

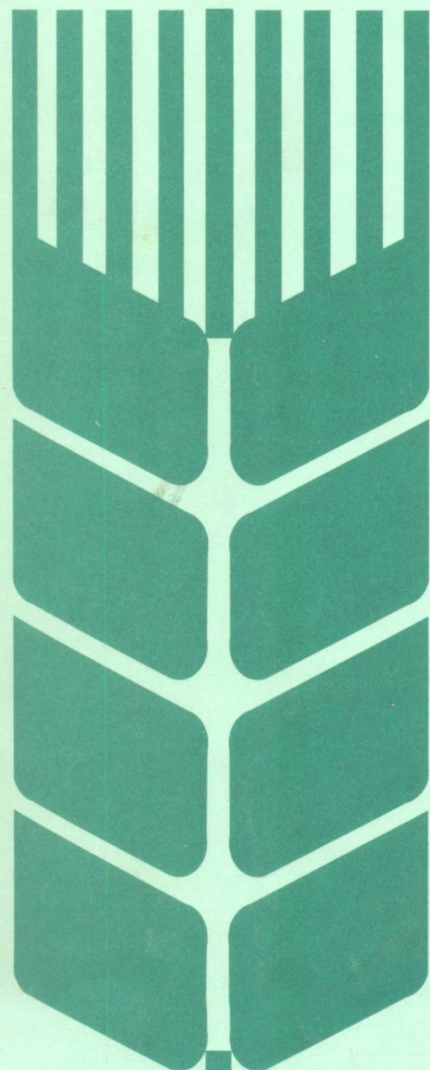
ISSN 1818-9806

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

Нацыянальны банк Рэспублікі Беларусь
Установа адукацыі
“Палескі дзяржаўны універсітэт”
ЧЫТАЛЬНАЯ ЗАЛА

AGRARIAN
ECONOMICS



№ 2, 2008

Національний банк Республіки Беларусь
Національна академія наук і
Талескі дзяржаўны ўніверсітэт
ЧЫТАЛЬНАЯ ЗАЛА

Экономика сельского хозяйства

- 2 **Владимир Гусаков**
Новое качество экономического развития АПК: оценки и перспективы
- 7 **Фадей Субоч**
Продовольственный конгломерат в аспекте коэволюционно-инновационного развития
- 18 **Андрей Яковлев**
Проблемы регулирования цен на рынке продукции свиноводства

Проблемы отраслей агропромышленного комплекса

- ✓ 22 **Виктор Сушко**
Тенденции и перспективы развития пищевой промышленности Беларуси
- 27 **Алеся Цеван**
Построение товаропроводящих сетей мясоперерабатывающих предприятий Республики Беларусь
- ✗ 32 **Виктор Конончук, Тамара Козлова**
Эконометрическое моделирование прогнозирования рыбопродуктивности водоемов Беларуси

Зарубежный опыт

- 37 **Александр Клочков, Максим Клочков**
Возможности применения биотоплива и соответствующие преобразования в сельском хозяйстве США

Люди аграрной науки Беларуси

- 44 По законам высшего разума (*М. Вошула*)

Справочная информация

- 54 Книги, изданные Центром аграрной экономики (*В. Люштик*)
- 56 Цены на сельскохозяйственную продукцию (февраль 2008 г.)

Учредители:

Национальная академия наук Беларуси
Государственное научное учреждение «Институт экономики Национальной академии наук Беларуси»

Издатель:

РУП «Издательский дом «Белорусская наука»
ЛИ № 02330/0131569 от 11.05.2005
220141, Минск, ул. Ф. Скорины, 40

Редактура и набор:

Владимир Понада

Компьютерная верстка:

Людмила Кудерко

Подписано в печать 14.02.2008

Формат 60×84¹/₈

Бумага офсетная № 1

Гарнитура Arial

Усл. печ. л. 6,51

Усл.кр-отт. 26,74

Уч.-изд. л. 5,7

Тираж 224 экз.

Заказ 63

Отпечатано в РУП «Издательский дом «Белорусская наука»

Цена номера:

индивидуальная подписка – 4340 руб.;
ведомственная подписка – 7298 руб.

Редакция не несет ответственности за возможные неточности по вине авторов

Мнение редакции может не совпадать с позицией автора

Перепечатка или тиражирование любым способом оригинальных материалов, опубликованных в настоящем журнале, допускается только с разрешения редакции

Виктор КОНОНЧУК

кандидат экономических наук

Тамара КОЗЛОВА

кандидат биологических наук

(Белорусская государственная сельскохозяйственная академия)

УДК 639.2:330.115.001.573(476)

Эконометрическое моделирование рыбопродуктивности водоемов Республики Беларусь

Одной из перспективных отраслей аграрного производства Республики Беларусь является аквакультура. Развитие рыбоводства в континентальных водоемах приобретает особенно важную роль. В настоящее время уровень производства пресноводной рыбы находится на достаточно низком уровне, что отражается на ее потреблении в расчете на душу населения (см. табл. 1).

Анализ приведенных данных показывает, что потребление рыбы в Республике Беларусь в расчете на душу населения за последние годы

имеет тенденцию к росту. Однако этот показатель в среднем ниже рекомендуемой нормы. Еще меньше он при сравнении с аналогичным в странах Европейского Союза. Это свидетельствует о необходимости интенсивного развития рыбоводства и повышения его экономической эффективности.

Из множества проблем, решаемых с помощью измерений первичной продукции, оценка общей биологической продуктивности водоемов (и, в конечном счете, их рыбопродуктивности) стоит на первом месте.

Таблица 1. Потребление рыбы на душу населения в Беларуси, кг/год

Показатели	Рекомендуемая норма	Годы							
		1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Потребление рыбы	18,0	19,6	7,3	9,5	15,0	16,7	15,5	18,0	19,0

Изучение закономерных связей первичной продукции планктона с абиотическими и биотическими факторами водной среды открывает широкие возможности для разработки методов определения продуктивности рыбоводных водоемов с использованием целого ряда взаимосвязанных и дополняющих друг друга критериев. Так, например, показатель содержания хлорофилла «а» в планктоне можно использовать для измерения биомассы водорослей, по которой можно судить об обеспеченности пищей гидробионтов на различных трофических уровнях. Определение соотношения между первичной продукцией и зависящей от нее рыбопродукцией имеет большую практическую значимость, так как дает возможность прогнозирования величины рыбопродуктивности и определения наиболее экономически выгодных путей ее повышения. Это также имеет немаловажное значение при разработке ресурсосберегающих и малоотходных технологий в рыбоводстве [7, 8].

Наиболее объективные результаты в этом направлении можно получить с помощью эконометрических моделей. Теоретическое их значение состоит в установлении связи между учетными факторами, позволяющей с точки зрения основных положений гидрохимии, гидробиологии и аквакультуры количественно определить степень и направленность их влияния на рыбопродуктивность. В связи с этим возникает необходимость определения количественных взаимосвязей первичной продукции планктона с абиотическими и биотическими факторами водной среды и рыбопродуктивностью прудов.

При этом актуально выявление закономерных связей между:

- 1) валовой первичной продукцией и рыбопродуктивностью прудов;
- 2) прозрачностью воды и валовым фотосинтезом;

3) прозрачностью воды и деструктивными процессами;

4) прозрачностью воды и эффективностью продукционных процессов;

5) прозрачностью воды и концентрацией хлорофилла «а» в планктоне;

6) концентрацией хлорофилла «а» и валовым фотосинтезом;

7) величинами ассимиляционных чисел и валовым фотосинтезом;

8) эффективностью продукционных процессов и рыбопродуктивностью;

9) концентрацией хлорофилла «а» и биомассой фитопланктона.

Изучение закономерных связей первичной продукции планктона с абиотическими и биоти-

ческими факторами водной среды открывает широкие возможности для разработки методов определения биопродуктивности с использованием целого ряда взаимосвязанных, дополняющих друг друга критериев. К примеру, содержание хлорофилла «а» в планктоне можно использовать в качестве меры биомассы водорослей и, в конечном счете, судить об обеспеченности пищей гидробионтов на различных трофических уровнях [2, 3].

Изучение влияния абиотических и биотических факторов на рыбопродуктивность прудов позволяет определить зависимость между величинами первичной продукции и степенью эффективности ее утилизации рыбой.

Связь между прозрачностью воды и показателями продуктивности планктона

Для обоснования приоритетов и выявления степени влияния абиотических и биотических факторов на формирование рыбопродуктивности прудов возникает необходимость их количественного измерения и определения закономерных связей первичной продукции с данными факторами. Для прогнозирования уровня рыбопродуктивности можно использовать систему эконометрических моделей вида:

$$Y_x^m = a_0^m + \sum_{i \in I_0} a_i^m x_i^m, m \in M_0, \quad (1)$$

где Y_x^m – значение результирующего показателя m ; a_0^m – свободный член результирующего показателя m ; a_i^m – параметр модели при абиотическом и биотическом факторе i в модели формирования результирующего показателя m ; x_i^m – величина фактора i в модели формирования результирующего показателя m ; i – номер фактора; I_0 – множество факторов абиотических и биотических факторов; m – номер показателя; M_0 – множество показателей.

Указанные положения были реализованы при построении системы эконометрических моделей на основе статистических данных по измерению прозрачности воды, валового и чистого фотосинтеза, деструкции планктона, отношению Ф/Д, которое отражает эффективность продукционных процессов в прудах, концентрации хлорофилла «а» в планктоне, а также ассимиляционных чисел, являющихся мерой фотосинтетической активности хлорофилла «а» и биомассы фитопланктона [8].

Рыбопродуктивность определяется эконометрической моделью вида:

$$y = 7,92 + 7,19x_1 + 0,19x_2 + 0,197x_3 - 0,38x_4 + 0,74x_5 - 0,127lgx_6 + 0,05x_7, \quad (2)$$

где y – рыбопродуктивность прудов; x_1 – прозрачность воды; x_2 – валовой фотосинтез; x_3 – деструкция планктона; x_4 – чистая первичная продукция; x_5 – отношение Ф/Д; x_6 – концентрация хлорофилла «а»; x_7 – АЧ (ассимиляционные числа).

Построенная эконометрическая модель имеет устойчивые высокие статистические характеристики ($R = 0,91$, $D = 0,8231$, $F_1 = 37,9$, $t_{aj} = [3,45-3,9]$). Это свидетельствует об адекватности модели реальным условиям [1].

Исследование влияния одних факторов (обусловливающих уровень первичного продуцирования в рыбоводных водоемах) на другие можно характеризовать системой эконометрических моделей (см. табл. 2).

В частности, зависимость между прозрачностью воды и такими показателями, как валовой фотосинтез (модель 1), деструкция (модель 2), чистая первичная продукция (модель 3), эффективность продукционных процессов в прудах (модель 4), концентрация хлорофилла «а» в фитопланктоне (модель 5) и ассимиляционные числа (модель 6) характеризуется различной степенью и направленностью влияния на результирующий показатель. Так, при повышении прозрачности воды x_1 снижаются величина валового фотосинтеза (модель 1), деструкция планктона (модель 2), чистая первичная продукция (модель 3), отношение Ф/Д. В то же время увеличение прозрачности воды влечет за собой увеличение ассимиляционного числа (АЧ) (модель 6).

При расчете степени влияния, а также для оценки содержания хлорофилла «а» в планктоне рыбоводных прудов Беларуси на основании измерений по диску Секки выявлена обратная зависимость (модель 5).

Таблица 2. Эконометрические модели взаимосвязи прозрачности воды с отдельными показателями продуктивности фитопланктона

Номер модели	Вид модели	Характеристики модели			
		R	D	F	$t_{0,1}$
1	$Y_{x_2} = 14 - 13,54x_1$	0,89	82,43	56	-7,49
2	$Y_{x_3} = 5,94 - 4,23x_1$	0,95	86,78	59	-4,7
3	$Y_{x_4} = 8,36 - 9,04x_1$	0,92	83,34	58	-6,2
4	$Y_{x_5} = 2,82 - 0,06x_1$	0,89	86,45	56	-5,8
5	$Y_{x_5} = 6,55 - 5,87x_1$	0,94	85,78	78	-23,1
6	$Y_{x_7} = 1,16 + 1,997x_1$	0,92	83,21	59	3,6
7	$Y_{x_6} = 1,79 + 0,25x_2$	0,88	78,54	32	5,6
8	$Y_{x_7} = 2,79 - 0,09x_2$	0,86	76,74	49	-2,96
9	$Y_x = 14,9 - 0,89x_5$	0,90	82,32	76	-2,46
10	$Y_x = 149,5 - 5,29x_4$	0,89	85,45	61	-1,56
11	$Y_{x_3} = 28,3 - 0,94x_2$	0,88	77,43	54	-1,55
12	$Y_{x_2} = 121,7 - 4,38x_4$	0,95	89,97	76	-0,63

Установлено, что в указанных прудах в результате увеличения количества фитопланктона (в частности, при «цветении» воды сине-зелеными водорослями, когда их концентрация достигает 40 г/м^3) между биомассой и валовым фотосинтезом устанавливается отрицательная связь. Следовательно, это же происходит и при снижении прозрачности воды, что подтверждают построенные эконометрические модели (см. табл. 2).

Рост валового фотосинтеза способствует увеличению концентрации хлорофилла «а» и снижению ассимиляционного числа (соответственно модели 7 и 8). Обратная зависимость наблюдается в формировании рыбопродуктивности при увеличении отношения Ф/Д (модель 9) и чистой первичной продукции (модель 10).

При определении количественных зависимостей между валовым фотосинтезом и деструкцией планктона (модель 11), а также чистой первичной продукцией и валовым фотосинтезом также выявлена обратная зависимость.

Статистическая достоверность построенных эконометрических моделей велика, что свидетельствует о пригодности моделей к применению.

Наряду с первичной продукцией планктона энергетическим резервом для гидробионтов по-

следующих трофических уровней является аллохтонное органическое вещество, поступающее в водоемы извне. Для рыбоводных прудов им чаще всего являются концентрированные корма. Поэтому важно знать скорость не только фотосинтетического процесса, но и деструкции (минерализации) органического вещества планктоном. Анализ модели 2, отражающей взаимосвязь между прозрачностью воды и деструктивными процессами в исследованных рыбоводных прудах, показал, что в этом случае между факторами имеется обратно пропорциональная зависимость.

Отношение Ф/Д отражает эффективность продукционных процессов, происходящих в водоеме. В олиготрофных прудах $\text{Ф/Д} < 1$, а в эвтрофных – $\text{Ф/Д} > 1$. Если $\text{Ф/Д} < 1$, то в биотических процессах водоема основное участие принимает аллохтонное органическое вещество. Следовательно, отношение Ф/Д можно использовать в числе других показателей оценки степени трофности, загрязнения водоемов и даже для получения ориентировочного представления о типе загрязняющих веществ. Количественная зависимость (модель 4) показывает, что при увеличении прозрачности воды на 1 м показатель Ф/Д (x_5) снижается на 0,06.

Связь концентрации хлорофилла «а» с биомассой фитопланктона

Определение количества хлорофилла «а» в планктоне рыбоводных прудов служит одним из необходимых методов исследования их биологической продуктивности и имеет практическое значение. Особенно это важно при использовании хлорофилла «а» в качестве биомассы фитопланктона, так как данный пигмент является основным в клетках водорослей. Исследования, проведенные Г. Г. Винбергом и Т. М. Михеевой на рыбоводных прудах и озерах Беларуси, показали, что доля хлорофилла «а» в сырой биомассе составляет в большинстве случаев 0,25%, или 2,5% в сухой массе водорослей [4, 5, 6]. Для сравнения: в выростных рыбоводных прудах России (с примерно такими же природно-климатическими условиями) содержание хлорофилла «а» в биомассе прудового фитопланктона составляет 2,2% от сухой массы водорослей.

Данное обстоятельство предопределяет необходимость изучения количественных зависимостей между концентрацией хлорофилла «а» и биомассой фитопланктона для создания экспресс-метода определения продуктивности последнего.

С этой целью проводилось эконометрическое моделирование. За результативный показатель была взята биомасса фитопланктона Y_x , а в качестве факторов – x_1 – прозрачность воды, м; x_2 – концентрация хлорофилла «а», мг/м³; x_3 – ассимиляционные числа, мг СО₂/мг хл.; x_4 – рыбопродуктивность.

Значительный интерес представляло установление парных взаимосвязей между важнейшими абиотическими и биотическими факторами среды и продуктивно-деструктивными процессами в прудах.

На основании статистической обработки многолетних данных по параллельному определению биомассы водорослей и концентрации хлорофилла «а» в фитопланктоне рыбоводных прудов белорусского Полесья была получена эконометрическая модель вида:

дом белорусского Полесья была получена эконометрическая модель вида:

$$Y_x = 1,6603 x_2^{0,6827}, R^2 = 0,88. \quad (3)$$

Графически данную зависимость можно изобразить следующим образом (см. рис.):

Исследования показали, что на первоначальном этапе имеет место эффект увеличения концентрации хлорофилла «а» параллельно с биомассой фитопланктона. При достижении концентрации хлорофилла «а» 50–80 мг/м³ его соотношение с биомассой становится пропорциональным.

Взаимосвязь концентрации хлорофилла «а» с прозрачностью воды и биомассой фитопланктона описывается эконометрической моделью вида:

$$Y_x = 81,91 - 61,7x_1 + 0,058x_2, \quad (4)$$

$$R = 0,82, D = 0,789, \quad (5)$$

$$F_1 = 51,9, t_{aj} = |2,54 - 3,12|.$$

Анализ параметров модели показывает, что увеличение прозрачности воды наблюдается при снижении биомассы водорослей, а повышение концентрации хлорофилла «а» – только до определенного предела пропорционально увеличению биомассы.

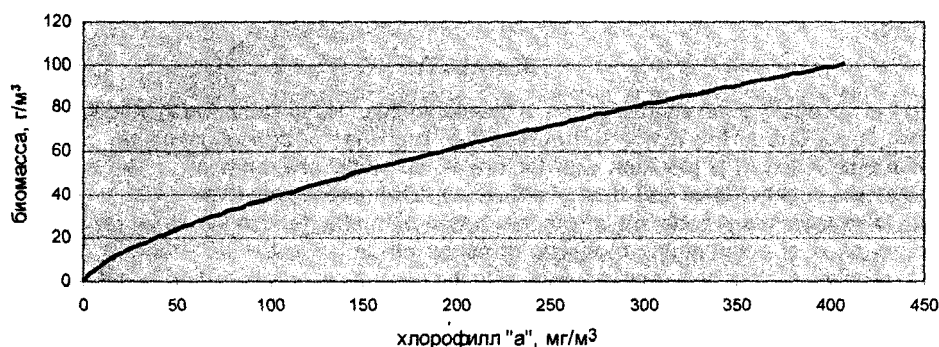
Комплексное влияние всех учетных факторов на формирование биомассы фитопланктона характеризуется следующими параметрами:

$$Y_x = 39,34 - 68,14x_1 - 0,02x_2 + 1,88x_3 + 3,16x_4, \quad (6)$$

$$R = 0,87, D = 0,7936, \quad (7)$$

$$F_1 = 57,8, t_{aj} = |1,96 - 2,19|.$$

Следует отметить, что наиболее тесная связь существует между рыбопродуктивностью, биомассой и ассимиляционными числами. Характе-



Взаимосвязь концентрации хлорофилла «а» и биомассы фитопланктона

ристики эконометрической модели высокие, что свидетельствует об ее устойчивости и адекватности реальным биозологическим условиям.

Разработанные эконометрические модели позволяют без обработки гидробиологических проб оперативно определять эффективность

мероприятий по увеличению рыбопродуктивности прудов. Наибольшую достоверность предложенный метод имеет при определении концентрации хлорофилла «а» для водоемов, на которых используются технологии пастбищного выращивания рыб.

Выводы

1. Выявление взаимосвязи абиотических и биотических факторов среды с первичной продукцией планктона в рыбоводных прудах, а также их влияния на рыбопродуктивность позволяет обоснованно воздействовать на данные факторы с целью создания оптимальных условий функционирования прудовых экосистем, повышения рентабельности производст-

ва рыбы и наращивания рыбопродуктивности прудов.

2. Построенные эконометрические модели позволяют на основании объективного анализа данных разработать экспресс-метод определения биомассы фитопланктона для оперативно-го контроля мероприятий, направленных на увеличение рыбопродуктивности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ленков И. И. Экономико-математическое моделирование экономических систем и процессов в сельском хозяйстве. – Мн.: Дизайн ПРО, 1997. – 304 с.
2. Бульон В. В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. – Л.: Наука, 1983. – 150 с.
3. Кузьмичева В. И. Первичная продукция планктона при использовании минеральных удобрений в рыбоводных прудах. Автореф. канд. дис. – Москва, 1970. – 22 с.
4. Винберг Г. Г. Первичная продукция водоемов. – Минск, 1960. – 328 с.
5. Михеева Т. М. Оценка продукционных возможностей единицы биомассы фитопланктона. Труды Всесоюз. гидробиол. общ-ва. 1970, т. 15. С. 50–70.
6. Михеева Т. М. Фитопланктон и продукция органического вещества. Биологические процессы и самоочищение на загрязненном участке реки (на примере верхнего Днепра). – Минск, 1973. С. 113–127.
7. Столович Н. Н., Столович В. Н. К вопросу о применимости регрессионных моделей для прогнозирования рыбопродуктивности поликультуры карповых рыб. Стратегия развития аквакультуры в условиях XXI века. Материалы междунар. науч.-практич. конф. (Минск, 23–27 августа 2004 г.) – Минск, 2004. С. 362–365.
8. Козлов А. И., Козлова Т. В., Конончук В. В., Марусич А. Г. Эконометрическая модель формирования продуктивности планктона и бентоса водоема комплексного назначения. Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. Сб. науч. трудов. ГГАУ. – Гродно, 2006, т. 2. С. 23–27.

РЕЗЮМЕ

Рассматривается необходимость интенсификации развития рыбоводства как одной из важнейших и перспективных отраслей агропромышленного комплекса Республики Беларусь и повышения его экономической эффективности. Изложены теоретические аспекты закономерных связей первичной продукции планктона с факторами водной среды для разработки количественных методов определения продуктивности рыбоводных водоемов, с использованием целого ряда взаимосвязанных и дополняющих друг друга критериев на основе методов эконометрического анализа и прогнозирования. Рассматриваются методологические подходы эконометрического моделирования рыбопродуктивности в водоемах, позволяющие обоснованно воздействовать на факторы окружающей среды с целью создания оптимальных условий функционирования прудовых экосистем, повышения рентабельности производства рыбы и наращивания рыбопродуктивности прудов. Построенные эконометрические модели позволяют разработать экспресс-метод определения биомассы фитопланктона.

SUMMARY

It is considered the necessity of an intensification of development of fish culture and increase its economic efficiency for Republic of Belarus, as one of the major and perspective branches of agriculture. Theoretical aspects of natural connections of initial production of a plankton with factors of the water environment are stated, with the purpose of development of quantitative methods of definition of efficiency fish-breeding reservoirs, with use of a lot of the criteria interconnected and supplementing each other on the basis of methods econometrics analysis and forecasting. Methodological approaches of econometric modeling of fishes efficiency in the fish-breeding ponds are considered, allowing is proved to regulate factors of an environment, with the purpose of creation of optimum conditions of functioning of ponds ecosystems, increases of profitability of manufacture of a fish and escalating of fishes efficiency of ponds; constructed econometric models allow to develop the express train-method of definition of a biomass phytoplankton.

Поступила 31.07. 2007