

Основы модели роста карпа

Канд. биол. наук, доцент, зав. кафедрой промышленного рыбоводства и переработки рыбной продукции **В.В. Шумак** –
Полесский государственный университет УО «ПГУ», Пинск, Республика Беларусь

@ vshumak@yandex.ru

Ключевые слова: нормативы, сеголетки, рост, масса, коэффициент массонакопления



Рассмотрен подход к проведению комплексной оценки и анализа полученных рыбоводных результатов в области племенной работы с карпом. Результаты отражают уровень эффективности процесса его выращивания. Сформирована модель роста для племенного сеголетка карпа в течение 175 суток, при подержании температуры воды выше 15°C. При удлинении срока выращивания до года и сохранении комфортных условий содержания и температуры воды выше 15°C, значение массы сеголетка карпа может достигать 1,7 кг.

Использование в процессе расчетов в модели роста подтверждает, что реальность достижения среднестатусной массы двухлетка карпа на уровне 660 г и выше. Племенной материал двухлетка карпа, используемый для формирования пополнения маточного стада, может достигать массы 1 кг.

| Введение |

При организации и реализации производственных процессов в аквакультуре большое внимание уделяют выращиванию стандартного сеголетка карпа среднестатусной массой не менее 25 г. В то же время для выращивания племенного материала сеголетка карпа существуют требования по среднестатусной массе выше 45 г во II зоне рыбоводства при разреженных плотностях посадки. Селекционно-племенная работа всегда имела огромное влияние на результативность ведения рыбного хозяйства и сейчас выходит на качественно новый уровень, ее значимость повышается. Для обеспечения полноценного физиологического состояния рыбы в зимний период, применяют различные методы интенсификации рыбоводства в летний период. Интенсификация ведения селекции и племенной работы в рыбоводстве, заключается в совершенствовании существующих подходов в оценке результативности мероприятий.

| Результаты и их обсуждение |

Целью данной работы является изучение возможностей моделирования роста сеголетка карпа и оценка качества племенного материала по рыбоводным результатам. Моделирование позволяет тиражировать подходы к оценке эффективности выращивания посадочного материала не только племенного происхождения, но и оценивать рост рыбы при осуществлении производ-

ственной деятельности и получении товарной продукции. Разработанные и излагаемые в статье подходы к моделированию возможных максимальных значений среднестатусной массы карпа можно применять к другим видам рыбы при изучении их нормативных показателей или технологических параметров выращивания. Оценить проявление хозяйственно полезных признаков, в процессе выращивания, помогает всесторонний анализ влияния разных факторов.

Анализ и оценку эффективности выращивания племенного посадочного материала карпа проводили многие именитые ученые [1; 2]. Процесс выращивания рыбы в естественной среде прудов очень подвержен влиянию условий окружающей среды.

Комплексный показатель оценки полученного племенного посадочного материала карпа, по имеющимся рыбоводным данным, представляет собой сочетание единичных показателей. Так, Н.А. Плохинским был предложен комплексный показатель такой оценки, который применяется до сих пор [3].

Любое хозяйственное действие должно быть обосновано. Расширение работ подразумевает широкое тиражирование селекционных достижений, создание и эффективную эксплуатацию маточных стад новых объектов рыбоводства [4]. Завоз рыбы допускается только с разрешения ветеринарных служб и из хозяйств, благополучных по карантинизируемым заболеваниям. Перевозки

Таблица 1. Нормативные значения по племенной работе с сеголетком карпа

Показатели	Значения показателей						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Зоны рыбоводства							
Количество дней с температурой выше 15°C	60-75	76-90	91-105	106-120	121-135	136-150	151-175
Естественная рыбопродуктивность, кг/га	70	120	150	200	220	240	260
Общая рыбопродуктивность, кг/га	272	414	660	720	960	1080	1200
Плотность посадки, шт/га	17000	23000	30000	30000	30000	30000	30000
Выход, %	40	40	40	40	40	40	40
Среднестатусная масса, г (по нормативам)	40	45	55	60	80	90	100

Таблица 2. Расчетные значения коэффициентов массонакопления по племенной работе с сеголетком карпа

Показатели	Значения показателей						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Зоны рыбоводства							
Среднештучная масса, г (по нормативам)	40	45	55	60	80	90	100
Max Км по естест рп	1,012108	1,012696	1,010120	1,011423	1,010796	1,010245	1,09758
Min Км по естест рп	1,009675	1,010711	1,008765	1,010084	1,009671	1,009285	1,008414
Max Км по общей рп	1,035265	1,029333	1,026701	1,023719	1,023178	1,021480	1,020037
Min Км по общей рп	1,028114	1, 024714	1,023100	1,020923	1,020750	1,019456	1,017266
Среднештучная масса, г (по Max Км по естест рп)	10,294	13,043	12,500	16,667	18,333	20,000	21,667
Среднештучная масса, г (по Min Км по естест рп)	10,294	13,043	12,500	16,667	18,333	20,000	21,667
Среднештучная масса, г (по Max Км по общей рп)	40,000	45,000	55,000	60,000	80,000	90,000	100,000
Среднештучная масса, г (по Min Км по общей рп)	40,000	45,000	55,000	60,000	80,000	90,000	100,000

проводятся со строжайшим соблюдением всех правил профилактики и выдержкой в карантинных прудах [5].

Состояние аквакультуры и эффективности рыбохозяйственной деятельности на базе внутренних водоемов всегда было проблемой массовых исследований [6; 7].

Указывалось на то, что прирост и кратность увеличения массы тела характеризуют процесс массонакопления рыбы, дополняя друг друга, но с разных позиций [8]. В данной работе предпринята попытка объединения разных единичных показателей в один комплексный показатель, описывающий рост племенного сеголетка карпа на основе технологических нормативов.

Критерии оценки выращенного посадочного материала рыбы могут быть достаточно разными. Но при ведении рыбоводства в прудовых хозяйствах в естественных условиях со всеми климатическими особенностями, свойственными определенным территориям, была разработана нормативная документация по рыбоводству.

По материалам Рыбоводно-биологических норм для эксплуатации прудовых хозяйств, изданных в 1985 г. по разработкам Всесоюзного научно-производственного объединения по рыбоводству (ВНПО по рыбоводству), Всесоюзного научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) под руководством Министерства рыбного хозяйства СССР [9], хозяйства работают и сейчас (табл. 1). Селекционно-племенная работа выделена в нормах и занимает особое место в комплексе мероприятий по повышению эффективности рыбного хозяйства и обеспечению научно технического прогресса в рыбоводстве.

Но многие параметры можно рассматривать несколько по-иному, в соответствии с накоплением и поступательным развитием знаний. Разработанные нормативы представляли собой материал для проведения расчетов. Расчеты коэффициента массонакопления K_m проводились по следующей формуле:

$$K_m = (E/(P \times V \times M_0))^{1/T}, \quad (1)$$

где E – естественная рыбопродуктивность, кг/га; P – плотность посадки, шт/га; V – выход, как нормированный коэффициент от 0 до 1; M_0 – начальная масса личинки, кг/шт; T – максимальное или минимальное количество дней с температурой выше 15°C для изучаемой зоны рыбоводства.

Расчитанные в табл. 2, коэффициенты массонакопления представляют собой комплексные показатели,



Рисунок 1. Сеголеток немецкого карпа

которые учитывают возможности выростных площадей в каждой из зон рыбоводства, для обеспечения потенциала накопления живой массы.

При работе с данной формулой и ориентируясь на достижение среднештучной массы, а также обеспечение общей рыбопродуктивности, получаем несколько более высокие показатели коэффициента массонакопления. Полученные значения описывают рост сеголетка при принятом уровне интенсификации рыбоводства.

При расчете данного коэффициента по естественной рыбопродуктивности не учитывается конечная масса сеголетка, все показатели описывают скорее технологический процесс, регламентированный в нормах. Данное значение показателя не менее информативно, чем далее проведенные исследования роста племенного сеголетка карпа.

Соизмерить коэффициенты массонакопления по двум разным зонам рыбоводства невозможно, но вполне реально использовать при оценке качества племенного сеголетка, выращенного в одной зоне рыбоводства. Сеголеток может быть выращен с использованием мероприятий по интенсификации процесса рыбоводства, а может содержаться на естественной кормовой базе с минимальными затратами, но тогда достигнутая среднештучная масса будет изменяться от 10 г в I зоне рыбоводства до почти 22 г в VII зоне. Расчет среднештучной массы M_T проводился по каждой зоне рыбоводства по следующей формуле:

$$M_T = M_0 \times (K_m)^T, \quad (2)$$

где M_0 – начальная масса личинки, кг/шт; T – максимальное или минимальное количество дней с темпе-



Рисунок 2. Двухлеток немецкого карпа

ратурой выше 15°C для изучаемой зоны рыбоводства, в зависимости от того, какие коэффициента массонакопления взяты для расчета и значения.

Из табл. 2 видно, что максимальные значения соответствовали минимальному количеству дней, регламентированных для зоны рыбоводства. Максимальные значения коэффициента массонакопления значительно превышали минимальные значения и могли служить интервалом тех контрольных цифр, которые бы отражали качество полученного посадочного материала в виде сеголетка карпа. При расчете по реальным рыбоводным результатам полученные значения должны быть в интервале расчетных значений по нормативам для каждой зоны рыбоводства соответственно. Тогда качество сеголетка карпа будет удовлетворять требованиям по предъявляемым технологическим нормативам.

Так, в 2011 г. были выращены сеголетки шести коллекционных групп карпа разного происхождения на базе СПУ «Изобелино» (табл. 3). Статистическая обработка проведена с использованием методики П.Ф. Роицкого [10].

Породы карпа белорусской селекции представлены лахвинским чешуйчатым карпом и двумя отводками изобелинского карпа (смесь чешуйчатая и три прим), а импортные породы – югославским, немецким и зеркальным черепетским карпом, причем последний был впервые завезен в СПУ «Изобелино». Средняя масса сеголетков различных пород и отводок колебалась от 21,0 до 39,5 г, что несколько ниже, чем было запланировано в соответствии с нормативами 45,0 г. Плотность посадки составляла, также в соответствии с нормативами, 23 тыс.шт/га.

Провели анализ рыбоводных данных, в соответствии с предложенной выше методикой, так чтобы плотность посадки, выход, рыбопродуктивность единицы площади указывали качество полученного посадочного материала, путем расчета комплексного показателя коэффициента массонакопления вначале и по окончании нормативных значений ограничения в днях II зоны рыбоводства, к которой относится СПУ «Изобелино» (табл. 4).

Максимальные значения коэффициента массонакопления удовлетворяют интервалу по нормативным значениям. Эти же породы превысили 30 г рубеж по средне-

Таблица 3. Рыбохозяйственные показатели сеголетков карпа ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Порода, отводка		Средняя масса, г	Выживаемость, %	Общая рыбопродуктивность, кг/га
Изобелинский карп	смесь чешуйчатая	21,0±1,15	58,6±0,64	283,90±2,29
	три прим	35,5±0,55	36,3±0,69	296,78±1,12
лахвинский чешуйчатый		33,1±0,54	79,1±0,46	602,18±1,12
югославский		39,5±0,97	61,1±0,62	555,09±1,26
немецкий		24,5±1,09	75,0±1,02	422,63±2,73
черепетский		29,6±0,84	54,8±0,28	373,08±0,76

Таблица 4. Расчетные показатели качества сеголетков племенного карпа ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Порода, отводка		Max Km по нормативам	Min Km по нормативам	Max Km по расчетам	Min Km по расчетам	Вывод по качеству
Изабелинский карп	смесь чешуйчатая	1,029333	1,024714	1,019060	1,016072	не удовлетворяют
	три прим	1,029333	1,024714	1,026126	1,022018	удовлетворяют
лахвинский чешуйчатый		1,029333	1,024714	1,025177	1,021220	удовлетворяют
югославский		1,029333	1,024714	1,027569	1,023231	удовлетворяют
немецкий		1,029333	1,024714	1,021131	1,017815	не удовлетворяют
черепетский		1,029333	1,024714	1,023672	1,019953	не удовлетворяют

Таблица 5. Моделирование значений роста племенного сеголетка карпа

Показатели	Значения показателей						
	1	2	3	4	5	6	7
Интервалы							
Количество дней в интервале	75	15	15	15	15	15	25
Общее количество дней	75	90	105	120	135	150	175
Min Km по общей рп	1,028114	1,029333	1,023100	1,020923	1,020750	1,019456	1,017266
Среднештучная масса, г	40,000	57,689	81,258	110,858	150,855	201,412	308,993
Расчетный Km по общей рп	1,028114	1,026298	1,024485	1,022675	1,020869	1,019066	1,017266
Среднештучная масса, г	40,000	59,042	84,868	118,799	161,943	214,979	329,806

штучной массе (табл. 3). Самая высокая среднештучная масса соответствует югославскому карпу – 39,5 г.

Моделировали потенциал роста племенного сеголетка карпа, добавляя к рассчитанным коэффициентам массонакопления по технологическим параметрам еще и коэффициенты массонакопления, рассчитанные от начального и конечного их значения. Для того чтобы выстроить ряд значений коэффициентов массонакопления от исходных значений от I до VII зоны рыбоводства, разработана формула понижения значений, позволяющая откорректировать результаты, полученные опытным путем усилиями большого числа ученых и рыбоводов. Расчет понижающего коэффициента K_n рассчитывался по следующей формуле:

$$K_n = (K_{m7}/K_{m1})^{1/6}, \quad (3)$$

где, K_{m7} – минимальный коэффициент массонакопления для VII зоны рыбоводства, K_{m1} – минимальный коэффициент массонакопления для I зоны рыбоводства.

Принимали обратное значение степени равное 6, так как между значениями для I и VII зон рыбоводства существует 6 промежутков, в соответствии с количеством дней с температурой выше 15°C которые регламентируют данные зоны. Минимальные значения брались для того, чтобы достоверно описать процессы роста сеголетка при максимальном количестве дней, в соответствии с нормами, принятыми для I и VII зон рыбоводства. Моделирование возможностей роста племенного карпа проводили по расчетным значениям в табл. 5. Понижающий коэффициент был рассчитан по формуле 3 и составил 0,998234. Он был использован для расчета показателей коэффициента массонакопления, начиная с I зоны рыбоводства определяли коэффициент массонакопления для II зоны, и так далее, заканчивая VII зоной рыбоводства.

$$K_{m(n+1)} = K_{mn} \times K_n, \quad (4)$$

Расчет коэффициентов массонакопления провели по формуле 4.

По сути проведенных расчетов за 175 дней выращивания карпа, при оптимизации технологических параметров процесса, возможно достижение среднештучной массы почти 310 г, при том, что за значения принимаются

коэффициенты массонакопления ранее рассчитанные в табл. 2. После окончания ограничения по одной зоне рыбоводства по дням применялся коэффициент массонакопления в пределах следующей зоны рыбоводства по дням. Первая зона рыбоводства вошла целиком, тогда как все последующие вошли в расчеты только по своим интервалам в днях (лучше, конечно, в сутках, но сохраняем единицы измерения в соответствии с нормативами).

Провели анализ проведенных расчетов по моделируемым значениям коэффициентов массонакопления. Так, за 175 дней выращивания, при оптимизации технологических параметров процесса, возможно достижение среднештучной массы карпа почти 330 г, при том, что принимаются за значения коэффициенты массонакопления, ранее рассчитанные в табл. 2, только минимальные значения для I и VII зоны рыбоводства. Технология расчетов та же, первая зона рыбоводства вошла целиком, тогда как все последующие вошли в расчеты только по своим интервалам в днях.

Но процессы моделирования роста племенного карпа можно продлить до 325 суток выращивания, тогда обеспечим получение товарной рыбы уже в пределах одного календарного года. Полученное ранее расчетное значение понижающего коэффициента сохраним, но периоды снижения – 25 суток. Тогда просчитали еще 5 этапов роста при снижении коэффициента массонакопления и повышении среднештучной массы рыбы (табл. 6).

Таким образом, рассчитанные значения выращивания карпа в течение года позволяют ожидать среднештучной массы в 1,7 кг, при соблюдении всех требований по технологии содержания рыбы.

По предложенной форме расчетов можно провести моделирование роста товарной рыбы после проведения зимовки. Если годовик будет иметь среднештучную массу 40 г, то за период следующего летнего выращивания, с сохранением рассчитанных выше значений коэффициентов массонакопления, товарная рыба может достичь среднештучной массы в соответствии с табл. 7.

При моделировании выращивания товарного двухлетка использованы рассчитанные ранее коэффициенты массонакопления, которые сохраняют свою суть по окончании зимнего содержания. Отмечено, что на коэффициент массонакопления влияет

Таблица 6. Расчетные значения модели роста племенного сеголетка карпа

Показатели	Значения показателей						
	1	2	3	4	5	6	7
Интервалы							
Количество дней в интервале	175	25	25	25	25	25	25
Общее количество дней	175	200	225	250	275	300	325
Расчетный Км по общей рп	1,017266	1,015469	1,013675	1,011885	1,010097	1,008313	1,006532
Среднештучная масса, г	329,806	484,089	679,825	913,4279	1174,239	1444,256	1699,562

Таблица 7. Моделирование значений роста двухлетка карпа

Показатели	Значения показателей						
	1	2	3	4	5	6	7
Интервалы							
Количество дней в интервале	365	25	25	25	25	25	25
Общее количество дней	365	25	50	75	100	125	150
Расчетный Км по общей рп	1,028114	1,026298	1,024485	1,022675	1,020869	1,019066	1,017266
Среднештучная масса, г	40	76,54119	140,1315	245,4604	411,3698	659,612	1011,929

среднештучная масса, генетически заложенный потенциал роста и время выращивания, естественно с сохранением комфортных условий. В условиях II и III зоны рыбоводства Республики Беларусь при ведении карпового хозяйства наблюдается в реальности достижение среднештучной массы карпа в 660 г, что соответствует категории отборного карпа. При выращивании ремонтного поголовья отмечается вес в 1 кг и более, по результатам осенних обловов. По итогам моделирования определен потенциал роста карпа и коэффициенты массонакопления, которые могут быть использованы при разработке новых технологий и технологических приемов повышения эффективности аквакультуры.

| Выводы |

Разработанный подход позволяет комплексно оценивать полученные рыбоводные результаты и при этом выходит, что на заключение влияет сам процесс выращивания. А конечные результаты выглядят как подтверждение сделанных выводов. Также исследователь тратит гораздо меньше времени на обработку собранного материала.

При проведении моделирования процесса роста в течение 175 суток получили возможный результат максимальной среднештучной массы для племенного сеголетка карпа в 330 г, при поддержании температуры воды выше 15°C. Но это не максимальный предел. При удлинении срока выращивания и сохранении комфортных условий содержания, значение среднештучной массы сеголетка карпа может быть еще выше. Таким образом, моделирование выращивания карпа в течение года позволяет ожидать среднештучной массы одной особи в 1,7 кг, при поддержании комфортных условий по технологии содержания рыбы и температуры воды выше 15°C.

При моделировании выращивания товарного двухлетка были использованы рассчитанные коэф-

фициенты массонакопления, которые сохраняют свою актуальность по окончании зимнего содержания. Определено, что на коэффициент массонакопления влияет среднештучная масса, генетически заложенный потенциал роста и время выращивания в комфортных условиях. В Республике Беларусь наблюдается в реальности достижение среднештучной массы двухлетка карпа в 660 г и выше, что соответствует категории отборного карпа. Племенной ремонтный материал карпа, используемый для формирования пополнения маточного стада, достигает массы 1 кг и выше.

| ЛИТЕРАТУРА |

1. Кирпичников, В.С. Генетика и селекция рыб/Л.: «Наука», 1987. 520 с.
2. Катасонов, В.Я. Поддубная, А.В. Методы комплексной оценки при селекции рыб// Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры/ Сб. науч. тр. Вып. 78. – М.: ВНИРО, 2002. с. 141–146.
3. Плохинский, Н.А. Биометрия./М.: Изд-во МГУ, 1970. 367 с.
4. Таразевич, Е.В. Проблема сохранения генофонда карпов в Республике Беларусь/ Е.В. Таразевич, М.в. Книга, А.П. Семенов, В.В. Шумак// Проблемы интенсификации производства продукции животноводства: тезисы докладов Международной научно-практической конференции (9-10 октября 2008 г.). – Жодино, 2008. С.118–119.
5. Шумак, В.В. Селекция рыб: курс лекций/ В. В. Шумак, В.В. Ус, Е.В. Таразевич. – Минск: Мисанта, 2013. 245 с.
6. Никишин, А.Л., Горбунов, А.В., Сечин, Ю.Т. Проблемы восстановления и развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах./ Ж. Рыбное хозяйство. №5, 2014. С. 78–79.
7. Коновалов, А.Ф., Борисов, М.Я. Современное состояние и использование водных биологических ресурсов основных рыбохозяйственных водоемов Вологодской области./ Ж. Рыбное хозяйство. №1, 2014. С. 59-62.
8. Таразевич, Е.В. Селекционно-генетические основы создания и использования белорусских пород и породных групп карпа: монография/ Е.В. Таразевич – Минск: Тонпик, 2009. 224 с.
9. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых хозяйств/ Под общей редакцией Федорченко В.И. /М.: ВНИИПРХ, 1985. 56 с.
10. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика/ Мн.: «Высшая школа», 1973. 412 с.



THE BASIS OF CARP GROWTH MODEL

Shumak V.V., PhD – Polesky State University

In the article, an approach to analyzing and estimation of fishery results for tribal carp breeding is given. The results reflect the effectiveness of breeding process. A growth model for 175 days underyearling development at a temperature above 15°C is developed. By breeding period expansion to a year and temperature stability the carp can growth up to 1,7 kilogram.

It is shown that in fact the average carp mass is equal to 660 grams. At the same time, the tribal material of 2 years old carp used as brood stock replenishment riches the mass of 1 kilogram.

Keywords: normative standards, juveniles, growth, weight, ratio accumulations of the weight