

УДК: 639.3.04:597.55 (477.7)

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕГОЛЕТОК КАРПОВЫХ В УСЛОВИЯХ ЮГА УКРАИНЫ

**Ю.Н. Воличенко,**

Херсонский аграрный государственный университет, Украина, Херсон

E-mail: news-fx@mail.ru

**И.М. Шерман,**

д-р с.-х. наук, профессор, Херсонский аграрный государственный университет, Украина, Херсон

**Аннотация.** Разработаны принципы прогнозирования и оптимизации технологии выращивания сеголеток карповых в условиях юга Украины. Полученные результаты базировались на теоретических, экспериментальных и лабораторных методах, принятых в рыбохозяйственных исследованиях. Выполненные исследования показали, что традиционное использование фактических материалов в сочетании с возможностями современного математического аппарата на фоне экологических составляющих открывают возможности для обоснованного прогнозирования производственных параметров. Предложенный подход открывает дополнительные возможности создания обоснованных рекомендаций, ориентированных на оптимизацию технологии выращивания сеголеток карповых по прогнозируемым параметрам.

**Ключевые слова:** рыбопродуктивность, выростные пруды, оптимизация, прогнозирование, корреляция, регрессионные уравнения.

## PREDICTION OF BREEDING FINGERLINGS CARP IN SOUTHERN UKRAINE

**Ju.N. Volichenko, I.M. Sherman**

**Summary.** The principles of forecasting and optimization technology of cultivation of carp fingerlings in Southern Ukraine. The results obtained are based on theoretically, experimental and laboratory methods adopted in fisheries research. The investigations have shown that the traditional use of actual materials combined with the possibilities of modern mathematical apparatus against the background of environmental components provide opportunities for reasonable prediction of process parameters. The proposed approach opens up additional possibilities of creating evidence-based recommendations aimed at optimizing the technology of cultivation of carp fingerlings of forecasted parameters.

**Key words:** fish production, rearing ponds, optimization, forecasting, correlation, regression equations.

Одной из важных составляющих современного рыбоводства является производство рыбопосадочного материала. Применение пастбищной формы ведения аквакультуры в нагульных и выростных прудах, а также в водоемах многолетнего регулирова-

ния, различного целевого назначения и ведомственного подчинения, выдвинули ряд требований к количеству, качеству и видовому составу. Учитывая главный принцип современного рыбоводства – получение максимального эффекта при минимальных

затратах, решающую роль в достижении весомых положительных результатов относительно рыбопосадочного материала ценных промысловых и традиционно прудовых видов рыб играет необходимость использования качественного рыбопосадочного материала, отвечающего задачам производства товарной рыбы. Исходя из этого условия, рыбопосадочный материал должен быть недоступен для пресса хищников, естественных и трансформированных акваторий. Наряду с этим рыбопосадочный материал должен демонстрировать высокие показатели толерантности к экологической валентности [1].

Оценивая объективно существующую реальность, можно констатировать ее достаточно формальный характер. Качественные параметры интерьера и экстерьера видового состава требуют существенного улучшения, что в решающей степени зависит от эколого-технологических составляющих, которые могут быть своеобразными в различных акваториях как по происхождению, так и целевому назначению.

Исходя из этого, основная цель исследований заключалась в создании средств обоснованного прогнозирования оптимизации выращивания рыбопосадочного материала карповых с помощью методов математического моделирования, формируя объективную возможность рассматривать большое количество вариантов выращивания и выбирать лучшие, применительно к поставленным задачам.

#### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ**

В качестве экспериментальной базы были использованы выростные

пруды Херсонского производственно-экспериментального завода, ориентированного сегодня на разведение и выращивание рыбопосадочного материала карповых для вселения в акватории низовья Днепра.

Анализ и синтез материалов исследований базировался на теоретических, экспериментальных и лабораторных методах, принятых в рыбохозяйственных [1, 2], физико-химических [3] и гидробиологических исследованиях [4]. Для статистического анализа были отобраны максимально полные многолетние данные по выращиванию рыбопосадочного материала, которые были объединены и сформированы в три варианта, где I вариант – выступал в качестве минимальных показателей, III вариант – в качестве максимальных показателей, а II вариант занимал промежуточное значение, при этом основным критерием оценки были плотности посадки, выходы сеголеток и их средние массы. Наряду с этим анализировали выходы сеголеток из экспериментальных прудов, их среднюю массу, которые являются основной составляющей показателя рыбопродуктивности.

Для установления объективно существующих зависимостей полученные материалы по выращиванию сеголеток карповых были проанализированы с использованием математических методов и обработаны с помощью статистических пакетов программ Excel и STATISTICA 8.0, что дает основания считать их адекватными и пригодными для определения отправных составляющих оптимизированной технологии производства сеголеток карповых в конкретных условиях.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На протяжении вегетационных сезонов 2010–2014 гг. средняя температура воды в экспериментальных прудах колебалась от 21,0 до 33,7 °С, что типично для рассматриваемой почвенно-климатической зоны. Среднее значение содержания растворенного в воде кислорода колебалось от 3,6 до 9,2 мг/дм<sup>3</sup>, водородный показатель находился в пределах от 7,38 до 9,05, показатель перманганатной окисляемости существенно отличался по годам и колебался в очень широких пределах от 30,56 до 51,22 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, оставаясь стабильно высоким. Аммонийный азот колебался в пределах от 0,10 до 2,61 мг/дм<sup>3</sup>, нитрит-ионы менялись от 0,29 до 2,23 мг/дм<sup>3</sup>. Фосфат-ионы в течение вегетационных сезонов находились в пределах от 0,01 до 0,62 мг/дм<sup>3</sup>.

Исследования гидробиологического режима показали, что среднесезонное значение биомассы фитопланктона находилось в пределах 15,5–29,8 г/дм<sup>3</sup>, зоопланктона 0,1–10,4 г/дм<sup>3</sup> и зообентоса 0,01–2,25 г/дм<sup>3</sup>. Относительно биомассы макрофитов, то он не получал достаточного развития, специальные исследования в этом направлении не проводились, но установлено, что белый амур в основном потреблял ряску, нитчатые водоросли, которые были фрагментарно представлены в пищеварительном тракте.

С целью формирования кормовой базы в экспериментальные пруды до зарыбления вносили органические и минеральные удобрения. Последние вносили в зависимости от показателей концентрации азота и фосфора и показателей развития кормовой базы в прудах. В качестве органических

удобрений применяли перегной, дозы которого по экспериментальным прудам колебались в пределах 1,00–4,12 т/га.

Как известно, формирование рыбопродуктивности зависит от ряда факторов, которые объединены в две взаимосвязанные между собой группы, а именно: экологические и технологические. При этом весомым технологическим фактором, который влияет на рыбопродуктивность, является плотность посадки. При этом оптимизированная плотность посадки фактически является суммарным показателем взаимодействия действующих факторов окружающей среды в течение вегетационного сезона, обеспечивающих соответствующее качество рыбопосадочного материала в сочетании с планируемой рыбопродуктивностью.

Выполненные специальные многолетние исследования по выращиванию рыбопосадочного материала сведены в табл. 1, которые свидетельствуют, что наибольшая общая рыбопродуктивность прудов наблюдалась при плотности посадки личинок в количестве 158,0–170,0 тыс. экз./га. При увеличении плотности посадки карпа от 21,8 до 38,1 тыс. экз./га увеличивалась и рыбопродуктивность от 299,2 до 331,4 кг/га. По белому толстолобику плотность посадки личинок возрастала по вариантам от 47,5 до 79,5 тыс. экз./га, соответственно, и увеличивалась рыбопродуктивность от 317,1 до 354,7 кг/га. Плотность посадки личинок пестрого толстолобика увеличивалась от 22,5 до 31,8 тыс. экз./га, соответственно рыбопродуктивность – от 138,7 до 176,6 кг/га. Плотность посадки личинок белого амура составляла от 8,3 до 14,6 тыс. экз./га, соответственно, рыбопродуктивность – от 33,1 до 48,5 кг/га.

Таблица 1

Влияние плотности посадки на рыбопродуктивность экспериментальных прудов

| Вариант*                      | Вид рыб             | Посажено личинок, тыс. экз./га | Выловлено сеголеток |                  | Выход, % | Рыбопродуктивность, кг/га | Общая, кг/га |
|-------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|------------------|----------|---------------------------|--------------|
|                               |                     |                                | тыс. экз./га        | средняя масса, г |          |                           |              |
| I<br>85,0–115,0<br>100,0      | Карп                | 21,8                           | 7,8                 | 38,4             | 38,0     | 299,2                     | 788,1        |
|                               | Белый толстолобик   | 47,5                           | 10,3                | 31,2             | 21,8     | 317,1                     |              |
|                               | Пестрый толстолобик | 22,5                           | 4,3                 | 32,3             | 19,5     | 138,7                     |              |
|                               | Белый амур          | 8,3                            | 1,7                 | 20,1             | 20,3     | 33,1                      |              |
| II<br>127,5 – 138,5<br>133,0  | Карп                | 33,6                           | 8,3                 | 34,5             | 24,9     | 282,9                     | 844,6        |
|                               | Белый толстолобик   | 66,8                           | 15,3                | 26,5             | 22,9     | 398,7                     |              |
|                               | Пестрый толстолобик | 22,8                           | 4,3                 | 29,7             | 18,9     | 123,5                     |              |
|                               | Белый амур          | 9,9                            | 1,8                 | 22,0             | 18,4     | 39,5                      |              |
| III<br>158,0 – 170,0<br>164,0 | Карп                | 38,1                           | 13,8                | 24,3             | 36,7     | 331,4                     | 911,1        |
|                               | Белый толстолобик   | 79,5                           | 18,5                | 19,4             | 23,3     | 354,7                     |              |
|                               | Пестрый толстолобик | 31,8                           | 6,6                 | 27,3             | 20,7     | 176,6                     |              |
|                               | Белый амур          | 14,6                           | 3,2                 | 15,5             | 21,9     | 48,5                      |              |

\* Номер варианта (в числителе граничные колебания плотности посадки, в знаменателе – средняя плотность посадки).

Исходя из этого считаем, что при увеличении плотности посадки адекватно увеличилась рыбопродуктивность, а это дает основание утверждать, что в этом диапазоне отсутствовали предельные плотности посадки, что ориентирует на дальнейшие исследования в этом направлении.

В зависимости от вышеуказанного определенный интерес представляет установление взаимосвязей между уровнем интенсификационных и рыбохозяйственных факторов на фоне отсутствия кормления.

Общая направленность работ, ориентированных на разработку путей возможного увеличения рыбопродуктивности прудов за счет эффективно-

го использования кормовых ресурсов, определяет исключительную значимость исследований, ориентированных на установление взаимосвязей величин потенциальной рыбопродуктивности и продукционных процессов. Исходя из этого, особое внимание уделяли динамике численности и биомассы кормовых гидробионтов, в качестве критерия, который позволяет прогнозировать потенциальную рыбопродуктивность, путем оптимизации конкретных технологических процессов.

По результатам проведенных экспериментальных работ был отобран ряд факторов для установления зависимостей и силы их влияния между собой:  $X_3$  – биомасса фитопланктона, г/дм<sup>3</sup>;

$X_4$  – биомасса зоопланктона, г/дм<sup>3</sup>;  
 $X_5$  – биомасса зообентоса, г/дм<sup>2</sup>;  
 $X_6$  – минеральные удобрения, кг/га;  
 $X_7$  – органические удобрения, т/га;  
 $X_8$  – общая плотность посадки личинок, тыс. экз/га;  $X_9$  – средняя масса сеголеток, г;  $X_{10}$  – выход с выращивания, %.

Интенсификация производства рыбопосадочного материала возможна и целесообразна, если известно влияние вышеперечисленных факторов на рыбопродуктивность. Метод корреляционного и регрессионного анализов позволяет получить уравнение связей сложного объекта в виде уравнения регрессии, описывающие статистическую зависимость между случайными выходящими переменными и входящими случайными переменными. Исходным материалом в нашем случае являются восемь входных переменных –  $X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}$  и одна выходная переменная  $Y$  – рыбопродуктивность, кг/га.

Для установления наличия или отсутствия связи между величинами исследуемых характеристик был выполнен корреляционный анализ исходных экспериментальных данных, которые отображены в табл. 2.

Проведенный корреляционный анализ на 5%-м уровне значимости при критическом значении выбранного корреляционного отношения = 0,47, показал высокую связь рыбопродуктивности ( $Y$ ) с фитопланктоном ( $r = 0,71$ ), зоопланктоном ( $r = 0,78$ ), зообентосом ( $r = 0,68$ ), общей плотностью посадки ( $r = 0,86$ ), массой экземпляра ( $r = 0,87$ ) и выходом по выращиванию ( $r = -0,74$ ). Корреляция рыбопродуктивности с другими факторами была незначительной или практически отсутствовала.

Для определения количественного соотношения между исследуемыми факторами был проведен регрессионный анализ.

В результате анализа полученных расчетных данных по исследуемым фактическим величинам выявлено, что величина коэффициента детерминации  $R^2$  при расчете параметров регрессии равняется 0,97, а величина нормированного коэффициента детерминации составляет 0,89, что свидетельствует о высокой достоверности полученных расчетных данных.

Значения факторной, остаточной и общей дисперсии составляют 5,8,

Таблица 2

*Матрица коэффициентов корреляции факторов при выращивании сеголеток карповых*

| Факторы  | Y            | $X_3$        | $X_4$        | $X_5$        | $X_6$        | $X_7$        | $X_8$ | $X_9$ | $X_{10}$ |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------|
| Y        | 1,00         |              |              |              |              |              |       |       |          |
| $X_3$    | <b>0,71</b>  | 1,00         |              |              |              |              |       |       |          |
| $X_4$    | <b>0,78</b>  | <b>-0,91</b> | 1,00         |              |              |              |       |       |          |
| $X_5$    | <b>0,68</b>  | 0,03         | -0,15        | 1,00         |              |              |       |       |          |
| $X_6$    | -0,39        | -0,58        | <b>0,52</b>  | <b>0,78</b>  | 1,00         |              |       |       |          |
| $X_7$    | -0,20        | -0,54        | -0,43        | 0,59         | <b>0,86</b>  | 1,00         |       |       |          |
| $X_8$    | <b>0,86</b>  | 0,39         | <b>-0,72</b> | <b>-0,60</b> | -0,61        | <b>-0,63</b> | 1,00  |       |          |
| $X_9$    | <b>0,87</b>  | 0,44         | -0,27        | -0,29        | <b>-0,64</b> | -0,59        | 0,98  | 1,00  |          |
| $X_{10}$ | <b>-0,74</b> | -0,36        | 0,30         | -0,15        | 0,12         | -0,06        | -0,10 | -0,15 | 1,00     |

Таблица 3

*Расчетные значения параметров дисперсионного анализа*

| Показатель | Количество степеней свободы | Дисперсия    | Критерий Фишера | Значимость критерия Фишера |
|------------|-----------------------------|--------------|-----------------|----------------------------|
| Регрессия  | 5                           | 5,80 034 323 | 17,325 231      | 0,00 284 211               |
| Остаток    | 6                           | 0,42 343 233 |                 |                            |
| Итого      | 11                          | 6,22 377 556 |                 |                            |

Таблица 4

*Фактическая и расчетная рыбопродуктивность экспериментальных прудов*

| Год  | Рыбопродуктивность, кг/га |                      | Ошибки            |                  |
|------|---------------------------|----------------------|-------------------|------------------|
|      | фактические результаты    | расчетные результаты | абсолютная, кг/га | относительная, % |
| 2010 | 752,8                     | 781,0                | +28,3             | 3,75             |
|      | 814,2                     | 797,0                | -17,2             | 2,10             |
|      | 923,4                     | 907,4                | -16,0             | 1,73             |
| 2011 | 749,2                     | 739,1                | -10,0             | 1,34             |
|      | 860,4                     | 846,4                | -13,9             | 1,62             |
|      | 867,5                     | 895,4                | +27,9             | 3,21             |
| 2012 | 850,7                     | 857,5                | +7,0              | 0,83             |
|      | 802,6                     | 809,4                | +6,8              | 0,85             |
|      | 937,2                     | 940,8                | +3,6              | 0,38             |
| 2013 | 799,3                     | 798,4                | -0,85             | 0,10             |
|      | 901,1                     | 887,0                | -14,1             | 1,56             |
|      | 916,2                     | 914,6                | -1,57             | 0,17             |

0,42 и 6,22, которые представлены в табл. 3.

Расчет коэффициентов уравнения регрессии проводился с использованием программы STATISTICA, уравнение регрессии имеет вид:

$$Y = 1428,6080 - 0,439230 \times X_3 - 22,50894 \times X_4 - 46,46463 \times X_5 + 840,52810 \times X_6 - 24,07935 \times X_7 + 0,5269860 \times X_8 - 11,63400 \times X_9 - 11,977430 \times X_{10}.$$

Сравнивая значения критерия Фишера, который определяет величину связи между независимыми факторами и зависимой переменной, с его значимостью, видим, что

таковая существенно ниже значения критерия, что свидетельствует об адекватности предложенной модели. Руководствуясь направленностью исследований, определенный интерес представляет оценка данного уравнения путем сравнения расчетной величины рыбопродуктивности с фактическими показателями полевых исследований, которые сведены в табл. 4.

Исследования показали, что в 10 случаях из 12 погрешность не превышала 3,21%. Колебания погрешности в наблюдаемый период составляли от 0,10 до 3,75%, что позволяет рассматривать данное уравнение в качестве перспективного

при оценке величины потенциальной рыбопродуктивности в прудах от зависимых переменных определяющих факторов.

кормления на рассматриваемые результаты.

## ВЫВОДЫ

Использованные нами расчеты позволяют определить значения оптимальной плотности посадки компонентов поликультуры сеголеток карповых при выращивании в условиях юга Украины. Применение уравнений регрессии, которые учитывают минеральные и органические удобрения, плотность посадки личинок дает возможность прогнозировать рыбопродуктивность выростных прудов с удовлетворительной точностью. При этом остается открытым вопрос влияния

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рибне господарство України: Статистичний збірник / Державний комітет статистики України. – К., – 2011. – 44 с.
2. Мартышев Ф.Г. Прудовое рыбководство / Мартышев Ф.Г. – М.: Высшая школа, 1973. – 425 с.
3. Привезенцев Ю.А. Интенсивное прудовое рыбководство / Привезенцев Ю.А. – М.: Агропромиздат, 1991. – 368 с.
4. Галасун П.Т. Рыбоводно-биологический контроль в прудовых хозяйствах / Галасун П.Т., Панченко С.М., Харитоновна Н.Н., Шпет Г.И. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 127 с.

## Коротко о важном

### РОСРЫБОЛОВСТВО ПОРАБОТАЕТ НАД ПОПУЛЯРНОСТЬЮ ОТРАСЛЕВЫХ ПРОФЕССИЙ

Правительство РФ утвердило план мероприятий по популяризации рабочих и инженерных профессий. Этим будут заниматься и образовательные организации, подведомственные Федеральному агентству по рыболовству.

Необходимость в популяризации рабочих профессий связана с возрастающей потребностью в высококвалифицированных специалистах. Как сообщают в пресс-службе Правительства РФ, реализация плана охватит около 0,6 млн человек.

По поручению президента правительству необходимо обеспечить увеличение к 2020 г. числа высококвалифицированных работников. Оно должно составлять не менее трети от квалифицированных кадров.

План, утвержденный распоряжением от 5 марта 2015 г. № 366, содержит 47 пунктов. В их числе проведение всероссийского конкурса профессионального мастерства «Лучший по профессии», национального чемпионата WorldSkills Russia, национального профориентационного фестиваля «Профи», Всероссийского форума рабочей молодежи. В подведомственных Росрыболовству образовательных организациях также будут ежегодно проводить мероприятия по популяризации рабочих и инженерных профессий.

Ответственные исполнители – не только заинтересованные федеральные органы исполнительной власти, но также коммерческие и некоммерческие организации. Координировать и контролировать реализацию плана будет Минтруд.