

**М.Т. Тұрсынәлі** , **Ж.И. Ургенишбаева** 

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы  
e-mail: [urgenishbaevazh@gmail.com](mailto:urgenishbaevazh@gmail.com)

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВУХ СТАД  
РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ *ONCORHYNCHUS MYKISS*,  
КУЛЬТИВИРУЕМОЙ НА Р. ИССЫК  
(Балкашский бассейн, Республика Казахстан)**

Радужная форель *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) является одним из наиболее многочисленных и коммерчески важных объектов аквакультуры во всем мире. Для Республики Казахстан радужная форель является чужеродным видом. Ее выращивание в нашей стране было начато в 1964 г. В настоящее время весь посадочный материал для товарного выращивания радужной форели поступает из-за рубежа. В связи с этим актуальной является задача сравнительной оценки рыбоводных качеств форели различного происхождения, выращенной в местных условиях. Для этого в 2022 г. на хозяйстве «ТМТgroup», расположенном на р. Иссык в горах Заилийского Алатау (Балкашский бассейн), были проведены опыты по выращиванию форели датского и польского происхождения. Рыбы выращивались до товарной массы в идентичных условиях. Изучение биоморфологических показателей проведено по стандартной для ихтиологических исследований схеме с последующей статистической обработкой (ANOVA и PCA). Однофакторный анализ не выявил значимых различий по размерам в сравниваемых стадах форели. В обоих стадах форели были выделены три фенотипические группы со сходной частотой проявления. Анализ изменчивости основных биоморфологических показателей с помощью метода главных компонент (PCA) выявил различия между датским и польским стадами. В сравнении с дикими популяциями у выращенных на хозяйстве рыб изменчивость всех изучавшихся показателей находится на очень высоком уровне, что связано с отсутствием отбора и большим адаптационным потенциалом стада. Полученные показатели роста в исследованных стадах форели находятся на том же уровне, что и в большинстве хозяйств Европы. В целом результаты выращивания двух различных по происхождению стад форели в хозяйстве на р. Иссык оцениваются как удовлетворительные. Некоторое преимущество по скорости роста имеет датская форель, а выживаемость рыб была выше в польской группе.

**Ключевые слова:** радужная форель, аквакультура, Балкашский бассейн, биоморфология, рост.

M.T. Tursynali, Zh. I. Urgenishbayeva

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty  
e-mail: [urgenishbaevazh@gmail.com](mailto:urgenishbaevazh@gmail.com)

**Comparative characteristics of biomorphological indicators of two herds  
of rainbow trout *Oncorhynchus Mykiss* cultivated on the Issyk river  
(Balkash Basin; Republic of Kazakhstan)**

The rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) is one of the most numerous and commercially important aquaculture sites worldwide. Rainbow trout is an alien species for the Republic of Kazakhstan. Its cultivation in our country was started in 1964. Currently, all planting material for commercial cultivation of rainbow trout comes from abroad. In this regard, the task of comparative assessment of the fish-breeding qualities of trout of various origins grown in local conditions is urgent. To do this, in 2022 on the farm "TMTgroup", located on the Issyk River in the mountains of the Trans-Ili Alatau (Balkash basin), experiments were conducted on the cultivation of trout of Danish and Polish origin. The fish were grown to marketable weight under identical conditions. The study of biomorphological indicators was carried out according to the standard scheme for ichthyological studies with subsequent statistical processing (ANOVA and PCA). Univariate analysis revealed no significant differences in size in the compared trout herds. Three phenotypic groups with similar frequency of manifestation were identified in both trout herds. Analysis of the variability of the main biomorphological indicators using the principal component method (PCA) revealed differences between the Danish and Polish herds. In comparison

with wild populations of farmed fish, the variability of all studied indicators is at a very high level, which is due to the lack of selection and the large adaptive potential of the herd. The obtained growth rates in the studied trout herds are at the same level as in most European farms. In general, the results of growing two trout herds of different origin on the Issyk River farm are assessed as satisfactory. Danish trout has some advantage in terms of growth rate, and the survival rate of fish was higher in the Polish group.

**Key words:** rainbow trout, aquaculture, Balkhash basin, biomorphology, growth.

М.Т. Тұрсынәлі, Ж.И. Ургенишбаева

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.  
e-mail: urgenishbaevazh@gmail.com

**Есік өзенінде өсірілетін құбылмалы бахтақ *Oncorhynchus Mykiss*  
екі табынының биоморфологиялық көрсеткіштерінің  
салыстырмалы сипаттамасы (Балқаш бассейні; Қазақстан Республикасы)**

Құбылмалы бахтақ *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) – әлемдегі ең көп және коммерциялық маңызды аквакультура нысандарының бірі. Қазақстан Республикасы үшін құбылмалы бахтақ жерсіндірілген түр. Біздің елде оны өсіру 1964 жылы басталды. Қазіргі уақытта құбылмалы бахтақты тауарлы өсіруге арналған барлық отырғызу материалдары шетелден келеді. Осыған байланысты жергілікті жерде өсірілген әртүрлі жерсіндірілген құбылмалы бахтақ балығының өсуіне салыстырмалы бағалау міндетті және өзекті. Ол үшін 2022 ж. Іле Алатауы (Балқаш бассейні) тауларындағы Есік өзенінде орналасқан “ТМТgroup” шаруашылығында Дат және поляк тектес құбылмалы бахтақ өсіру бойынша тәжірибиелік жұмыстар жүргізілді. Балықтар бірдей жағдайда тауарлық массаға дейін өсірілді. Биоморфологиялық көрсеткіштерді зерттеу үшін ихтиологиялық зерттеу стандартты схема бойынша жасалды, содан кейін статистикалық өңдеу жүргізілді (ANO-VA және PCA). Талдау мен салыстыру жұмыстары құбылмалы бахтақ табындарында өлшемдер бойынша айтарлықтай айырмашылықтар жоқ екенін көрсетті. Үш фенотиптік топ бойынша құбылмалы бахтақ екі табынында да ұқсас көріну жиілігі бар екендігі айқындалды. Негізгі компонент әдісі (PCA) арқылы негізгі биоморфологиялық көрсеткіштердің өзгергіштігін талдау Дат және поляк табындарының арасындағы айырмашылықтарды анықтады. Фермада өсірілген балықтардың жабайы популяцияларымен салыстырғанда, зерттелген барлық көрсеткіштердің өзгергіштігі өте жоғары деңгейде, бұл іріктеудің болмауымен және табынның үлкен бейімделу жағдайына байланысты. Зерттелген құбылмалы бахтақ табындарының өсу қарқыны Еуропаның көптеген шаруашылықтарымен бірдей деңгейде. Жалпы, Есік өзеніндегі шаруашылықта шығу тегі бойынша екі түрлі форель табындарын өсіру нәтижелері қанағаттанарлық деп бағаланады. Даниялық құбылмалы бахтақтың өсу қарқынының кейбір артықшылығы бар, ал поляк тобы балықтарының өмір сүру деңгейі жоғары болды.

**Түйін сөздер:** құбылмалы бахтақ, аквакультура, Балқаш бассейні, биоморфология, өсу.

## Введение

Радужная форель *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) является одним из самых распространенных объектов аквакультуры в мире [1,2]. Ранее радужную форель рассматривали в качестве самостоятельного вида *Salmo gairdenri*, но в настоящее время ее принято считать европейской формой микижи *Oncorhynchus mykiss* [3,4]. Естественный ареал этого вида охватывает реки северной части тихоокеанского побережья Азии и Северной Америки [3]. Разведением микижи в мире занимаются уже несколько веков [5], поскольку она обладает вкусным мясом, быстро растет и является идеальным видом для устойчивого ведения аквакультуры в холодной воде [2,6]. В 2020 г. ее производство в аквакультуре достигло 739,5 тысяч тонн и данный вид устойчиво вошел в число 15 наиболее важных

объектов аквакультуры [5]. В качестве объекта аквакультуры и спортивного рыболовства микижа распространилась далеко за пределы своего естественного ареала и сейчас не встречается только в Антарктиде [7]. Это обусловлено большой адаптационной способностью и пищевой активностью данного вида рыб [8].

Выращивание форели производят во внутренних водоемах, бассейнах и установках замкнутого водоснабжения, а также садках [9]. Одной из наиболее распространенных форм фермерской аквакультуры является выращивание форели в прудовых хозяйствах с естественным водоснабжением [10].

В Казахстане форель стали разводить в Бартогайском форелевом хозяйстве на р.Чилик с 1964 г [11]. В настоящее время весь посадочный материал для товарного выращивания радужной форели поступает из-за рубежа. В последние годы

в Алматинской области быстро увеличивается число хозяйств, занимающихся выращиванием этого вида рыб. Известно, что биологическая изменчивость рыб намного больше зависит от условий существования, чем у большинства других таксонов животных [12,13]. Поэтому актуальной задачей является сравнение рыбоводных характеристик различных стад радужной форели в экологических условиях Балкашского бассейна. Задачей нашего исследования было изучение биоморфологических особенностей радужной форели, полученной из оплодотворенной икры из Польши и Дании, с целью оценить успешность выращивания стад форели европейского происхождения в местных условиях.

### Материалы и методики

Исследования проводились на форелевом хозяйстве «ТМТgroup», расположенном на р.Иссык в горах Заилийского Алатау (Балкашский бассейн). Вода на хозяйство поступает непосредственно из реки. Рыба выращивается в цилиндрических ёмкостях объемом 15 м<sup>3</sup>. Плотность посадки соответствует рекомендованным рыбоводным нормативам [14]. Кормление рыб проводилось 4 раза в сутки форелевым кормом «AllerAqua» (Германия) в соответствии с рекомендациями производителя. Молодь кормили гранулами диаметром 2 мм «Aller performa», взрослых рыб – гранулами «Aller silver» диаметром от 3 до 8 мм в зависимости от размеров рыб. Характеристика корма: протеин 45 %, жир 20 %, углеводы 17,9 %, зола 7,1 % волокно 2,0% фосфор 1,0 %, энергетическая ценность 21,9 мдж, усваиваемая энергия 18,9. Состав: витамины и минералы, зерновые продукты, морские субпродукты, одноклеточные белки, переработанные животные белки, побочные продукты не морского происхождения, продукты крови, растительные белки, растительные масла, рыбий жир, рыбная мука. [15]

Для контроля физико-химических показателей воды использовались следующие приборы: многопараметровый измеритель Hengxin

AZ8403, оксиметр OxyGuard., аммоний Tetra Test Ammonia NH<sub>3</sub> / NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, нитраты VladOx NO<sub>3</sub>.

Изучали рыб, выращенных из оплодотворенной икры, полученной на фермах хозяйства Dabie (Польша) и хозяйства Aquasearch OVA (Дания). В дальнейшем для различения этих двух групп будем употреблять термин «стадо» с указанием страны происхождения. Общий вид датской форели: голова относительно небольшая, хвостовой стебель и лопасти хвостового плавника также небольшие. Это является результатом длительной направленной селекции и повышает потребительскую ценность рыб [16.17]. У польской форели голова, хвостовой стебель и лопасти хвостового плавника относительно большие.

Сравнительное изучение выращенных в хозяйстве «ТМТgroup» рыб проводили в возрасте товарной массы – 7 месяцев. Биоморфологический анализ выполняли по стандартной методике [18.19]. Из каждой ёмкости методом случайной выборки извлекались 15-30 рыб. Для уменьшения стресса рыб предварительно наркотизировали 10% гвоздичным маслом (0,4 г/л) в течение 2 минут [20-23], затем в течение 15-20 секунд проводили измерения и фотографирование, после чего рыбу возвращали в чистую воду. Измерялись следующие показатели: абсолютная длина рыбы (L), длина тела до основания хвостового плавника (SL), наибольшая (H) и наименьшая (h) высота тела, масса (Q). Также учитывались внешний вид и окраска рыб.

Первичная статистическая обработка проводилась по стандартной для рыбоводных показателей схеме, с последующим многомерным анализом массивов (ANOVA) [24]. Для оценки общего разнообразия использован метод главных компонент PCA [25].

### Результаты и обсуждение

Физико-химические условия выращивания двух стад форели в целом были идентичными (таблица 1) и соответствовали рыбоводным нормативам [26].

Таблица 1 – Физико-химические показатели, характеризующие условия выращивания рыб

Стадо	Показатели воды						
	Температура, °С	pH	Минерализация, мг/л	Мутность, FTU	O <sub>2</sub> , мг/л	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л
Польское	4 – 13	8.0-8.2	78-92	0.51-1.91	12,0	<0,03	0-1,772
Датское	4 – 13	8.0-8.2	78-92	0.54-1.91	12,0	<0,03	?

По внешнему виду рыбы из обоих стад мало различались. Окраска спины тёмная, серые или зеленовато-серые бока, яркое серебристое брюхо. У рыб, на боках часто заметна характерная для микижи продольная розовая полоса. По бокам тела, на спине и голове разбросаны многочисленные черные пятна или пятнышки. У датской форели выделены три фенотипические группы: с редкими крупными пятнами на голове – 2%, с крупными и мелкими пятнами – 3% и с мелкими пятнышками-крапинками – 95%. У всех рыб, достигших товарного размера, крупные черные пятна на переднем отделе тела (до условной вертикали через спинной и брюшной плавники) отсутствовали. На участке тела, расположенном между передним отделом и хвостовым стеблем, примерно у 86 % рыб наблюдали сочетание мелких и крупных пятен, у остальных рыб – только мелкие пятнышки. Поскольку все исследованные рыбы были выращены из одной партии оплодотворенной икры и в одинаковых условиях, обнаруженные различия в окраске могут быть обусловлены генетическими различиями особей. На хвостовом стебле было отмечено несколько типов окраски: 3 крупных пятна

у 62,8% рыб, 2 крупных пятна – у 18,6%, много мелких пятнышек – у 7,2%, 1 крупное пятно и хвостовой стебель без всяких пятен – по 1,4%.

У польской форели по фенотипу различаются те же три группы примерно в том же соотношении: с редкими крупными пятнами на голове – 3%, с крупными и мелкими пятнами – 2% и с мелкими пятнышками-крапинками – 95%. На участке тела, расположенном между передним отделом и хвостовым стеблем, примерно у 90 % рыб наблюдали сочетание мелких и крупных пятен, у остальных рыб – только мелкие пятнышки. На хвостовом стебле было отмечено несколько типов окраски: 3 крупных пятна у 63,8% рыб, 7,2% крупных пятна – у 17,4%, много мелких пятнышек – у 2, 1 крупное пятно и хвостовой стебель без всяких пятен – по 1,6%. Мало заметные различия имеются в расположении пятен: в польском стаде форели крупные пятна на боках располагаются от головы до хвостового плавника, на спинном плавнике имеются небольшие пятнышки, а в датском стаде – крупные пятна расположены только в задней части тела, на спинном плавнике пятна слиты в горизонтальную полосу (рисунок 1).



Польская



Датская

Рисунок 1 – Внешний вид форели из разных стад

В силу видовых биологических особенностей у форели существуют значительные внутрипопуляционные различия в скорости роста. Поэтому для получения корректных выводов

необходимо проводить сравнение между соответствующими размерными группами. Биоморфологические показатели стад приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Биоморфологические показатели форели из польского стада

Признаки	1 ёмкость					2 ёмкость				
	min	max	M	±s	CV	min	max	M	±s	CV
Абсолютные значения										
L, см	19.5	23.0	21.0	1.28	6.10	16	19.3	17.9	1.05	5.89
l, см	16.5	19.5	18.0	1.08	5.97	14	17	15.3	0.96	6.27
Q, г	80	145	109.3	19.17	17.53	55	80	66.39	9.67	14.57
Коэффициенты										
Fulton	1.50	2.45	1.86	0.24	12.89	1.63	2.01	1.86	0.12	6.90
H в % от l	21.2	29.7	27.2	2.17	7.99	25.0	31.03	27.56	2.12	7.68
h в % от l	9.2	12.1	10.8	0.78	7.29	1.55	2.99	1.66	0.77	9.93

Таблица 2 – Продолжение

	3 ёмкость					Tst		
	min	max	M	±s	CV	1-2	1-3	2-3
Абсолютные значения								
L	25	31	27,5	21,68	6,13	7,62*	11,83*	19,21*
l	21	26,5	23,2	1,46	6,29	7,69*	11,09*	18,08*
Q	200	390	273,67	59,95	21,91	7,88*	10,11*	13,24*
Коэффициенты								
Fulton	1,93	2,79	2,16	0,27	12,66	0,07	3,22**	3,99*
H	25,7	31,7	28,3	1,70	9,84	0,46	1,54	1,14
h	9,1	13,0	11,8	1,02	8,66	0,44	3,12**	2,87**

\* – p<0,001; \*\*- p<0.01; \*\*\*- p< 0.05

Несмотря на сходные условия выращивания в разных емкостях, выборки из них сильно различаются по многим из сравниваемых показателей: все выборки достоверно различаются по размерам и весу, причем лучшие пока-

затели более чем в 2 раза превосходят худшие. Рыбы из 1-й и 2-й выборок имеют более вытянутую форму тела и соответственно достоверно не различаются между собой по упитанности.

Таблица 3 – Биоморфологические показатели форели из датского стада

Признаки	1 выборка					2 выборка				
	min	max	M	±s	CV	min	max	M	±s	CV
Абсолютные значения										
L, мм	210	275	245,8	18,00	7,33	90	114	96,7	5,50	5,68
SL, мм	190	250	218,3	17,38	7,96	76	105	87,3	6,26	7,17
Q, г	110	162	137,7	17,05	12,38	8	22	11,2	2,78	24,67
Коэффициенты										
Fulton	1,11	1,99	1,01	0,09	8,82	1,25	2,25	1,25	0,10	8,56
H	20,12	29,15	23,86	4,71	19,74	23,78	29,78	26,36	1,47	5,61
h	7,22	10,4	9,57	3,23	31,04	10,11	21,22	12,55	3,59	28,67

Продолжение таблицы

Признаки	1 выборка					2 выборка					
	min	max	M	±s	CV	min	max	M	±s	CV	
Абсолютные значения											
L, мм	114	131	121,5	4,77	3,93	160	217	177,3	15,55	8,77	
SL, мм	95	122	108,2	7,91	7,31	139	190	157,9	14,11	8,94	
Q, г	12	28	22,0	5,09	23,18	51	113	67,8	16,95	24,99	
Коэффициенты											
Fulton	1,12	2,85	1,30	0,22	17,09	1,50	1,10	1,22	0,11	9,33	
H	21,10	28,22	25,92	1,76	6,82	24,52	29,55	26,57	1,15	4,34	
h	9,12	12,23	10,44	0,61	5,93	9,12	14,54	10,76	1,24	11,52	
Признаки	1-2		1-3		1-4		2-3		2-4		3-4
Абсолютные значения											
L, мм	42,72*		35,4*		14,84*		14,58*		23,37*		16,07*
SL, мм	38,03*		29,15*		13,95*		8,56*		21,84*		13,87*
Q, г	122,52*		52,42*		22,25*		7,43*		15,79*		12,16*
Коэффициенты											
Fulton	0,10		4,97*		8,85*		0,92		0,62		0,58
H	24,00*		24,02*		23,97*		0,67		0,55		1,02
h	14,95*		14,39*		15,34*		2,73**		2,31***		0,90

\* – p<0,001; \*\*- p<0.01; \*\*\*- p< 0.05

ANOVA тест не выявил достоверных различий между двумя стадами по размерным показателям (Fst = 0.026, p>0.95)

Результаты многомерного анализа представлены на рисунке 2.

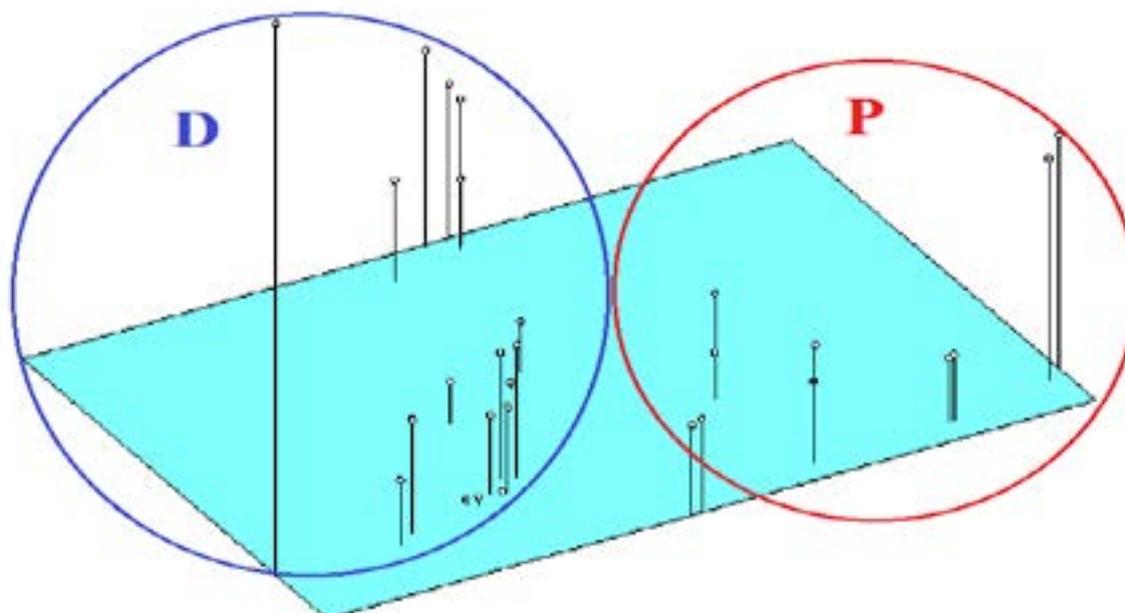


Рисунок 2 – Положение особей форели из разных стад в пространстве 1-3 главных компонент (совпадающие варианты удалены): D – датская, P – польская.

Таблица 4 – Нагрузки главных компонент на признаки

Признаки	Главные компоненты		
	1	2	3
lst	0.5303	0.3412	0.4063
Q	<b>0.6301</b>	-0.2136	0.2405
Fulton	0.2426	0.2527	<b>-0.6369</b>
H	0.1002	<b>0.6500</b>	0.1566
h	0.4979	0.0993	-0.8519

### Результаты исследования и их обсуждение

Полученные данные показали, что наибольшую нагрузку в различия стад молоди радужной форели польского и датского происхождения несут показатели высоты тела, полной массы живой рыбы и упитанности. С хозяйственной точки зрения, высокотелые рыбы являются более ценными.

В целом некоторое преимущество по скорости роста имеет датская форель, а выживаемость рыб была выше в польской группе.

В отличие от естественных водоемов в условиях товарного хозяйства все рыбы находятся в равных условиях относительно скорости

течения, доступности и питательности корма и т.д. Поэтому увеличение внутригрупповой изменчивости по форме тела должно быть обусловлено другими факторами. Как условия окружающей среды, так и экотипические различия составляют значительную долю вариаций в морфологии [27]. Однако среди эффектов экотипа на долю морфологической изменчивости приходится гораздо большая доля, чем на условия окружающей среды [28]. Наиболее вероятно, что в качестве таких факторов для сравниваемых стад выступают генетическая и комбинационная изменчивости. В сравнении с дикими популяциями у выращенных на хозяйстве рыб изменчивость всех изучавшихся показателей находится на очень высоком уровне, что связано с отсутствием отбора и большим адаптационным потенциалом стада. Полученные показатели роста в исследованных стадах форели находятся на том же уровне, что и в большинстве хозяйств Европы.

Таким образом, состояние обеих стад форели, выращенных в условиях р. Иссык, оценивается как удовлетворительное. Некоторое преимущество по скорости роста имеет датская форель, а выживаемость рыб была выше в польской группе.

### Литература

1. Strengthening sector policies for better food security and nutrition results: fisheries and aquaculture. Policy Guidance Note 1. Rome, 2016. Strengthening sector policies for better food security and nutrition results: fisheries and aquaculture. Policy Guidance Note 1. Rome. – 44 p.
2. FAO 2022. *Oncorhynchus mykiss*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Text by Cowx, I. G.. Fisheries and Aquaculture Division [online]. Rome. [Cited Monday, October 17th 2022].
3. Page, L.M., Burr B.M., 2011. *A field guide to freshwater fishes of North America north of Mexico*. Boston : Houghton Mifflin Harcourt, 663 p.
4. Froese R., Pauly D. Editors. 2022. *FishBase World Wide Web electronic publication*.
5. FAO. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. 236 p. doi.org/10.4060/cc0461en.
6. Crawford S.S., Muir A.M. Global introductions of salmon and trout in the genus *Oncorhynchus*: 1870-2007 // *Reviews in Fish Biology and Fisheries* – 2008. – V. 18. – Pp. 313-344.
7. Alessandro Candiotti 1, Tiziano Bo 2 and Stefano Fenoglio 2, Biological and ecological data on an established rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) population in an Italian stream / *Fundam. Appl. Limnol.* Stuttgart, April 2011. – P. 67-76.
8. Nobanis J.B. Invasive Alien Species Fact Sheet – *Oncorhynchus mykiss*. – From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS, 2011: www.nobanis.org, Date of access 23/04/20217.
9. Камиллов Б.Г., Халилов И.И. Разведение форели в условиях Узбекистана: практические рекомендации для фермеров. – Ташкент: Baktria press, 2014. – 96 с.
10. Research For Rural Development 2009At: Latvia University of Agriculture International Scientific Conference Proceedings, 19-21 May 2009, Pages 90-94 Jelgava, Latvia.
11. Сидорова А.Ф. *Salmo gairdneri* Richardson – радужная форель, жилая форма стальноголового лосося//Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Гылым, 1992. – Т. 5. – С. 56-119.
12. Arendt J (2007) Ecological correlates of body size in relation to cell size and cell number: patterns in flies, fish, fruits and foliage. *Biol Rev Camb Philos Soc* 82: 241-256.
13. Springe, G., Sandin, L., Briede, A., Skuja A. Biological quality metrics: their variability and appropriate scale for assessing streams. *Hydrobiologia* 566, 153–172 (2006). https://doi.org/10.1007/s10750-006-0099.
14. Канидьева А.Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 216 с.
15. AllerAqua https://www.aller-aqua.com/ru
16. Woynarovich A., Hoitsy G., Moth-Poulsen T. Small-scale rainbow trout farming. FAO Fisheries and Aquaculture technical paper No561 – FAO, Rome, 2011. – 92 p.

17. Цуладзе В.Л. Бассейновый метод выращивания лососевых рыб. – М.: Агропромиздат, 1990. – 156 с.
18. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
19. Kottelat, M.; Freyhof, J. Handbook of European freshwater fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany, 2007; p. 1-646.
20. Prince, A.; Powell, C. Clove oil as an anesthetic for invasive field procedures on adult rainbow trout. *N. Am. J. Fish. Manag.* 2000. 20, 1029-1032.
21. Cooke, S.J.; Suski, C.D.; Ostrand, K.G.; Tufts, B.L.; Wahl, D.H. Behavioral and physiological assessment of low concentrations of clove oil anaesthetic for handling and transporting largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquaculture* 2004, 239, 509-529.
22. Woody, C.A.; Nelson, J.; Ramstad, K. Clove oil as an anaesthetic for adult sockeye salmon: Field trials. *J. Fish Biol.* 2002, 60, 340-347.
23. Souza, C. D. F., Baldissera, M. D., Baldisserotto, B., Heinzmann, B. M., Martos-Sitcha, J. A., Mancera, J. M. (2019). Essential oils as stress-reducing agents for fish aquaculture: a review. *Frontiers in physiology*, 10, 785
24. McDonald, J.H. 2014. Handbook of Biological Statistics, 3rd ed. Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland. – 313 p.
25. Legendre P., Legendre L. Numerical ecology. English edition 4d ed.; Amsterdam, Elsevier 2011. 853 p.
26. Канидъев А.Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 216 с.
27. Pulcini D, Russo T, Reale P, Massa-Gallucci A, Brennan G, Cataudella S. Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) develop a more robust body shape under organic rearing. *Aquaculture Research*. 2014; 45: 397-409.
28. 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/ Wiley-Blackwell, *Journal of Evolutionary Biology*. – 2007. – 12 p.

### References

1. Alessandro Candiotti 1, Tiziano Bo 2 and Stefano Fenoglio 2, Biological and ecological data on an established rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) population in an Italian stream\ *Fundam. Appl. Limnol.* Stuttgart, April 2011.-67–76 r.
2. Arendt J (2007) Ecological correlates of body size in relation to cell size and cell number: patterns in flies, fish, fruits and foliage. *Biol Rev Camb Philos Soc* 82:241–256.
3. AllerAqua <https://www.aller-aqua.com/ru>
4. Crawford S.S., Muir A.M. Global introductions of salmon and trout in the genus *Oncorhynchus*: 1870-2007// *Reviews in Fish Biology and Fisheries* – 2008. – V.18. – Pp.313-344.
5. Culadze V.L. Bassejnovyj metod vyrashchivaniya lososevyh ryb – М.: Агропромиздат, 1990. – 156 с.
6. Cooke, S.J.; Suski, C.D.; Ostrand, K.G.; Tufts, B.L.; Wahl, D.H. Behavioral and physiological assessment of low concentrations of clove oil anaesthetic for handling and transporting largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquaculture* 2004, 239, 509–529.
7. FAO 2022. *Oncorhynchus mykiss*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Text by Cowx, I. G.. Fisheries and Aquaculture Division [online]. Rome. [Cited Monday, October 17th 2022].
8. Froese R., Pauly D. Editors. 2022. FishBase World Wide Web electronic publication.
9. FAO. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. 236 p. [doi.org/10.4060/cc0461en](https://doi.org/10.4060/cc0461en).
10. Kamilov B. G., Halilov I. I. Razvedenie foreli v usloviyah Uzbekistana// *prakticheskie rekomendacii dlya fermerov*. Tashkent: Baktria press, 2014. 96 s.
11. Kanid'ev A.N. Biologicheskie osnovy iskusstvennogo razvedeniya lososevyh ryb. - М.: Leg. i pishch. prom-st', 1984. - 216 s.
12. Kanid'ev A.N. Biologicheskie osnovy iskusstvennogo razvedeniya lososevyh ryb. - М.: Leg. i pishch. prom-st', 1984. - 216 s.
13. 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/ Wiley-Blackwell, *Journal of Evolutionary Biology*.
14. Kottelat, M.; Freyhof, J. Handbook of European freshwater fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany, 2007; p.1-646.
15. Legendre P., Legendre L. Numerical ecology. English edition 4d ed.; Amsterdam, Elsevier 2011. 853 p.
16. McDonald, J.H. 2014. Handbook of Biological Statistics, 3rd ed. Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland. – 313p.
17. Nobanis J.B. Invasive Alien Species Fact Sheet – *Oncorhynchus mykiss*. – From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS, 2011: [www.nobanis.org](http://www.nobanis.org), Date of access 23/04/20217.
18. Page, L.M, Burr B.M., 2011. A field guide to freshwater fishes of North America north of Mexico. Boston : Houghton Mifflin Harcourt, 663p.
19. Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb. - M: Pishcheyaya promyshlennost', 1966. - 376 s.
20. Prince, A.; Powell, C. Clove oil as an anesthetic for invasive field procedures on adult rainbow trout. *N. Am. J. Fish. Manag.* 2000. 20, 1029–1032.
21. Pulcini D, Russo T, Reale P, Massa-Gallucci A, Brennan G, Cataudella S. Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) develop a more robust body shape under organic rearing. *Aquaculture Research*. 2014; 45: 397-409.
22. Research for Rural Development 2009At: Latvia University of Agriculture International Scientific Conference Proceedings, 19-21 May 2009, Pages 90-94 Jelgava, Latvia.
23. Strengthening sector policies for better food security and nutrition results: fisheries and aquaculture. 2016. Policy Guidance Note 1. Rome, 2 FAO & EU. Strengthening sector policies for better food security and nutrition results: fisheries and aquaculture. Policy Guidance Note 1. Rome. – 44 r.
24. Sidorova A.F. *Salmo gairdneri* Richardson – razudhnaya forel', zhilaya forma stal'nogolovogo lososya/Ryby Kazahstana. – Alma-Ata: Gylym, 1992. – T.5. S.56-119.
25. Springe, G., Sandin, L., Briede, A., Skuja A. Biological quality metrics: their variability and appropriate scale for assessing streams. *Hydrobiologia* 566, 153–172 (2006). <https://doi.org/10.1007/s10750-006-0099>.
26. Souza, C. D. F., Baldissera, M. D., Baldisserotto, B., Heinzmann, B. M., Martos-Sitcha, J. A., Mancera, J. M. (2019). Essential oils as stress-reducing agents for fish aquaculture: a review. *Frontiers in physiology*, 10, 785.
27. Woynarovich A., Hoitsy G., Moth-Poulsen T. Small-scale rainbow trout farming. FAO Fisheries and Aquaculture technical paper No561 – FAO, Rome, 2011. – 92 p.
28. Woody, C.A.; Nelson, J.; Ramstad, K. Clove oil as an anaesthetic for adult sockeye salmon: Field trials. *J. Fish Biol.* 2002, 60, 340–347.