

УДК 639.37:639.211.3.04

ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАЗМЕРОВ И МАССЫ МОЛОДИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВА ИНДУСТРИАЛЬНОГО ТИПА

В.В. ЛАВРОВСКИЙ, В.П. ПАНОВ, Ю.И. КУЛИНИЧ

(Кафедра прудового рыбоводства)

Изучали изменчивость и характер распределения молоди радужной форели по длине и массе тела при ее выращивании в индустриальных условиях. Наблюдения за поведением мальков начиная с перехода их на экзогенное питание позволили выявить наличие агрессивности и начало проявления каннибализма. Установлено, что возникновение асимметричности распределения по массе тела и проявление каннибализма у молоди имеют место и при достаточном количестве пищи. Для предотвращения потерь молоди форели из-за каннибализма необходимо проводить первую сортировку по размерам при достижении средней массы 0,5—0,6 г.

При выращивании рыбы в искусственных условиях так же, как и в природе, наблюдается индивидуальная изменчивость особей. Для промышленного рыбоводства изучение этого явления имеет не только теоретическое, но и большое прикладное значение, так как вариабельность массы и линейных характеристик определяет технологичность того или иного этапа производства [2].

Поскольку важным технологическим фактором выращивания и селекции рыб является распределение особей по массе и длине тела [19], необходимо изучение закономерностей формирования размерных распределений рыб с

целью управления ими на последовательных этапах технологического цикла. Знание распределения рыб по массе тела позволяет также выявить в стаде или в группе долю рыб, достигших нормативной индивидуальной массы, т.е. дать морфобиологическую и технологическую характеристики рыбе перед следующим этапом выращивания.

Характер распределения рыб по массе тела при выращивании их в прудовых условиях практически нормален на всем протяжении генезиса генерации [17]. При выращивании рыб индустриальными методами кривые распределения особей по массе редко подчи-

няются закону нормального распределения, чаще встречаются двухвершинные или же усеченные кривые [17]. Имеются данные [1, 3, 4, 10, 12, 14, 16], что при выращивании молоди карпа и тилапии в индустриальных и экспериментальных условиях в течение первых 2—3 мес развития имеет место значительная правосторонняя асимметрия распределения по массе тела, появление рыб, отличающихся особо крупными размерами — «выскочек», «рекордистов», «доминант» и вследствие этого — значительное (до 80%) увеличение общего фенотипического разнообразия. У радужной форели при выращивании в садках и в бассейнах изменчивость особей по массе тела нарастает до 40—50-го дня после начала активного питания, а затем стабилизируется при коэффициентах вариации 30—60% [7, 8].

К сожалению, в литературе практически отсутствуют данные о закономерностях формирования распределений форели по размерам как в прудовых, так и в индустриальных условиях. Следует отметить, что форель — хищная рыба, растущая крайне неравномерно, причем крупные особи уничтожают мелких [6]. Для предотвращения каннибализма молодь форели рекомендуют сортировать несколько раз за сезон. Однако сведений о том, на какой стадии развития, при каком уровне изменчивости или при достижении какой средней массы у форели начинает проявляться каннибализм в литературе нет. Поэтому в практике форелеводства еще не установилось единого от-

ношения к срокам проведения сортировки. В одних источниках первую сортировку молоди радужной форели рекомендуется проводить при средней массе 10 г [18], в других — при достижении массы не менее 1 г [15], в третьих — при средней массе 0,8—1 г [20].

С учетом изложенного мы изучали изменчивость и характер распределения молоди радужной форели по размерам от выклева до средней массы 1 г. Помимо этого велось наблюдение за поведением молоди после перехода ее на экзогенное питание с целью выявления каннибализма.

Методика

Исследования проводили в производственных условиях форелевого хозяйства «Сходня» Московской области в инкубационно-мальковом цехе с марта по июнь 1995 г.

Подопытная молодь радужной форели была получена от повторно нерестующих 3-летних производителей местного стада, характеризующихся хорошо выраженным половым диморфизмом и не имеющих повреждений. Их основные размерные параметры представлены в табл. 1. Коэффициент упитанности самок — 1,55, самцов — 1,26. От каждой самки было получено в среднем 330 г икры, средняя рабочая плодовитость составила 5820 икринок.

Для инкубации икры использовали вертикальные аппараты Вейса. Выклев и выдерживание эмбрионов проходили в лотковых аппаратах, из которых с током воды эмбрионы постепенно сно-

Т а б л и ц а 1

**Основные морфометрические
параметры производителей (n = 10)**

Показатель	Самки (с икрой)*	Самцы
Масса рыбы, г	2121±105	2056±110
C _в , %	15,6	17,0
Длина рыбы по Смигу, см	51,5±0,9	54,7±1,1
C _в , %	5,23	6,36

сились в бассейны площадью 5 м², где личинок подращивали до массы 250—300 мг. Выращивание мальков до массы тела 1 г осуществлялось в 10 бассейнах типа ЛПЛ площадью 2,8 м² и рабочим объемом 1 м³ в условиях оборотного водоснабжения артезианской водой [5].

В опыте было 20 тыс. особей, плотность посадки — 2 тыс. шт/м³. Во всех бассейнах выдерживали нормативный расход воды.

С момента подъема на плав 5—10% молоди начинали ее кормление стартовым кормом РГМ-6М вручную. Кормораздатчики «Эвос-505», работающие по принципу часового механизма, нача-

ли применять при массе молоди 250—300 мг. Суточная норма кормления — 7—8% к массе тела, что на 20—30% выше нормативной.

В течение исследования вели контроль за основными физико-химическими показателями воды по общепринятым методикам [13]. В указанный период основные гидротехнические показатели, такие, как содержание в воде двуокиси углерода, аммонийного азота и свободного аммиака, общего железа и рН находились в пределах технологических норм.

Температура воды в течение опыта была ниже оптимальной (табл. 2). Так, выклев (начало марта) проходил при температуре воды 6—6,5°С, выдерживание свободных эмбрионов (март) — при средней температуре 6,7°С, в период подращивания личинок (апрель — май) температура воды колебалась от 7,0 до 13,5°С (при оптимальной — 14—16°С [20] личиночная стадия затянулась). Только в конце мая она достигла 14°С благодаря прогреванию артезианской воды в прудах-отстойниках.

Т а б л и ц а 2

**Температура воды и концентрация кислорода в период опыта
(над чертой — среднее, под чертой — колебания)**

Показатель	1.03—31.03	1.04—30.04	1.05—31.05	1.06—30.06
Температура воды, °С	$\frac{6.7}{6,0—7,2}$	$\frac{8,0}{7,1—9,8}$	$\frac{10,9}{9,8—13,8}$	$\frac{13,1}{12,0—14,2}$
Концентрация кислорода, мг/л	$\frac{11,2}{12,3—9,8}$	$\frac{10,6}{11,8—9,4}$	$\frac{10,4}{11,8—9,1}$	$\frac{9,7}{10,2—8,0}$

Концентрация кислорода в воде не опускалась ниже 8 мг/л и не ли-

митировала роста молоди радужной форели.

Схема исследований

Дата взятия пробы	Возраст от начала массового выклева, мес	Стадия развития	n
9.03	0,1	Свободный эмбрион	100
8.04	1,1	Смешанное питание	100
12.05	2,2	Полное экзогенное питание	100
16.06	3,3	Малек	150
21.06	3,5	»	150

Рыбу для исследования отбирали в соответствии со схемой, приведенной в табл. 3.

Свободных эмбрионов и личинок фиксировали 4% нейтральным формалином, мальков усыпляли раствором хинальдина (1 : 40000). У каждой особи определяли длину тела по Смиту и массу тела. На основании данных измерений и взвешиваний строили кривые распределения молодежи форели по массе и длине тела.

Биометрические показатели получены по методикам, предложенным Н.А. Плохинским [11].

После полного перехода молодежи на экзогенное питание вели наблюдения за ее поведением с целью выявления агрессивности и каннибализма.

Результаты

По литературным данным [3, 9], разнокачественность молодежи и взрослых рыб определяется в первую очередь особенностями икры. Различный размер икринок зависит от расположения икры в яичнике по отношению к кровеносным сосудам [9]. Ооциты, находящиеся вблизи кровеносных со-

судов, гораздо крупнее развивающихся в стороне от последних. Возможно, еще большую роль играет неодинаковый возраст ооцитов в момент овуляции и оплодотворения [3].

В нашем опыте масса икринок колебалась от 39 до 68 мг, а в среднем составляла $56,66 \pm 0,73$ мг, коэффициент вариации — 10,84%; диаметр икринок колебался от 4,3 до 5,1 мм, средний диаметр был равен $4,8 \pm 0,03$ мм, коэффициент вариации — 4,62%.

Распределение свободных эмбрионов по длине тела (рис. 1) характеризовалось незначительной левосторонней асимметрией, что вероятнее всего, связано с размерными особенностями икры. Для личинок форели распределение по длине тела в период смешанного питания и после полного перехода на активное питание, а также для мальков было близким к нормальному. Выравнивание распределения по этому показателю в период желточного питания происходило скорее всего за счет гибели самых мелких особей: отход за это время составил 5%. После перехода на внешнее питание и до достижения средней массы 1 г

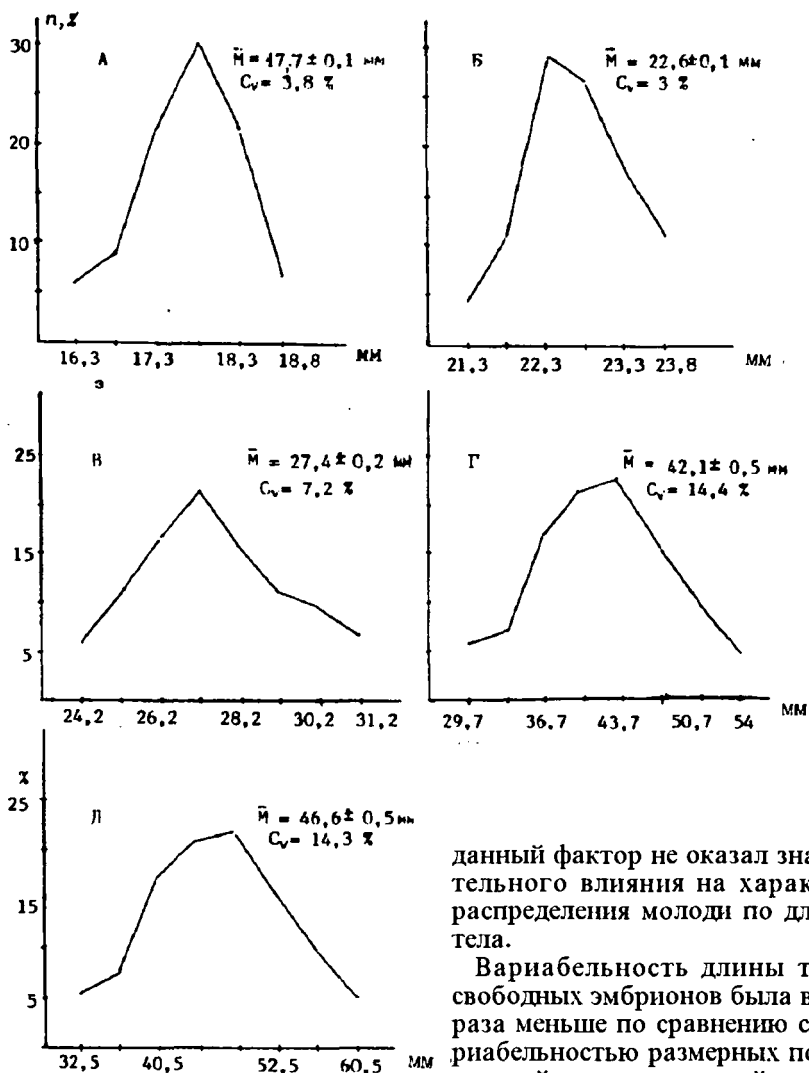


Рис. 1. Динамика распределения одно-возрастной молоди радужной форели по длине тела по Смигу.

А — свободный эмбрион (9.03), Б — личинка, смешанное питание (8.04), В — малек, экзогенное питание (12.05), Д — малек (21.06).

данный фактор не оказал значительного влияния на характер распределения молоди по длине тела.

Вариабельность длины тела свободных эмбрионов была в 1,2 раза меньше по сравнению с вариабельностью размерных показателей овулировавшей икры. Дальнейшее уменьшение вариабельности длины наблюдалось при окончании рассасывания желточного мешка; коэффициент вариации — 3%. Однако после перехода на активное питание значение данного показателя начало увеличиваться и через 3 мес после

выклева коэффициент вариации достиг 14%.

Таким образом, вариабельность длины тела радужной форели в конце рассасывания желточного мешка (до потребления внешней пищи) оказывается наименьшей и, возможно, самой малой в онтогенезе этого вида.

Распределение молоди радужной форели по массе тела на стадии свободного эмбриона и в период смешанного питания (рис. 2) оказалось наиболее близким к нормальному. После перехода на активное питание начинает формироваться правосторонняя асимметрия распределения по массе.

Как считает Е.С. Слущкий [17], кривые распределения у рыб становятся правоасимметричными при большой гибели особей, отставших в росте, т.е. за счет отсутствия вариантов в левой части кривой. В то же время, по данным Г.П. Антипова и В.В. Лавровского [1], даже значительная гибель отставших в росте рыб не приводит к асимметричности распределения живых особей.

В нашем опыте отход молоди форели после рассасывания желточного мешка и до достижения средней массы 1 г составил 18%. При этом коэффициент вариации по массе тела возрос до 47% и в распределении по этому признаку появилась правосторонняя асимметрия. По нашему мнению, это произошло вследствие действия нескольких факторов. Во-первых, это действие нормального распределения особей по скорости роста, влияние которого на формирование асимметричности

распределения по массе тела показано Г.П. Антиповым и В.В. Лавровским [1] путем моделирования данного явления. Во-вторых, это влияние элиминации при нормальном распределении по скорости роста. И в-третьих, это проявление так называемой «иерархии по размеру», когда темп роста особи зависит от ее иерархического положения в группе [21, 22], в связи с чем темп роста у самых мелких особей в группе может быть ниже, чем у самых крупных, в 1,5—8 раз.

Самый низкий уровень изменчивости по массе тела у форели наблюдался на стадии свободного эмбриона, коэффициент вариации — 6,16%. Вариабельность массы свободных эмбрионов была ниже по сравнению с массой овулировавшей икрой в 1,8 раза. После перехода молоди форели на смешанное питание и далее на полное экзогенное питание наблюдалось увеличение изменчивости по массе тела. При этом особенно существенно нарастало различие между крайними особями, что наглядно иллюстрируется увеличением с возрастом отношения массы наибольшей особи к массе наименьшей. Так, через 3, 33, 66 и 100 дней от начала массового выклева оно составляло соответственно 1,3; 1,5; 3,1 и 8,7. Указанное увеличение отношения в течение первых 3 мес говорит о том, что особи внутри группы растут неравномерно.

Через 28 дней выращивания мальков в бассейнах ЛПЛ их средняя масса превысила 1 г, выход достиг 92%. Из 8% отхода 4,4% приходилось на особи с откушен-

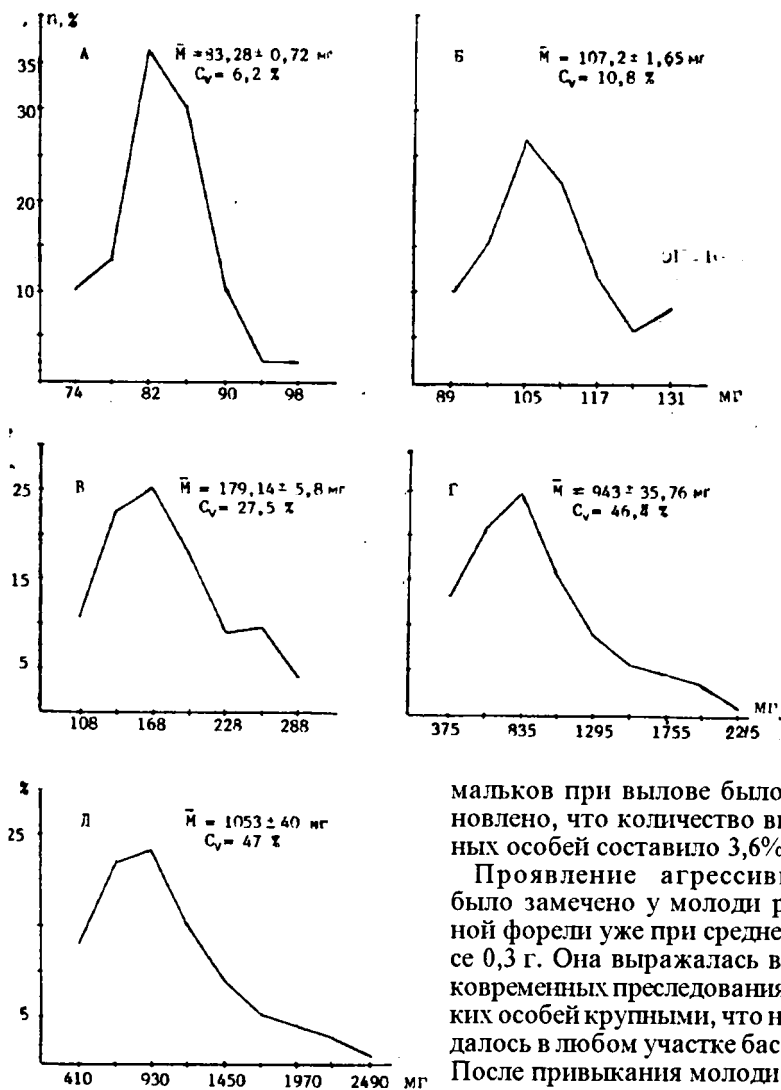


Рис. 2. Динамика распределения одно-возрастной молодежи радужной форели по массе тела.

Обозначения те же, что на рис. 1.

ными хвостами и головами. В результате поштучного подсчета

мальков при вылове было установлено, что количество выеденных особей составило 3,6%.

Проявление агрессивности было замечено у молодежи радужной форели уже при средней массе 0,3 г. Она выражалась в кратковременных преследованиях мелких особей крупными, что наблюдалось в любом участке бассейна. После привыкания молоди форели к выдаче корма кормораздатчиком через одинаковые промежутки времени крупные особи перед очередной выдачей корма занимали кормовое место и отгоняли от него мелких.

При средней массе мальков форели 0,5 г замечен каннибализм.

У особо крупных особей довольно часто из ротового отверстия был виден хвост или голова жертвы. При этом коэффициент вариации по массе тела в группе форели составлял 36,3%, по длине тела — 11,8%. При определении различий в размерах хищника и жертвы было установлено, что первый крупнее последней по массе тела в 5—7 раз, по длине тела — в 1,6—1,7 раза и более.

Проявления каннибализма у радужной форели в литературе описаны мало и объясняются, помимо различий в размерах, еще и недостатком корма. Суточную норму кормления мы преднамеренно устанавливали выше нормативной на 20—30%. Поэтому каннибализм, по нашему мнению, не определялся недостатком корма.

Во время наблюдений за поведением молоди форели было замечено, что крупные особи занимают доминирующее положение в группе, т.е. проявляется так называемая «иерархия по размеру», ранее описанная М.Е. Броун [21, 22]. В наших экспериментах во время выдачи корма кормораздатчиком самые мелкие особи, отгоняемые от кормового места более крупными, не имели возможности потреблять достаточное количество корма. В промежутках между кормлениями каннибализм крупных мальков провоцировался близким движением потенциальной жертвы. Мелкие особи не проявляли четкой тенденции к агрессии. Однако из-за невозможности нормально питаться они иногда нападали на поврежденных или умерших мальков.

Таким образом, у молоди радужной форели с началом малькового этапа развития устанавливается социальная иерархия, в соответствии с которой рыбы занимают обеспеченные пищей места. Первоначальную роль в установлении иерархии играет размер особей.

Возникновение асимметричности распределения и проявление каннибализма при выращивании молоди форели в промышленных условиях имеют место и при достаточном количестве пищи. Социальная иерархия в группе молоди форели обуславливает градиент доступности пищи для рыбы различных размерных классов, в результате чего возникает несоответствие между физиологическими потребностями какой-то части мальков и обеспеченностью их пищей.

Выводы

1. Уровень изменчивости длины и массы тела радужной форели в промышленных условиях повышался через 3 мес после выклева соответственно до 14 и 47%.

2. Самый низкий уровень изменчивости длины тела форели наблюдался в конце рассасывания желточного мешка (без потребления внешней пищи), коэффициент вариации — 3%. Наименьшая вариабельность массы тела отмечена сразу после выклева, коэффициент вариации — 6,16%.

3. Характер распределения молоди радужной форели по длине тела близок к нормальному в течение первых 3 мес после выклева. В распределении по массе тела за этот период появляется правосторонняя асимметрия.

4. После перехода молоди радужной форели на экзогенное питание в группе устанавливается социальная иерархия, в формировании которой изначально роль играет размер особей.

5. Проявления каннибализма у радужной форели отмечены при достижении молодью средней массы 0,5 г (при колебаниях от 0,15 до 0,92 г). Коэффициент вариации массы тела в этот период достигал 36,3%, длины тела — 11,8%.

6. Асимметричность распределения по массе тела и проявление каннибализма в процессе выращивания молоди радужной форели в промышленных условиях имеют место и при достаточном количестве пищи.

7. Для предотвращения потерь молоди радужной форели из-за каннибализма необходимо проводить первую сортировку по размерам при достижении ею средней массы 0,5—0,6 г, при превышении коэффициента вариации по массе тела 30% и по длине тела 10%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов Г.П., Лавровский В.В. Причины асимметричности распределения рыб по массе и использование ее в целях селекции. — В сб.: Селекция рыб. М.: ВО Агрпромпиздат, с. 9—19. — 2. Емельянов С.В. Разнокачественность на стадии выклева осетровых и лососевых рыб. — В кн.: Теорет. основы рыбоводства. М., 1985, с. 45—51. — 3. Киршчииков В.С. Генетика и селекция рыб. Л.: Наука, 1987. — 4. Кряжева К.В. Влияние плотности посадки на рост, из-

менчивость и выживаемость молоди гибридных карпов. — Изв. ГосНИОРХ, 1966, т. 61, с. 80—101. — 5. Лавровский В.В. Пути интенсификации форелеводства. М.: Легкая и пищевая промышленности, 1981. — 6. Лавровский В.В. Биотехнические основы интенсификации форелеводства и совершенствование способов кормления рыб. — Докт. дис. 03.00.10. М., 1983. — 7. Леманова Н.А. Динамика вариабельности размерных показателей радужной форели в течение первого года жизни. — В сб. науч. тр. ГосНИОРХ, 1981, вып. 166, с. 10—14. — 8. Леманова Н.А., Слуцкий Е.С. Сроки массового отбора радужной форели. — В сб. науч. тр. ГосНИОРХ, 1982, вып. 183. — 9. Мейен В.А. О причинах колебания размеров икринок костистых рыб. — ДАН СССР, 1940, т. 28, № 7, с. 654—656. — 10. Мурашкин В.Б. Фенотипическая изменчивость сеголетков карпа в условиях различных плотностей посадки при садковом содержании на теплых водах. — В сб. науч. тр. ГосНИОРХ, 1982, вып. 187, с. 241—267. — 11. Плохинский Н.А. Биометрия. М.: Изд-во МГУ, 1970. — 12. Поляков Г.Д. Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб. М.: Наука, 1975. — 13. Привезенцев Ю.А. Гидрохимия пресных водоемов. М.: Пищевая промышленность, 1973. — 14. Рост и созревание двух видов тилляпии и их индивидуальная изменчивость. I. Рост и изменчивость / Ямагаси Х., Накамура С., Конкэ Т. и др. — Токио: Есёку, 1983, т. 20, № 9, с. 54—58 (перев. с японского ВЦП

№ И-02890). — 15. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. Т. 2 М.: Агропромиздат, 1986. — 16. *Слуцкий Е.С.* Фенотипическая изменчивость рыб (селекционный аспект). — Изв. ГосНИОРХ, 1978, т. 134, с. 3—132. — 17. *Слуцкий Е.С.* Динамика развития рыб в экспериментальных условиях (изменчивость). — В сб. науч. тр. ГосНИОРХ, 1987, вып. 262, с. 4—16. — 18. Технология выращивания молоди канального сома и форели в установках с замкнутым циклом водоснабже-

ния. М.: ВНИИПРХ, 1989. — 19. *Толчинский Г.И., Воронин В.М.* О размерной структуре стада подращенной молоди растительных рыб. — В сб.: Интенсификация товарного рыбоводства, М.: ВНИИПРХ, 1980, вып. 29, с. 102—109. — 20. *Цуладзе В.Л.* Бассейновый метод выращивания лососевых рыб. М.: ВО Агропромиздат, 1990. — 21. *Brown M.E.* — J. Exper. Biol., 1946, vol. 22, № 3—4, p. 118—129. — 22. *Brown M.E.* — J. Exper. Biol., 1946, vol. 22, № 3—4, p. 130—144.

Статья поступила 28 сентября 1996 г.

SUMMARY

Variability and nature of distribution of young trout grown under industrial conditions by length and weight of the body were studied. Observation of young fish behaviour from the period when they began to receive exogenous nutrition allowed to find out their aggressiveness and first symptoms of cannibalism. It has been found that asymmetric distribution by body weight and symptoms of cannibalism in young fish take place when they receive enough food too. To prevent losses of young trout because of cannibalism it is necessary to carry out the first grading by size when they get middle weight of 0.5—0.6 g.