

Модель эмбрионального периода развития трески Балтийского моря

Modell für die embryonale Entwicklungsperiode des Dorsches in der Ostsee

КАНД. МАТ. НАУК БУЛГАКОВА, Т. И., ВНИРО,
КАНД. БИОЛ. НАУК ГРАУМАН, Г. Б., БАЛТНИРХ

Es wird ein mathematisches Modell vorgelegt, das es gestattet, die Sterblichkeitsrate der Eier des Ostseedorsches auf der Grundlage der Fischgrößenzusammensetzung und der hydrologischen Bedingungen im Gebiet um Bornholm und Gotland einzuschätzen.

Der Einfluß der Salinität, der Wassertemperatur und des Sauerstoffgehaltes auf die Überlebensrate der Eier von unterschiedlichem Durchmesser wurde für unterschiedliche Seegebiete modelliert. Die Abhängigkeit der Dichte der Eier vom Durchmesser wird dargestellt. Es wurden Abhängigkeiten für die natürliche Sterblichkeit der Eier in jeder Entwicklungsstufe auf den Laichplätzen vor Bornholm und Gotland festgestellt.

Auf der Grundlage der Daten über die Vertikalverteilung der Temperatur, des Salz- und des Sauerstoffgehaltes konnte man die natürliche Sterblichkeit der Eier für jede Größenklasse einschätzen. Solche Berechnungen können die Arbeitsprozesse des Sammelns und der Bearbeitung der Dorscheier ersetzen und bei der Prognostizierung der Jahresklassenstärke verwendet werden.

Предлагается математическая модель, позволяющая оценивать смертность икры балтийской трески, основываясь на ее размерном составе и гидрологических условиях в Борнхольмском и Готландском районах.

Смоделировано влияние трех гидрологических факторов (солёности, температуры воды, содержания кислорода) на выживание икры разных диаметров отдельно по указанным районам моря. Построены зависимости условной плотности икры от ее диаметра. Получены зависимости мгновенной смертности икры для каждого этапа ее развития на Борнхольмском и Готландском нерестилищах. Зная вертикальное распределение температуры воды, солёности и кислорода для данного года, можно по указанной методике рассчитать коэффициенты мгновенной смертности икры для каждой размерной группы. Такие расчеты смогут заменить трудоемкие процессы сбора и обработки икры трески и использоваться при заблаговременном прогнозировании урожайности ее поколений.

Балтийская треска — подвид атлантической трески — живет на краю ареала вида. Нерест ее проходит при солёности от 10,5 до 18 ‰ /6/ (такая солёность наблюдается в Балтике только в придонных слоях глубоководных впадин), в то время как атлантическая треска нерестится в поверхностных слоях воды при солёности более 30 ‰.

Численность балтийской трески, как и любой популяции, живущей на краю ареала вида, лимитируется абиотическими факторами. Поскольку же самым уязвимым периодом развития популяции является эмбриональный, то естественно предположить, что лимитирование численности балтийской трески происходит в основном в течение этого периода.

В настоящей работе предлагается математическая модель, позволяющая оценивать выживание икры этого вида, основываясь на ее размерном составе и гидрологических условиях в районе нереста.

Икра балтийской трески значительно крупнее, чем икра атлантической, поскольку вода в Балтийском море даже в районах нереста значительно опреснена по сравнению с другими районами обитания трески (табл. 1).

Таблица 1

Размеры икринок трески из разных районов нереста (по Н. П. БИРЮКОВУ и Г. Б. ГРАУМАН) /1/

Район нереста	Солёность, ‰	Диаметр икры, мм	Автор
Норвежское море	34	1,20—1,47	РОЛЛЕФСЕН, 1935
Баренцево море	34	1,11—1,68	РАСС, 1949
Северное море	33	1,16—1,60	ЭРЕНБАУМ, 1909
Белое море	30	1,20—1,54	ЕВРОПЕЙЦЕВА, 1937
Балтийское море	11—16	1,30—2,00	ГРАУМАН, 1961

Пелагическая икра парит в слое воды, где плотность воды равна плотности икры. Увеличение размера икринки — это приспособление к парению в более пресной воде (за счет увеличения объема при той же массе плотность икринки уменьшается) /4; 8/.

Даже на разных нерестилищах Балтики из-за разной солёности различны средние диаметры икринок. В табл. 1 и 2 показано, что существует тесная связь между солёностью и диаметром икринок. В районе Борнхольма, рас-

положенном ближе к Датским проливам, лучше водный обмен с Северным морем и потому лучше условия для развития икры, чем в районах Готландской или Гданьской впадин. Рассмотрим отдельно два нерестилища — Борнхольмское и Готландское (по Гданьскому мы не располагаем регулярными гидрологическими данными).

Таблица 2

Размеры икринок на разных нерестилищах Балтики (по Н. П. БИРЮКОВУ и Г. Б. ГРАУМАН) /1/

Район нереста	Солёность, ‰	Диаметр икринок, мм	
		крайние размеры	средний
Арковский	16—20	1,30—1,80	1,50
Борнхольмский	13—20	1,45—1,95	1,70
Штольпенский	12—14	1,50—2,00	1,70
Гданьский	11—12	1,55—2,00	1,79
Готландский	11—12	1,55—2,00	1,80

В течение ряда лет (с 1954 по 1978 г.) изучалось распределение икры трески на нерестилищах Балтики, в том числе брались вертикальные ихтиопланктонные пробы в разных слоях воды. Установлено /4/, что более крупная по диаметру икра располагается в верхних горизонтах, более мелкая — ближе ко дну, где плотность воды выше. Поскольку в глубоких слоях наблюдается пониженное содержание кислорода, то для мелкой икры условия выживания хуже.

В данной работе проанализированы биологические материалы с целью смоделировать влияние трех гидрологических факторов на выживание икры разных размеров. Полагаем, что на плавучесть икры влияют солёность и температура воды, поскольку от них зависит плотность воды. Температура также влияет на длительность инкубационного периода. Концентрация кислорода в слое воды, где развивается данная икра, определяет величину коэффициента мгновенной смертности. Выживание же икры зависит как от коэффициента мгновенной смертности, так и от длительности инкубационного периода (чем он длиннее, тем больше вероятность гибели икры при том же коэффициенте мгновенной смертности).

Материал и методика

Настоящая работа построена следующим образом.

1. По данным вертикальных послонных ловов икры, про-

