



УДК 639.3

Профессор Е.И. Хрусталеv, доцент О.Е. Гончаренко,
доцент Т.М. Курапова, вед. инженер К.А. Елфимова
(Калининградский гос. техн. ун-т) кафедра аквакультуры,
тел. 8-911-467-95-80

Технологии региональной аквакультуры

Сопоставляются возможные модели достижения товарной массы рыб при различной степени интенсификации производственных процессов. Достоверность предлагаемых моделей подтверждается апробированной практикой, внедрением результатов научных исследований и реальными значениями уровня раскрытия ростовой потенции рыб.

Our article is devoted to various technological schemes of farming of usual aquaculture objects at the region. Possible models to obtain market size fish are compared at different degrees of intensification of the farming process. The accuracy of the proposed models is confirmed by proven practices and real values of disclosure of fish growth potency measured by the coefficient of the mass accumulation - universal indicator of the fish growth rate.

Ключевые слова: технологии, модели, коэффициент массонакопления, карп, форель, стерлядь.

Опыт научных исследований и практических работ в сфере региональной аквакультуры позволяет предложить технологические схемы выращивания рыбы, которые в наибольшей степени учитывают как природно-климатические условия региона, так и биологические особенности объектов разведения и выращивания в части разрешения ростовой, адаптогенной и репродуктивной потенции. Поскольку речь идет о технологиях как полноценном хозяйственном механизме, особое внимание уделяется техническому обеспечению рыбоводного процесса на всех его этапах.

Например, разработанные математические модели, изготовление и монтаж технических узлов позволили испытать, апробировать в технологическом процессе разведения рыб и выращивания посадочного материала форели, клариевого сома и стерляди тепловой насос [1]. Очевидной стала биологическая и экономическая эффективность применения данного механизма.

Спектр рыбоводных предприятий, размещаемых на территории определенного региона, может быть представлен следующими типами, работающими по традиционной линейной схеме или в комбинированной модификации:

- прудовые хозяйства;
- бассейновые хозяйства;
- садковые хозяйства;
- установки замкнутого цикла водообеспечения (УЗВ).

Прудовые, бассейновые и садковые хозяйства, размещаемые в привязке к открытым водоисточникам, термический режим которых определяется природно-климатическими особенностями места их расположения, характеризуются сезонной особенностью раскрытия у рыб репродуктивной и ростовой потенции. Как результат - специфический режим выращивания рыб, проявляющийся в продолжительности периода достижения массы посадочного материала и товарной рыбы. Этот фактор является решающим, определяющим параметры рыбоводного процесса [2].



При расчете модели выращивания рыбы в таких рыбоводных хозяйствах, и оперируя показателем скорости роста рыб – коэффициентом массонакопления (K_m), следует исходить из той нормативной базы, которая регламентирует выращивание рыб в условиях конкретных регионов [3].

Прудовое рыбоводство. Основным объектом прудового рыбоводства для Калининградской области является карп. Территориально согласно принятой в 50-е годы прошлого столетия классификации северная часть области отнесена к I зоне рыбоводства, остальная – ко II. В соответствии с нормативной базой средняя масса сеголетков карпа должна составлять 25 г, товарных двухлетков 375-400 г. Если ориентироваться на эти значения, на первом году выращивания величина $K_m = 0,065$ за 135-суточный период выращивания, когда температура воды выше 15 °С. На втором году выращивания $K_m = 0,095-0,115$. Если применяется трехлетний оборот, то на втором году выращивания до средней массы 170-180 г $K_m = 0,06-0,063$, на третьем до достижения средней массы 750-800 г – $K_m = 0,076-0,085$ [4].

Эти данные аппроксимируются на период выращивания, превосходящий зафиксированный в указанной классификации для I-II зон прудового рыбоводства (60-90 сут). Правомерность ведения расчета согласуется с нашими данными, полученными за последние 25 лет на УОХ КГТУ (учебно-опытное хозяйство). Эти данные говорят о том, что в 50 % случаев фиксировались периоды вегетационного сезона с температурой выше 15 °С применительно к III зоне рыбоводства, в 40 % - к IV и 10 % - к V. Однако структура температурного режима, прежде всего, со значениями выше 20 °С существенно отличалась от классических III-IV и V зон прудового рыбоводства. В то же время, как показывают наши данные, а также результаты, полученные в Правдинском прудовом хозяйстве, при высоком уровне биотехники и качественном кормлении реально получать к концу первого года сеголетков средней массой 30-50 г, двухлетков - до 700 г. В этом случае величина K_m равняется 0,082 и 0,118 [5].

В случае трансформации этих данных на трехлетний оборот, имеющий целью выращивание карпа повышенной навески, при сохранении нормативной базы по плотности посадки, средняя масса сеголетков составит около 50 г, двухлетков - 300 г, трехлетков - 1500 г, а величина K_m 0,082; 0,072 и 0,105.

Таким образом, в современных условиях с традиционными сроками получения икринок карпа (конец мая - начало июня) оптимальными будут модели выращивания, представленные на рис. 1.

Комбинированная модификация учитывает, что к концу октября - началу ноября у особей-производителей карпа половые продукты достигают IV стадии зрелости. Наличие в структуре прудовых хозяйств инкубационных цехов и возможности создания регулируемого температурного режима позволяет вывести особей-производителей карпа на созревание к февралю-марту и получить 1 г мальков к середине мая. В этом случае, учитывая установленную потенцию роста, сеголетки карпа достигнут средней массы до 100 г, а товарные двухлетки до 970 г. Применение трехлетнего оборота позволит на втором году вырастить двухлетков со средней массой до 500 г, а трехлетков - до 2000 г (рис. 2) [6].



Рис. 1. Модели выращивания карпа при естественной термике воды



Рис. 2. Модели выращивания рыб при комбинированной схеме

Бассейновое рыбоводство. Лимитирующим, как и в прудовом рыбоводстве, фактором является влияние природно-климатических условий на продолжительность вегетационного сезона и раскрытие ростовой потенции у рыб. В то же время подбор объектов выращивания, повышенный водообмен позволяют выйти на режим получения рыбопродукции на несколько порядков выше, чем в прудовом рыбоводстве.

Основные объекты выращивания - осетровые (на примере стерляди) и лососевые (на примере радужной форели) рыбы.

Следует отметить, что в разные годы температура воды выше 21 °С может отмечаться от 16 до 52 сут (наши наблюдения), что положительно влияет на рост стерляди и отрицательно - на рост форели.

Период интенсивного кормления, формирующего положительный баланс в соотношении затрат корма и прироста массы рыб, для форели прослеживается в интервале повышения температуры воды выше 5 – 8 °С весной и снижения ниже 8 °С осенью; для стерляди - при повышении температуры воды выше 12 °С весной и снижении ниже температуры 12 °С осенью. Эти периоды вегетационного сезона следует рассматривать с позиции получения экономически выгодного роста рыб, когда затраты корма, так же как и другие составляющие затратного механизма, минимизируются по отношению к приросту массы рыб.



Стерлядь. Анализ роста стерляди в условиях бассейнового хозяйства с естественной термикой воды показывает, что при получении потомства в традиционные сроки (вторая половина апреля - первая половина мая) сеголетки достигают за 135 сут выращивания средней массы 100 г. При этом величина K_m составляет 0,1. При потере массы тела до 12 % за период зимовки двухлетки достигают массы 300-400 г (стандарт товарной массы 300-500 г), при средней величине $K_m = 0,06$ за 150 сут с температурой выше 12 °С. При потере массы за зимовку до 10 % трехлетки достигают товарной массы 1000 г при величине $K_m = 0,05$ за 150 сут [7].

Используя возможности регулирования температурного режима в инкубационном цехе можно управлять режимом содержания производителей и получения потомства в феврале – марте. В этом случае при зарыблении бассейнов в начале – середине мая подрощенной до 1 – 3 г молодь, сеголетки достигнут средней массы 200 г при $K_m = 0,1$; двухлетки - 680 г при $K_m = 0,06$ и трехлетки - 1400 г при $K_m = 0,05$. Выращивание по такой модели позволяет поставлять в торговые сети стерлядь с товарной массой, принятой для русского и сибирского осетров (рис. 3).

Форель. Наличие в температурном режиме вегетационного сезона периода с температурой выше 21 °С следует рассматривать как сдерживающий фактор в раскрытии общесезонной потенции роста рыб. Данные экспериментов, когда в течение 60 сут температура воды составляла 21-24 °С, показали, что величина K_m составила 0,03 [8].



Рис. 3. Модели выращивания стерляди

В то же время за аналогичный период выращивания при температуре 16-18 °С K_m оказался равным 0,11. Эти данные, а также результат оценки многолетних наблюдений позволяют построить модель выращивания форели при традиционных сроках получения зрелых половых продуктов в апреле. В этом случае массы 1 г молодь форели достигает к концу июня, а средней массы посадочного материала в конце октября – около 40 г. При этом величина K_m составляет 0,06, при средней продолжительности периода с температурой выше 21 °С не более 15 сут. При продолжительности такого периода 25-45 сут к концу октября средняя масса посадочного материала не превысит 25 г, а K_m составит 0,048.

Прирост массы сеголетков – годовиков в зимний период, учитывая осеннее охлаждение воды с 8 до 0,3 °С и весеннее повышение с 0,3 до 8 °С, составит



до 30 %. Поэтому стартовая средняя масса годовиков, рассаживаемых на интенсивный нагул, в первом варианте составит около 50 г, во втором около 30 г. Продолжительность периода интенсивного роста в среднемноголетнем аспекте составляет 180 сут. При средней величине $K_m = 0,06$ к концу вегетационного сезона второго года выращивания средняя масса двухлетков составит около 390 г в первом варианте и 300 г во втором. В обоих случаях рыба достигает товарной навески "порционной" форели.

При трехлетнем обороте, нацеленном на получение "лососевой форели" с массой более 1 кг, за зимний период прирост массы рыб составит 20 %. В первом варианте средняя масса годовиков, переводимых на интенсивный нагул, составит около 470 г, во втором - 360 г. При средней величине K_m , учитывающей что на третьем году у форели происходит перераспределение в общем обмене веществ значительной доли энергии на репродуктивную составляющую, равную 0,05, масса трехлетков составит около 1250 г в первом варианте и 1050 г - во втором.

При приросте массы трехлетков - трехгодовиков в зимний период до 20 % средняя масса последних при рассаживании на интенсивный нагул составит около 1500 г в первом и 1250 г во втором вариантах. При средней величине K_m на четвертом году выращивания, равном 0,045 (увеличение доли генеративного обмена), масса четырехлетков составит около 2500 г в первом и 2100 г во втором вариантах.

Комбинированная схема предполагает перевод в конце декабря-января производителей в бассейны инкубационного цеха, где температура воды соответствует нерестовой (7-8 °C). В этом случае к середине мая, когда температура воды, подаваемой в выростные бассейны, повышается до 14-16 °C, в них высаживают мальков со средней массой около 3 г. В этом случае за 165 сут выращивания сеголетки достигают средней массы около 100 г при величине K_m 0,09 и продолжительности периода с температурой воды выше 21 °C до 15 сут. При продолжительности периода с температурой выше 21 °C 25 – 45 сут K_m составит 0,048, а масса сеголетков около 70 г.

При приросте массы годовиков за зимовку на 30 % стартовая их масса при рассаживании весной на интенсивное выращивание составит в первом варианте около 130 г, во втором – 90 г.

При средней величине K_m , равном 0,06, на втором году выращивания к концу вегетационного сезона средняя масса двухлетков составит около 580 г в первом и 450 г во втором вариантах. При приросте массы двухгодовиков на 20 % стартовая их масса при весеннем рассаживании на интенсивное выращивание составит в первом варианте около 700 г, во втором – 540 г.

При величине K_m на третьем году выращивания 0,05 средняя масса трехлетков составит около 1650 г в первом варианте и 1400 г во втором. При приросте массы четырехгодовиков за зимовку на 20 % стартовая масса при рассаживании на интенсивное выращивание весной составит около 1950 г в первом и 1650 г во втором варианте.

При средней величине K_m на четвертом году выращивания 0,045 средняя масса четырехлетков составит до 2500 г в первом и 3000 - 3500 г во втором вариантах.

Таким образом, предлагаются следующие модели выращивания форели в бассейновых хозяйствах с естественной термикой воды (рис. 4).



Рис. 4. Модели выращивания форели

Садковые хозяйства. В силу особенностей природно-климатических условий региона основными объектами выращивания в садках являются осетровые и лососевые. Анализ результатов собственных исследований, проведенных с форелью и стерлядью, показывает, что для данных объектов применимы те же схемы, что обоснованы для бассейновых хозяйств с теми же размерно-возрастными параметрами выращивания рыб как по линейным, так и комбинированным схемам. Следует отметить, что как форель, так и стерлядь, начиная с возраста двухлетков, уже рассматриваются как товарная продукция. Поэтому избираемая модель выращивания может быть двух-, трех- и четырехлетней в зависимости от требований потребительского [9].

Таким образом, результаты наших исследований и разработанные технологические схемы выращивания товарной рыбы позволяют реализовать наиболее эффективные сценарии развития региональной аквакультуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маковская, А.И. Использование тепловых насосов в установках для разведения рыбопосадочного материала [Текст] / А.И. Маковская, Е.И. Хрусталева, Ю.А. Фатыхов // Труды X Международной научной конференции, «Инновации в науке, образовании и бизнесе- 2012».- Калининград: КГТУ, 2012.- Часть 1. - С. 449-451.
2. Хрусталева, Е.И. Научно-техническое обоснование основ технологического рыбоводного кадастра на территории Калининградской области. Отчет о НИР. – Калининград, КГТУ. - С. 35
3. Купинский, С.Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры [Текст]: учеб. пособие. – Димитров: АГТУ. 2008. – 133 с.
4. Хрусталева, Е.И. Полициклические технологии в индустриальном рыбоводстве [Текст] / Е.И. Хрусталева // Рыбное хозяйство . 2008. - № 5.
5. Особенности выращивания карпа в прудах Калининградской области [Текст] / Т.М. Курапова, О.Е. Гончаренко, А.Е. Смирнов. Л.В. Савина / «Интенсивная аквакультура на современном этапе развития» науч. практ. конф. – Махачкала: ДагПИРХ, 2013. – С.- 84-92.
6. Рыбоводство в замкнутых системах [Текст] / Е.И. Chrustslev, A. Domarkas. O Goncarenok and other. Vilnius, 2010. -279 с.



7. Хрусталеv, Е.И. Искусственное воспроизводство стерляди *Acipenser ruthenus* L [Текст] / Е.И. Хрусталеv // Биотехника искусственного воспроизводства рыб, раков и сохранение запасов промысловых рыб. – 2008. –С.- 8-17.
8. Хрусталеv, Е.И. Особенности роста и выживаемости радужной форели в условиях аномально теплого лета [Текст] / Е.И. Хрусталеv, Н.Г. Батухтина, С.С. Плиев, С.А. Василевская // Мат. докл. Междунар. симпозиума.- Астрахань : АГТУ, 2007. –С. 26 -31.
9. Изучение прикладных аспектов в обосновании технологий региональной аквакультуры / Отчет о НИР. Руководитель Е.И Хрусталеv. (во ФГНУ «ЦИТ и С»). – Калининград: ФГБОУ ВПО "КГТУ". Рег. № 01201265034 - 41 с.

REFERENCES

1. Makovskaya A. Use of heat pumps in installations for breeding fish-stocking material / A. Makovskaya, E. Khrustalyov, Y. Fatykhov / / Proceedings of the X-th International scientific conference " Innovations in science, education and business 2012." - Kaliningrad: FSBEI HPE "KSTU", 2012. - Part 1. - P. 449 - 451.
2. Khrustalyov E. Scientific and technical arguments of bases of technological hatchery cadastre in the Kaliningrad region. Report of SRW. - Kaliningrad, FSBEI HPE " KSTU ." – P. 35.
3. Kupinsky S. Productional possibilities of aquaculture facilities. Textbook. - Dimitrov, FSEI HPE "ASTU ", 2008. – 133 p.
4. Khrustalyov E. Polycyclic technology in industrial aquaculture // Fish industry, 2008, № 5.
5. Kurapova T., Goncharenok O., Smirnov A., Savina L. Features of cultivation of carp in ponds of the Kaliningrad region / Intensive aquaculture at the present stage of development. Scientific and Technical Conference. - Makhachkala, DagPIRH, 2013. - P. - 84-92.
6. Fish breeding in closed systems (monograph) / E. Chrustslev, A. Domarkas, O. Goncarenok and other. Vilnius, 2010. – 279 p.
7. Khrustalyov E., Kurapova T., Khaynovsky K. The artificial reproduction of sturgeon *Acipenser ruthenus* L / / Biotech artificial reproduction of fish, crabs and preservation of commercial fish stocks. - Vilnius, Lithuania, in 2008. - P.- 8-17 .
8. Khrustalyov E., Batukhtina N., Pliev S., Vasilevska S. Features of growth and survival of rainbow trout in the conditions of abnormally warm summer (article) // Astrakhan, mat. of reports Intern. symposium. ASTU. 2007. -P. -26-31.
9. The study applied aspects in the rationale technologies of regional aquaculture / Report of SRW. Chief E.I Khrustalyov. Reg. Number 01201265034 (in FGNU "CITaS"). - Kaliningrad: FSBEI HPE "KSTU". – 41 p.