және биологиялық талдау дәстүрлі схема бойынша жүргізілді. Сондай-ақ, екі жақты белгілердің өзгермелі асимметриясы зерттелген. 11 есеп және 14 пластикалық белгілердің жай-күйі зерттелді. Популяциялық саналуандылығы негізгі компонентті әдіс арқылы бағаланды. Іле өзенінің әр түрлі жастағы құртшабақтар дельтадан жоғары табылған, ал бірінші жастағы құртшабақтар тек қана тармақтарда өмір сүреді. Іле өзенінің дельтасында ақмарқаның құртшабақтар дамуы Волга, Орал және Сырдария өзендеріне қарағанда әлдеқайда баяу жүреді. Біз зерттеген балықтардағы Аs асимметрия ауытқу коэффициентінің мәндері жеке дамудың гомеостазында елеулі бұзушылықтарды көрсетеді. Зерттелген дарақтар арасында фенотипиаттар табылды - қысқа тұмсықты дарақтар (мопстәріздес). Құртшабақтардың пластикалық және саналы белгілері бұл түрге белгілі шектерден тыс үлкен ауытқушылықпен сипатталады. Жалпы тіршілік ортасының жағдайы құртшабақтардың дамуына қолайсыз деп бағаланды.

Түйін сөздер: ақмарқа, даму, құртшабақ, Іле өзені, морфологиялық талдау, өзгермелілігі

¹ N.Sh. Mamilov, ^{1,2} F.T. Amirbekova, ¹ T.M. Shalakhmetova, ³ J.A. Adilbaev, ¹ T.G.Konysbaev, ¹ L.R.Sutueva

¹ *Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

² *Kazakh Institute of Fisheries LLP, Almaty, Kazakhstan*

³ *RSE Ile-Balkhashsky Nature Reserve, Almaty, Kazakhstan*

Features of the development of juvenile *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758) from different biotopes of the Ile river delta

Abstract: *Aspius aspius* is an important commercial fish species introduced into the basin of the Balkash Lake. The developmental biology of juveniles of this species is poorly understood. In addition, the reactions of juvenile fish to various human impacts on natural water bodies are poorly studied. The purpose of the study conducted in 2018 was to assess the conditions for the development of juvenile *A. aspius* in the Ile delta. Morphological and biological analyzes were performed according to the traditional scheme. The fluctuating asymmetry of bilateral signs was also studied. The states of 11 countable and 14 plastic signs were studied. Population diversity was assessed using the principal component method. Juveniles of different ages were found in the Ile river section above the delta, and the juveniles of the first year of life live only in the ducts. The growth of juvenile *A. aspius* in the delta of the Ile river occurs much more slowly than in the rivers Volga, Ural and Syrdarya. The values of the As coefficient of fluctuating asymmetry in the studied fish indicate significant disturbances in the homeostasis of individual development. Among the studied individuals of *A. aspius*, phenodeviates were found — individuals with a shortened (pug) snout. Plastic and countable signs of juveniles are characterized by great variability beyond the limits known for this species. In general, the state of the habitat was assessed as unfavorable for the development of juveniles.

Keywords: asp, development, juveniles, Ile river, morphological analysis, variability

References

- 1 Ormerod S.J., Dobson M., Hildrew A.G., Townsend C.R. Multiple stressors in freshwater ecosystems, *Freshwater biology*, 55 (Suppl. I), 1-4 (2010).
- 2 Carpenter S.R., Stanley E.H., Vander Zanden M.J. State of world's freshwater ecosystems: physical, chemical, and biological changes, *Annual Review of Environment and Resources*, 36, 75-99 (2011).
- 3 Dudgeon D. Prospects for sustaining freshwater biodiversity in the 21st century: linking ecosystem structure and function, *Current opinion in environmental sustainability*, 2, 422-430 (2010).
- 4 Mezhdunarodnyj ehkologicheskij forum po problemam ustojchivogo razvitiya Ili-Balhashskogo bassejna "Balhash-2000" [International Environmental Forum on Sustainable Development of the Ili-Balkhash Basin "Balkhash-2000"]: Tezisy dokladov na sekiyah. Informacionno-analiticheskij centr geologii, ehkologii i prirodnyh resursov Respubliki Kazahstan, [Theses of reports on sections. Information and Analytical Center of Geology, Ecology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan]. Almaty, 2000, p. 325 [In Russian]
- 5 Samakova A.B. Problemy gidroehkologicheskoy ustojchivosti v bassejne ozera Balhash [Problems of hydro-ecological stability in the basin of Lake Balkhash] (Kaganat, Almaty, 2003)
- 6 Chebotareva YU.V., Savoskul S.P., Pichugin M.YU., Savvaitova K.A., Maksimov S.V. Harakteristika anomalij v stroenii vneshnih i vnutrennih organov u ryb. Raznoobrazie ryb Tajmyra [Characteristics of anomalies in the structure of the external and internal organs in fish. Variety of Taimyr fish] (Nauka, Moscow, 1999)
- 7 Reshetnikov YU.S., Popova O.A., Kashulin N.A., Lukin A.A., Amundsen P.-A., Staldivik F. Ocenka blagopoluchiya rybnaj chasti vodnogo soobshchestva po rezul'tatam morfopatologicheskogo analiza ryb [Assessment of the well-being of the fish part of the aquatic community based on the results of morpathological analysis of fish], *Uspekhi sovremennoj biologii* [Successes of modern biology], 2, 165-177 (1999) [In Russian]
- 8 Popov P.A. Ocenka ehkologicheskogo sostoyaniya vodoemov metodami ihtioindikacii [Assessment of the ecological status of water bodies using ichthyoreindication methods] (Novosibirsk State University, Novosibirsk, 2002) [In Russian]
- 9 Mann H. Der Fisch als Indikator fur die Schwermetallbelastung der Gewasser // Beitz: Fishpotol and Toxicol, 1980, P.105-121.
- 10 Bradley R., Morris J. Heavy metals in fish from a series of metalcontaminated lakes near Sudbury, Ontario // *Water, Air and Soil Pollution*, 27, 341-354 (1986).
- 11 Munkittrick K., Dixon D. A holistic approach to ecosystem health assessment using fish population characteristics, *Hydrobiology*, 188/189, 123-135 (1989).
- 12 Shuter B. Population-level indicators of stress, *American Fisheries Society Symposium*, 8, 145-166 (1990).
- 13 Lexer C., Fay M.F. Adaptation to environmental stress: a rare or frequent driver of speciation?, *Journal of Evolution Biology*, 18, 893-900 (2005).
- 14 Koshelev B.V. Issledovanie ehkologo-morfofiziologicheskix osobennostej razvitiya ryb v svyazi s izmeneniem sredy [Study of ecological-morphophysiological features of fish development in relation to change of environment], *Ehkologo-morfologicheskije i ehkologo-fiziologicheskije issledovaniya razvitiya ryb* [Ecological-morphological and ecological-physiological studies of fish development], M.: Nauka, 1978, P.3-9. [In Russian]
- 15 Fuiman L.A. (ed). Water quality and the early life stages of fishes. *American Fisheries Society Symposium* 14. Bethesda, Maryland, 1993, 172 p.
- 16 Izzo C., Doubleday Z.A., Grammer G.L., Gilmore K.L., Alleway H.K., Barnes T.S., Disspain M.C.F., Giraldo A.J., Mazloumi N., Gillanders B.M. Fish as proxies of ecological and environmental change// *Rev. Fish. Biol. Fisheries*, 26, 265-286 (2016).
- 17 Serov N.P., Anciferova T.I. Obyknovennyj zherekh v Balhash-Ilijskom bassejne [Common asp in Balkhash-Ili basin] Tezisy dokl. konf. po voprosam rybnogo hozyajstva respublik Srednej Azii i Kazahstana [Abstracts of conf. on fisheries of the republics of Central Asia and Kazakhstan]. Frunze, 1968, pp.130-131. [In Russian]
- 18 Bashunova N.N. Biologiya i rybohozyajstvennoe znachenie zherekha, akklimatizirovannogo v ozere Balhash. Avtoreferat dissertacii kand. biol. nauk. [Biology and fisheries value of asp, acclimatized in Lake Balkhash. Abstract of dissertation cand. biol. sciences.], 1974, 20 p. [In Russian]
- 19 Krpo-Cetkovic J., Hegedis A., Lenhardt M. Diet and growth of asp, *Aspius aspius* (Linnaeus,1758), in the Danube River near the confluence with the Sava River (Serbia), *J.Appl.Ichthyol*, 26, 513-521 (2010).
- 20 Lange N.O., Dmitrieva E.N. Metodika ehkologo-morfologicheskix issledovanij razvitiya molodi ryb [Methods of ecological and morphological studies of the development of juvenile fish], *Issledovaniya razmnozheniya i razvitiya ryb (metodicheskoe posobie)* [Studies of reproduction and development of fish (methodological guide)], M: Moscow, 1981, 150 p. [In Russian]
- 21 Koblickaya A.F. Opredelitel' molodi presnovodnyh ryb [Key to freshwater fry], M: Light and food industry, 1981, 208 p. [In Russian]
- 22 Makeeva A.P., Pavlov D.S., Pavlov D.A. Atlas molodi presnovodnyh ryb Rossii [Atlas of young freshwater fish of Russia], M: Fellowship of scientific publications KMK, 2011, 383 p. [In Russian]
- 23 Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb [Fish Study Guide], M: Food industry, 1966, 376 p. [In Russian]
- 24 Mina M.V., Levin B.A., Mironovsky A.N. On the possibility of using character estimates obtained by different operators in morphometric studies of fishes, *J. Ichthyol*, 45:4, 284-294 (2005).

- 25 Zaharov V.M., Baranov A.S., Borisov V.I., Valeckij A.V., Kryazheva N.G., Chistyakova E.K., Chubinshvili A.T. Zdorov'e sredi: metodika ocenki [Environmental Health: methods of assessment], M.: Centr ehkologicheskoy politiki Rossii, 2000. 68 p. [In Russian]
- 26 Lakin G.F. Biometriya [Biometry], M: Higher school, 1990, 352 p. [In Russian]
- 27 Press W. H., Flannery B. P., Teukolsky S. A., Vetterling W. T. Numerical recipes - Cambridge. New York, 1986, 818 p.
- 28 Darroch J. N., Mosimann J. E. Canonical and principal components of shape. *Biometrika*, 72:241-252 (1985).
- 29 Bashunova N.N., Mitrofanov V.P. Rod *Aspius Agassiz*, 1835- Zherekh [Genus *Aspius Agassiz*, 1835- Zherekh], *Ryby Kazakhstana* [Fishes of Kazakhstan], 2, 177 (1987) [In Russian]
- 30 Kompowski A., Neja Z. The growth rate and condition of asp *Aspius aspius* (L., 1758) from Mi?dzyodrze waters// *Bulletin of the Sea Fisheries Institute*, 3:160, 47-59 (2003).
- 31 Kuznecov V.A., Kuznecov V.V. Ekologiya razmnozheniya, razmerno-vozzrastnoj sostav i rost zherekha v verhnjej chasti Volzhskogo plesa Kujbyshevskogo vodohranilishcha [Reproduction ecology, size and age composition and growth of the asp in the upper part of the Volga Reach of the Kuibyshev reservoir], *Vestnik AGTU. Ser.:Rybnoe hozyajstvo* [Bulletin of ASTU. Ser.: Fisheries], 1, 22-29 (2016) [In Russian]
- 32 Mamilov N.SH., Kozhabaeva E.H.B., Adil'baev ZH.A., Mazhibaeva ZH.O. Morfobiologicheskaya izmenchivost' molodi zherekha *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758) iz r.Syrdar'I [Morphobiological variability of juvenile asp *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758) from the Syrdarya river], *Vestnik KazNU. Seriya ehkologicheskaya* [KazNU Bulletin. Ecological series], 4(49), 140-148 (2016) [In Russian]
- 33 Ward J.V., Stanford J. A. The serial discontinuity concept: Extending the model of floodplain rivers // *Regulated Rivers: Research Management*, 10, 159-168 (1995).
- 34 Petts G. E., Galow P. (eds). *River Restoration*. - Blackwell, Oxford, 1996, 412 p.
- 35 Harby A., Alfredsen K., Fjeldstad H. P., Halleraker J. H., Arnekleiv J. V., Borsasnyi P., Flodmark L. E. W., Saltveit S. J., Johansen S., Vehanen T., Huusko A., Clarke K., Scruton D. Ecological impacts of hydro peaking in rivers, In: Honningsvag, B., G. H. Midttome, K. Repp, K. Vaskinn T. Westeren (eds.) *Hydropower in the New Millenium*, Swets Zeitlinger, Lisse, 2001, 356 p.
- 36 Vehanen T., Bjerke P. L., Heggens J., Huusko A., M?ki-Pet?ys A. Effect of fluctuating flow and temperature on cover type selection and behaviour by juvenile brown trout in artificial streams, *Journal of Fish Biology*, 56, 923-937 (2000).
- 37 Sloman K. A., Taylor A.C., Metcalfe N.B., Gilmour K.M. Effects of an environmental perturbation on the social behaviour and physiological function of brown trout, *Animal Behaviour*, 61, 325-333 (2001).
- 38 Vehanen T., Jurvelius J., Lahti M. Habitat utilisation by fish community in a short-term regulated river reservoir, *Hydrobiologia*, 545, 257-270 (2005).
- 39 Humphries P., Lake P.S. Fish larvae and the management of regulated rivers, *Regulated Rivers: Research Management*, 16, 421-432, (2000).
- 40 Bain M. B., Finn J. T., Booke H. E. Streamflow regulation and fish community structure, *Ecology*, 69, 382-392 (1988).
- 41 Baimbetov A.A. Sistematika i biologiya zherekha Kapchagajskogo vodohranilishcha [Systematics and biology of the asp of the Kapchagai reservoir], *Biologicheskie nauki* [Biological sciences], 9, 66-71 (1975) [in Russian]
- 42 Nygren A., Andreasson J., Johnsson L., Jahnke M. Cytological studies in Cyprinidae (Pisces), *Hereditas*, 81, 165-172 (1976). [In Russian]
- 43 Hafez R., Labat R., Quillier R. Etude citogenetique chez quelques especes de cyprinides de la region Midi Pyrenees, *Bull. Soc. Hist. Nature Toulouse*, 144, 122-159 (1978).
- 44 Tatarko K.I. Vliyanie temperatury na meristicheskie priznaki ryb [Influence of temperature on fish meristic signs], *Voprosy ihtologii* [Ichthyology issues], 8, 3:50, 425-439 (1968) [In Russian]
- 45 Levin B.A. Drastic shift in the number of lateral line scales in the common roach *Rutilus rutilus* as a result of heterochronies: experimental data, *Journal of applied ichthyology*, 26, 303-306 (2010).
- 46 Levin B.A., Bolotovskiy A.A., Levina M.A. Body size determines the number of scales in cyprinid fishes as inferred from hormonal manipulation of developmental rate, *Journal of Applied Ichthyology*, 28, 393-397 (2012).
- 47 Mina M.V. Mikroevoluciya ryb [Microevolution of fish], M: Nauka, 1986, 207 p. [In Russian]

Сведения об авторах

Мамилов Н.Ш. - кандидат биологических наук, доцент кафедры биоразнообразия и биоресурсов, Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан. *Амирбекова Ф.Т.* - младший научный сотрудник, ТОО "Казахский институт рыбного хозяйства", пр. Суяубая, 89 "А", Алматы, Казахстан.

Шалахметова Т.М. - доктор биологических наук, профессор кафедры биоразнообразия и биоресурсов, Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан. *Адильбаев Ж.А.* - советник РГП "Иле-Балкашский природный резерват", Алматы, Казахстан.

Коньсбаев Т.Г. - специалист кафедры биоразнообразия и биоресурсов, Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан.

Сутуева Л.Р. - преподаватель кафедры биоразнообразия и биоресурсов, Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан.

Mamilov N.Sh. - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Biodiversity and Bioresources, Al-Farabi Kazakh National University, Al-Farabi Ave., 71, Almaty, Kazakhstan.

Amirbekova F.T. - Junior Researcher, Kazakh Institute of Fisheries LLP, Suyumbai Ave., 89 "A", Almaty, Kazakhstan.

Shalakhmetova T.M. - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Biodiversity and Bioresources, Al-Farabi Kazakh National University, Al-Farabi Ave., 71, Almaty, Kazakhstan.

Adilbaev J.A. - advisor, RSE Ile-Balkhashsky Nature Reserve, Almaty, Kazakhstan.

Konysbaev T.G. - specialist, Department of Biodiversity and Bioresources, Al-Farabi Kazakh National University, Al-Farabi Ave., 71, Almaty, Kazakhstan.

Sutuyeva L.R. - lecturer, Department of Biodiversity and Bioresources, Al-Farabi Kazakh National University, Al-Farabi Ave., 71, Almaty, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 22.01.2019