

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.03.034

МОДИФИКАЦИЯ ОБЪЕМНО-ВЕСОВОГО МЕТОДА УЧЕТА ИКРЫ СИГОВЫХ РЫБ В ИНКУБАЦИОННОМ ЦЕХЕ

С. М. Семенченко

ФГБНУ «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
625023, Россия, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
SemSM07@yandex.ru

Предложена модификация объемно-весового метода подсчета икры рыб, основанная на определении среднего значения количества икринок в единице объема заполненного инкубационного аппарата Вейса и общего объема, занимаемого икрой в аппаратах. При оценке количества икры в одном литре аппарата объем, занимаемый икрой в контрольном аппарате, определяется расчетным способом, а подсчет количества икры в этом объеме осуществляется весовым способом. Новый вариант объемно-весового метода является более точным и технически более простым, а также учитывает сложный характер размещения икры в единице объема. Метод рекомендуется для проведения инвентаризации икры в инкубационном цехе.

Ключевые слова: икра рыб; объемно-весовой метод; инкубационный аппарат.

В промышленном рыбоводстве применяются три метода подсчета икры рыб: объемный, весовой и объемно-весовой [1, 2]. При проведении инвентаризации икры сиговых рыб в инкубационном цехе, как правило, используют объемный метод. Это объясняется тем, что традиционно при инкубации икры сиговых рыб используются стандартные аппараты Вейса, которые условно можно принять за мерные сосуды, позволяющие оценить объем размещенной в них икры.

Применение других методов связано с выгрузкой икры из инкубационных аппаратов для взвешивания, что сложно реализуемо в условиях массового производства. Объемный способ подсчета икры заключается в поштучном просчете икринок в небольшом (обычно 10–20 мл) объеме, определении все-

го объема измеряемой икры и расчета по прямой пропорции общего количества икры.

Как свидетельствует рыбоводная практика, применяемый в таком виде объемный способ содержит существенную систематическую ошибку. Прямые подсчеты показали, что чем больше объем используемого мерного сосуда, тем плотнее в нем размещается икра [3]. При использовании объемного способа в общепринятом виде для определения количества икры байкальского омуля систематическая ошибка, связанная с этим эффектом, достигает 20 %. Таким образом, количество икринок в единице объема (плотность укладки икры) — величина не постоянная, а положительно связанная с габаритами, формой и объемом сосуда, заполненного икрой определенного размера.

Данный эффект связан с менее плотной укладкой икринок в слое, соприкасающемся

© С. М. Семенченко

со стенками сосуда. Чем меньше отношение площади внутренней поверхности сосуда к его объему, тем меньше доля такого слоя икры от общего ее количества в заполненном сосуде, тем плотнее в среднем укладываются икринки. Причем чем крупнее икра, тем сильнее выражено влияние характеристик мерного сосуда на плотность укладки икры в нем [4].

Обсуждаемая зависимость имеет сложный нелинейный характер. В частности, влияние на среднюю плотность укладки икры ослабевает по мере увеличения диаметра мерного цилиндра и объема икры в нем. Аналогичная закономерность проявляется по мере заполнения икрой аппарата Вейса. Чем полнее загружен аппарат, тем плотнее в среднем в нем располагается икра. Соответствующие измерения показали, что максимальная плотность укладки икры достигается в инкубационном аппарате, заполненном в соответствии с технологической нормой [4].

Таким образом, для корректной оценки количества инкубируемой партии икры объемным способом необходимо определить среднее количество икринок в единице объема нормально заполненного инкубационного аппарата, а не какого-то иного сосуда. В зависимости от размеров икринок в восьмилитровом аппарате Вейса помещается от 200 до 900 тыс. икринок сиговых рыб, что делает невозможным поштучный прямой подсчет.

Для оценки количества икры в аппарате был предложен метод эталонов количества икры нескольких порядков, последовательно используемых при подсчете [3, 4]. В соответствии с этим методом на первом этапе осуществляется прямой поштучный подсчет количества икринок в мерном сосуде, заполненном до определенного объема, позволяющего технически просто выполнить эту процедуру, например 10 мл. Этот сосуд принимается за эталон I порядка. В качестве эталона II порядка используют мерный сосуд в 5–10 раз большего объема, например 100 мл. Количество икры, размещающейся в

эталоне II порядка, определяется при помощи эталона I порядка. Оно равно произведению количества эталонов I порядка, используемых для заполнения данного мерного сосуда, на количество икринок в эталоне I порядка, с учетом остатка икры, который оценивается поштучно. Под остатком понимается икра, оставшаяся после последнего заполнения мерного сосуда, в количестве, недостаточном для заполнения эталона I порядка. Эталон II порядка используется для заполнения икрой эталона III порядка объемом 1 л. Количество икры, размещаемое в нем, определяется аналогично эталону II порядка. Эталон III порядка применяется для оценки количества икры в заполненном аппарате Вейса. Для этого икра, занимающая определенный объем в аппарате, промеряется эталоном III порядка. Остаток икры измеряется при помощи эталонов I и II порядка. Суммирование этих промеров отражает количество икры в стандартно заполненном аппарате Вейса. Частное этого количества икры и занимаемого ею объема равно средней плотности укладки икры в аппарате Вейса — количеству икринок в одном литре заполненного аппарата. Используя эту величину и замерив объем икры во всех аппаратах данной партии, можно рассчитать общее количество икры в ней.

Необходимо еще раз подчеркнуть, что описанная методика предполагает использование эталонов количества икры, соответствующих определенному мерному сосуду, а не эталонов объема.

Описанный метод успешно применялся на рыбоводных заводах Байкала и в Сузгунском инкубационном цехе Тобольского регионального рыбопитомника. К выявленным на практике недостаткам метода можно отнести его сравнительную трудоемкость и довольно существенный разброс полученных результатов. Относительная ошибка просчетов достигает 5 %. На величину ошибки существенно влияет определенная субъективность в процессе уплотнения икры при за-

полнении мерных цилиндров. Методикой предлагается уплотнять икру легким постукиванием цилиндра о поверхность стола, так чтобы при последующем постукивании объем, занимаемый икрой, не изменялся.

Для оценки количества икры в одном литре заполненного аппарата Вейса предлагается оригинальная, менее трудоемкая и более точная методика, которая основана на объемно-весовом принципе. Она состоит из двух основных этапов. Первый — оценка объема, занимаемого икрой в аппарате. Второй — подсчет икры в аппарате весовым способом. Отношение определенного количества икры к объему, занимаемому ею в аппарате, равно искомой величине — средней плотности укладки икры в инкубационном аппарате. Последующая оценка общего количества икры в инвентаризируемой партии проводится объемным способом с использованием при подсчетах полученной предварительно плотности укладки икры в аппарате.

Этап I. Оценка объема, занимаемого икрой в инкубационном аппарате.

Для определения плотности укладки икры выбирается аппарат со стандартной загрузкой — контрольный аппарат. Условно за стандартную принята загрузка, при которой расстояние от верхнего слоя икры до верхней кромки аппарата равно (10 ± 4) см при остановленном водотоке. Затем выполняются следующие действия:

1. Определяется внутренний диаметр аппарата (D) (рис. 1). Для этой цели используется штангенциркуль. Так как в горизонтальном сечении аппарат Вейса по форме может несколько отклоняться от круга, измерение необходимо выполнить дважды по перпендикулярно пересекающимся воображаемым осям. Для расчета в последующем используется средний результат. Точность измерения — 0,1 см. На практике внутренний диаметр аппаратов Вейса колеблется от 14,5 до 15,0 см.

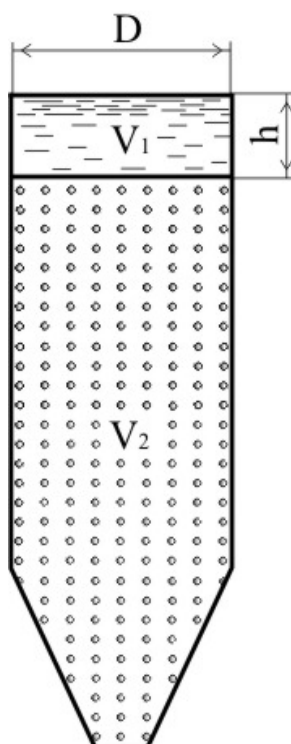


Рисунок 1 — Схема инкубационного аппарата Вейса с условными обозначениями, используемыми при расчете объема, занимаемого икрой:

V_1 — объем, незанятый икрой; V_2 — объем, занимаемый икрой; h — расстояние от верхней кромки аппарата до верхнего слоя икры; D — диаметр аппарата Вейса

2. Определяется расстояние от верхней кромки аппарата до верхнего слоя икры. В работающем аппарате икра находится во взвешенном состоянии за счет тока воды. Поэтому перед измерением для предотвращения влияния расхода воды на плотность укладки икры подача воды в аппарат останавливается. Выдерживается пауза продолжительностью около 30 с до полного прекращения осаждения икры. Затем вдоль стенки аппарата плавно опускается линейка и измеряется расстояние от середины верхнего слоя икры до верхней кромки аппарата (h), что соответствует высоте слоя воды в аппарате, не занятого икрой (см. рис. 1). Поскольку продольная ось аппарата может несколько отклоняться от вертикали, измерение необходимо выполнить в двух противоположных точках у стенок. Для последующего расчета используется средний результат.

3. Измеряется объем аппарата. Считается, что стандартный аппарат Вейса имеет объем 8 л. Однако точные измерения показывают, что в реальности емкость аппаратов (внутренний объем) колеблется в пределах от 7,5 до 8,0 л. Для последующих измерений икра с водой из аппарата сливается. Питающий шланг отсоединяется. Отверстие в штуцере для подачи воды затыкается пробкой. Пустой аппарат, вертикально закрепленный в стойке, заполняется водой при помощи мерного цилиндра до верхней кромки. Каждый объем воды, отмеренный цилиндром при заполнении аппарата, суммируется. Полученная сумма соответствует фактическому рабочему объему аппарата (V_0). Точность измерения объема аппарата — 20 мл.

4. Выполняется расчет объема, занимаемого икрой в аппарате.

Аппарат условно можно разделить на две части — с икрой и без икры (см. рис. 1). Объем аппарата, занятый икрой (V_2), равен разнице общего объема аппарата (V_0) и объема, не занятого икрой (V_1):

$$V_2 = V_0 - V_1.$$

Часть аппарата, не занятая икрой, по форме является простой геометрической фигурой — цилиндром, объем которого легко рассчитать по формуле:

$$V_1 = h * S,$$

где h — расстояние от края аппарата до верхнего слоя икры;

S — площадь круга, соответствующего проекции аппарата на горизонтальную плоскость без учета стенок.

Подставив в это выражение уравнение площади круга, получим:

$$V_1 = h * \pi * (D/2)^2,$$

где D — внутренний диаметр аппарата;

π — константа (3,1416).

Таким образом, при определенном ранее общем объеме аппарата (V_0), объем его части с икрой можно рассчитать по уравнению:

$$V_2 = V_0 - h * \pi * (D/2)^2.$$

В том случае, если объем выражен в литрах (дм³), а диаметр аппарата и высоту части аппарата, не занятой икрой, измеряли в сантиметрах, то часть уравнения, соответствующую V_1 , необходимо разделить на тысячу.

Этап II. Подсчет количества икры в аппарате.

Определяется количество икры, находившейся в контрольном аппарате, с которым выполнялись работы на предыдущем этапе.

1. Обсушивание икры. Точность результатов оценки количества икры весовым способом напрямую зависит от степени увлажнения взвешиваемой икры. В воздушной среде изъятая из аппарата икра содержит некоторое количество воды, которая удерживается между икринками за счет силы поверхностного натяжения. Часть воды под воздействием земного притяжения движется вниз — икра «обтекает». Количество воды в единице объема икры нелинейно уменьшается со временем. Кроме того, увлажнение находящейся на воздухе икры неоднородно в

определенном объеме. Нижние слои содержат относительно больше воды, чем верхние. Для снижения отрицательного влияния описанных процессов на точность подсчета икры количество воды в ней должно быть уменьшено до относительно стабильной величины. Поэтому до взвешивания икру необходимо обсушить. С этой целью икру из опытного аппарата помещают на салфетку размером 70×70 см из синтетического сетча-

того материала, например из полиэфирной противомоскитной сетки с ячейей 1 мм. Края салфетки завязывают узлом. Икру, упакованную таким образом, 1–2 мин держат навесу, дожидаясь пока сбежит основная часть воды. Затем ее помещают на рамку с сетчатым дном с габаритами 35×35 см, установленную на набор поролоновых губок, заполняющих весь объем двенадцатилитрового таза (рис. 2).



Рисунок 2 — Обсушивание икры пеляди, выгруженной из аппарата Вейса, при помощи ее дренирования поролоновыми губками

дно рамки с икрой должно непосредственно соприкоснуться всей своей площадью с верхней губкой без воздушной прослойки. Предварительно губки должны быть смочены и отжаты. Как показали специальные измерения, дренированная описанным способом икра содержит достоверно меньше воды, чем икра, хранящаяся навесу, при равной экспозиции. Минимальная продолжительность обсушивания икры — 2 ч.

2. Взвешивание икры. Икра после обсушивания высыпается из салфетки в таз объемом 12 л и взвешивается с точностью не менее 10 г с учетом массы тары (таза). Масса икры из полного аппарата Вейса колеблется от 3,5 до 4,0 кг.

3. Определение количества икринок в 1 г. Икра после взвешивания перемещается в

таз. Тщательно перемешивается ложкой для осреднения увлажненности икры, после чего осуществляется отбор контрольной навески. Масса навески зависит от размера икринок и ориентировочно подбирается таким образом, чтобы в ней было около 200 икринок. Так, например, при работе с относительно мелкой икрой пеляди навеска составляет около 0,8 г, а с икрой чира — 3,0 г. Точность взвешивания на этом этапе должна быть не менее 10 мг. При взвешивании используются электронные весы необходимой точности. Затем осуществляется прямой подсчет количества икринок в навеске. Количество икринок в 1 г рассчитывается как частное количества икринок в навеске и значения навески, выраженного в граммах. Отбирается не менее трех навесок с последующим просчетом ик-

ринок в них. В дальнейших расчетах используется среднее значение.

4. Расчет количества икры в контрольном аппарате (N , тыс. шт.) осуществляется по формуле:

$$N = n * M,$$

где n — среднее количество икринок в 1 г;

M — масса икры из аппарата после обсушки, кг.

Проделанная работа позволяет рассчитать определяемую величину — среднюю плотность укладки икры в полном инкубационном аппарате Вейса (ρ , тыс. шт./л):

$$\rho = \frac{N}{V_2}.$$

Соответствующие обозначения и размерность приведены выше. Значение ρ закономерно зависит от среднего размера икринок в партии и у сиговых рыб колеблется в пределах от 33 тыс. шт./л у чира до 180 тыс. шт./л у тугуна.

Подсчет общего количества икры во всей партии (N_0 , тыс. шт.) сводится к определению ее суммарного объема в аппаратах, с последующим умножением этой величины на среднюю плотность укладки икры:

$$N_0 = \sum V_2 \rho.$$

Оценка суммарного объема партии икры основана на тех же принципах, что и определение объема икры в отдельном аппарате (см. I этап метода) с техническим упрощением процедуры. В частности, в том случае если партия размещается в более чем десяти аппаратах, предлагается не измерять внутренний диаметр и объем каждого аппарата, а использовать в расчетах предварительно определенные средние значения этих показателей. Для этого перечисленные характеристики определяются не менее чем у пяти аппаратов. При инвентаризации партии икры измерение расстояния от верхнего слоя икры до верхней кромки в каждом аппарате проводят один раз линейкой с точностью 1 см. Результаты удобно заносить в соответствующую

таблицу, оформленную в виде вариационного ряда, отражающего частоты значений расстояния от верхнего слоя икры до верхней кромки аппарата с шагом в 1 см. Расчеты легко выполняются при помощи автоматической таблицы Microsoft Excel.

В традиционном варианте объемно-весового способа оценки количества икры общий объем партии икры определяется за счет ее промеривания объемным эталоном количества икры, например мерной рыбководной кружкой с перфорированным дном. Среднее количество икры в этом эталоне определяется весовым способом, учитывая общую массу отмеренной кружкой икры после ее обсушивания и количество икры в 1 г. В этом случае общее количество икры равно произведению суммы кружек, заполненных икрой, на среднее количество икры в одной кружке. Такой способ учета удобен при сборе икры на рыбководном пункте.

Предложенная модификация объемно-весового метода не предусматривает создание объемного эталона количества икры. Вместо него рассчитывается значение средней плотности укладки икры в инкубационном аппарате. Такой подход позволяет не выгружать икру из аппаратов при инвентаризации, что значительно сокращает трудозатраты при его применении в производственных условиях инкубационного цеха. Кроме того, модификация метода учитывает сложный характер размещения икры в единице объема. По сравнению с модифицированным объемным методом [4] новый объемно-весовой вариант является более точным и технически более простым. Его производственная апробация успешно прошла в Сузгунском инкубационном цехе Тобольского регионального рыбопитомника на икре шести видов сиговых рыб в 2014–2016 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черфас Б. И. Рыбоводство в естественных водоемах. М. : Пищепромиздат, 1950. 527 с.

2. Справочник по озерному и садковому рыбоводству / под. ред. Г. П. Руденко. М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1983. 311 с.
3. Дзюменко Н. Ф. Усовершенствование объемного способа подсчета икры байкальского омуля // Сб. науч. тр. ГосНИОРХа. 1980. Вып. 149. С. 136–139.
4. Модификация объемного метода подсчета икры рыб / С. М. Семенченко, Н. Ф. Дзюменко, В. С. Покровский и др. // Сб. науч. тр. ГосНИОРХа. 1989. Вып. 293. С. 139–144.

THE MODIFICATION OF THE NET WEIGHT METHODS ACCOUNTING WHITEFISH EGGS IN THE INCUBATION SHOP

S.M. Semenchenko

FSBSI “State Scientific-and-Production Center of Fishery”
625023, Russia, Tyumen, Odesskaya str., 33
SemSM07@yandex.ru

A modification of the net weight method of counting fish eggs, based on the determination of the mean number of eggs per unit volume is filled with an incubation apparatus Weiss and the total volume occupied by the eggs in the apparatus. In assessing the number of eggs in one liter unit volume occupied by the eggs in the control unit is determined by calculation, and counting the number of eggs in this volume is carried out by the weight method. The new version of the volume-weight method is more precise and technically more simple and takes into account the complex nature of the placement of eggs per unit volume. This method is recommended for the incubation of eggs inventory at the manufactory.

Key words: fish eggs; net weight method; incubation unit.