

ЗАВИСИМОСТЬ ВЫЛОВА РЫБ ОТ ГОДОВОЙ ВЕЛИЧИНЫ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В ОЗЕРЕ ГАЛИЧСКОМ

Логинов Владимир Владимирович

канд. биол. наук, Нижегородский филиал ФГБНУ «ВНИРО»,
603116, РФ, г. Нижний Новгород, Московское ш., 31

Минин Александр Евгеньевич

канд. биол. наук, Нижегородский филиал ФГБНУ «ВНИРО»,
603116, РФ, г. Нижний Новгород, Московское ш., 31

Катаев Роман Константинович

Нижегородский филиал ФГБНУ «ВНИРО»,
603116, РФ, г. Нижний Новгород, Московское ш., 31

THE DEPENDENCE OF THE CATCH OF FISH FROM THE ANNUAL VALUES OF PRIMARY PRODUCTION IN THE LAKE GALICH

Vladimir Loginov

candidate of Biological Sciences,
Nizhny Novgorod branch Russia Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
603116, Russia, Nizhny Novgorod, Moscow sh., 31

Alexander Minin

candidate of Biological Sciences,
Nizhny Novgorod branch Russia Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
603116, Russia, Nizhny Novgorod, Moscow sh., 31

Roman Kataev

Nizhny Novgorod branch Russia Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
603116, Russia, Nizhny Novgorod, Moscow sh., 31

Представлены материалы по вылову рыбы в озере Галичском и данные по первичной продукции планктона. Построены уравнения регрессии зависимости вылова рыб от годовой величины первичной продукции в озере Галичском

The materials on fishing in lake Galich and data on primary production of plankton are presented. The are regression equations of the dependence of fish catch on the annual value of primary production in lake galichskoye constructed

Ключевые слова: хлорофилл *a* фитопланктона, первичная продукция водоема, вылов рыбы, рыбопродуктивность, озеро Галичское

Key words: chlorophyll *a* of phytoplankton, primary production of the reservoir, fishing, fish productivity, lake Galich

Галичское озеро, Чухломское и Неро, представляют собой остатки приледниковых озер, и их история насчитывает более 12 тысяч лет [14. 25]. За период существования водоёма в нем накопилась многометровая толща иловых отложений, которые заполняют большую часть чаши. Отложения достигают в основном толщины 4-6 м, а в некоторых местах более 10м.

Озеро Галичское находится на стадии гиперэвтрофии [5. 6. 16], характеризующейся высоким уровнем первичной продукции фитопланктона, чрезвычайно сильным развитием высшей водной растительности, неустойчивым кислородным режимом. В последние десятилетия наблюдается интенсивное наступление высшей водной растительности на озеро – зарастаемость до 80-85 % площади озера. По данным наших исследований в озере насчитывается до 19 видов рыб. Средний вылов рыбы за 11 лет (2008-2018 гг.) на озере составил 64.63 ± 10.95 кг/га. Минимальный вылов был в 2009 г. (9.20 кг/га), максимальный в 2016 г. (132.45 кг/га). Рыбопродуктивность водоемов измеряется двумя количественными показателями — продукцией и выловом рыб. Вылов хорошо коррелирует ($r = 0.84$) с продукцией рыб, следовательно, вылов рыб может служить показателем рыбопродуктивности [15]. В литературе [8. 9. 10] чаще всего сопоставляют валовую первичную продукцию за год с выловом рыбы, но в нашем случае величины первичной продукции были получены по концентрации хлорофилла *a* в фитопланктоне. Известно, что величина первичной продукции водоема связана степенной зависимостью с количеством хлорофилла *a* (Хл *a*) – основным фотосинтетическим пигментом водорослей [3]. Целью нашей работы было выявить соотношение между рыбопродуктивностью и первичной продукцией планктона в озере Галичском.

Применение неводного лова с использованием орудий лова с мелкой ячеей коренным образом преобразовало ихтиофауну водоёма. Вместо доминировавших в уловах в 1970-е годы ерша и плотвы в последние годы ведущую роль стали играть лещ и плотва. Обилие нерестилищ и благоприятные условия нагула и воспроизводства сделали эти виды рыб основными промысловыми видами Галичского озера. Озеро является высокопродуктивной зоной размножения фитофильных видов рыб с нехваткой кормовой базы для развивающейся молоди. Поэтому так важно прогнозировать возможные изменения в озере.

Разработка методов и способов прогнозирования возможных изменений в экосистемах представляет особую задачу, решение которой может быть выполнено только при знании процессов, протекающих в экосистемах и закономерностях их качественных и количественных изменений при переменах в окружающей среде [2]. Поэтому на первый план выходят знания, полученные в теории биологической продуктивности водоемов, а также методы, основанные на таких знаниях. В связи с тем, что состав рыбного населения на Галичском озере значительно флуктуирует на коротких отрезках времени, для расчета вылова рыбы мы выбрали метод, основанный на продукционных показателях водоёма измерение концентрации Хл *a* в фитопланктоне спектрофотометрическим методом [11, 32, 36]. На основании определенных концентраций Хл *a* была уставлена трофность водоёма, показатели ихтиомассы и прироста выживших за год рыб, соответствующие ей [18, 29, 30]. Данные по концентрации Хл *a* характеризуют Галичское озеро как β-мезотрофный - α-эвтрофный водоём. В работах С.П. Китаева [17, 18, 19] в результате статистической обработки большого объема фактического материала (более 600 озер) были получены многочисленные эмпирические значения ихтиомасс и выловов в зависимости от продукционных и абиотических характеристик водоемов [21]. Используя популяционный подход, но не в рамках одной популяции [7, 35], а для всего сообщества рыб данного водоема [12], т.е. использовались данные по вылову всех видов рыб в оз. Галичском 400-метровым мелкоячейным неводом за 10 лет. Фактически вылов рыбы в водоемах связан с величиной первичной продукции в них напрямую [2]. Данные по вылову рыбы в озере получены методом прямого учета численности [4, 13, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 29, 33, 34].

В настоящее время существует огромное количество простых уравнений регрессии зависимости рыбопродукции от какого-либо одного показателя. Фундаментальной работой раскрывающей такие зависимости может служить монография С.П. Китаева [18]. В монографии Китаева [18] приведены десятки уравнений парной и множественной регрессии промыслового вылова с лимнологическими показателями, как отечественных, так и зарубежных исследователей.

Для наших целей для оз. Галичского впервые построены уравнения регрессии «концентрация хлорофилла *a*, мг/дм³ – общий вылов рыбы (невод), кг/га». Как известно, цель регрессионного анализа – поиск комбинаций независимых признаков, которые «лучше» прогнозируют значения зависимого признака [28].

Построенные нами регрессионные зависимости, полученные для оз. Галичского выглядят следующим образом:

$Y_1 = 0.46 \times X_1 + 2.46$ ($R^2 = 0.98$; $r = 0.99$; $p < 0.0001$), где Y_1 – концентрация хлорофилла *a* (мг/дм³); X_1 – вылов рыбы (кг/га);

$Y_2 = 2.13 \times X_2 - 4.40$ ($R^2 = 0.98$; $r = 0.99$; $p < 0.0001$), где Y_2 – вылов рыбы (кг/га); X_2 – концентрация хлорофилла *a* (мг/дм³).

Исходя из уравнений регрессии (1-2) высокие значения коэффициента детерминации R^2 показывают, что их можно рекомендовать для оценок параметров «концентрация хлорофилла *a* (мг/дм³) – общий вылов рыбы (невод), кг/га» для оз. Галичское. Анализ регрессий проводили с использованием программы STATISTICA (рис. 1).

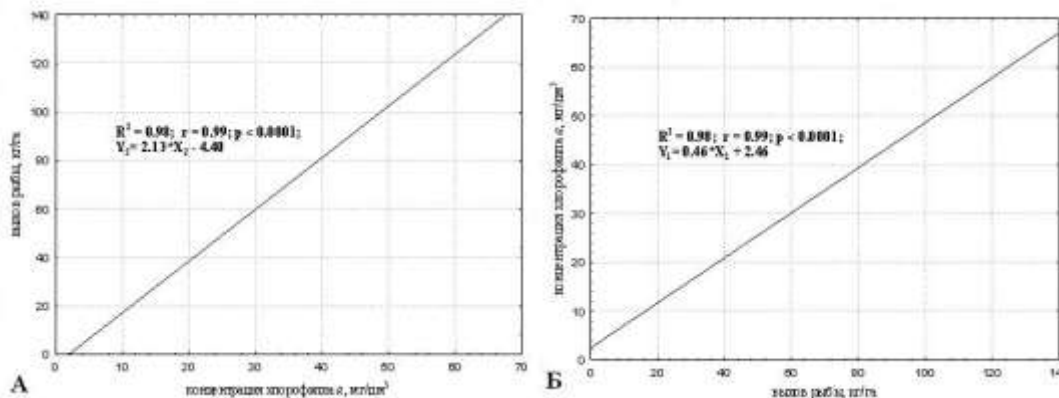


Рис. 1. Зависимости первичной продукции по концентрации хлорофилла *a* (Б) и биомассы вылова рыбы (А) в оз. Галичском за 2008-2017 гг.

Значения концентрации хлорофилла *a* в фитопланктоне повторяют распределения вылова рыбы в озере. Это и обуславливает их тесную взаимосвязь, показанную в уравнении 1-2. Биомасса вылова рыбы растет на оз. Галичском со скоростью 2.13 кг/га в год (2). Первичная продукция по концентрации Хл *a* увеличивается со скоростью 0.46 мг/дм³ за вегетационный период в фитопланктоне (1).

Таким образом, соотношение скорости роста первичной продукции по хлорофиллу к биомассе вылова рыбы в оз. Галичском была равна 0.21, что сопоставимо с данными А.Ф. Алимова [1] по озерам Ленинградской области и Республики Беларусь. Алимовым А.Ф. [1] было установлено, что скорость изменения биомассы гетеротрофов по отношению к скорости изменения первичной продукции доходит до 0.15 независимо от величины первичной продукции планктона.

В результате анализа динамики первичной продукции по концентрации хлорофилла планктона и биомассы вылова рыбы в оз. Галичском в течении 11 лет наблюдается увеличение первичной продукции в водоеме. Следует отметить, что прогнозируя продукцию и вылов рыб в текущем году необходимо знать первичную продукцию приблизительно за четыре предыдущих года. Следовательно, для рационального использования рыбных ресурсов требуются систематические наблюдения за первичной продукцией.

Список литературы

1. Алимов А.Ф. Анализ результатов мониторинга биологических сообществ в некоторых озерах // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. — 2017, № 10 (4). — С. 395-403.
2. Алимов А.Ф., Бульон В.В., Голубков С.М. Ресурсный потенциал видов, сообществ и экосистем континентальных водоёмов // Успехи современной биологии. — 2009. Том 129, № 6. — С. 516-527.
3. Алимов А.Ф., Голубков С.М. Эвтрофирование водоёмов и структура сообщества гидробионтов // Биология внутренних вод. — 2014. № 3. — С. 5-11.
4. Бандура В.И., Шибяев С.В. Использование методов математического моделирования в целях определения параметров оптимального рыболовства на внутренних водоёмах. // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. — 1986. Вып. 244. — С.4-37.
5. Баранов И.В., Ивченко В.И. Краткая характеристика гидрохимического режима Галичского и Чухломского озера и возможности его улучшения. // Изв. ГосНИОРХ. — 1972. Том 79. — С. 186-193.
6. Баранов И.В., Терешин А.Б. Гидрохимический режим Галичского и Чухломского озера (Костромская обл.) по результатам исследований 1979 г. // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. — 1981. Вып. 164. — С. 58-67.
7. Баранов Ф.И. К вопросу о биологических основаниях рыбного хозяйства // Изв. отдела рыбоводства и научно-промысловых исследований. — Петроград, 1918. Вып. 1(2). — С. 84-128.
8. Бульон В.В., Винберг Г.Г. Соотношение между первичной продукцией и рыбопродуктивностью водоёмов // Основы изучения пресноводных экосистем. — Л.: ЗИН РАН, 1981. — С. 5-10.
9. Бульон В.В. Закономерности первичной продукции в лимнических экосистемах. — СПб.: Наука, 1994. — 222 с.
10. Бульон В.В. Первичная продукция и рыбопродуктивность водоёмов: моделирование и прогноз // Биология внутренних вод. — 2006. № 1. — С. 48.
11. ГОСТ 17.1.04.02.90. Государственный контроль качества воды. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла *a*. — М.: Изд-во стандартов, 2003. — С. 587-600.
12. Жаков Л.А. Формирование и структура рыбного населения озера северо-запада СССР. — М.: Наука, 1984. — 144 с.
13. Засосов А.В. Динамика численности промысловых рыб. — М.: Пищевая пром-сть, 1976. — 312 с.
14. История озера Восточно-Европейской равнины / Отв. ред. Н.Н. Давыдова. — Л.: Наука, 1992. — 263 с.
15. Корякина Е.А., Горлачева Е.П. Зависимость вылова рыбы от годовой величины первичной продукции в озере Арахлей // Естест. и техн. науки. — 2009, № 1. — С. 62-64.
16. Квасов Д.Д. Позднечетвертичная история крупных озера и внутренних морей Восточной Европы. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1975. — 278 с.
17. Китаев С.П. Иктиомасса и рыбопродукция малых и средних озера и способы их определения. — СПб.: Наука, 1994. — 177 с.
18. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. — Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. — 395 с.
19. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озера различных природных зон. — Л.: Наука, 1984. — 232 с.
20. Лапицкий И.И. Метод учета численности рыб в Цимлянском водохранилище // Тр. Волгоград. отд. ГосНИОРХ. — 1967. Т. 3. — С. 117-129.
21. Меншуткин В.В., Филатов Н.Н., Китаев С.П., Чухарев А.Л. Экспертная система «Озера Карелии». 3. Модельный подход к изучению сообществ рыб // Водные ресурсы. — 2012. Т. 39, № 4. — С. 385-399.

22. Методические рекомендации по использованию кадастровой информации для разработки прогноза уловов рыбы во внутренних водоемах (часть 1, основные алгоритмы и примеры расчетов). — М.: Изд-во ВНИРО, 1990. — 55 с.
23. Методические рекомендации по контролю за состоянием рыбных запасов и оценке численности рыб на основе биостатистических данных. — М.: Изд-во ВНИРО, 2000. — 36 с.
24. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах / Под ред. Ю.Т. Сечин. — М.: Изд-во ВНИИПРХ, 1990. — 51 с.
25. Общие закономерности возникновения и развития озер. Методы изучения истории озер. (Серия: История озер СССР) / Отв. ред. Д.Д. Квасов. — Л.: Наука, 1986. — 254 с.
26. Печников А.С.. Ихтиомасса как показатель биопродукционных возможностей озер Галичского и Чухломского. // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. — 1981. Вып. 164. — С. 75-83.
27. Печников А.С., Терешенков И.И. Методические указания по сбору и обработке ихтиологического материала в малых озерах. — Л.: «ГосНИОРХ». 1986. — 65 с.
28. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. — М.: МедиаСфера, 2002. — 312 с.
29. Руденко Г.П. Методы определения ихтиомассы, прироста рыб и рыбопродукции // Сб.: Продукция популяций и сообществ водных организмов и методы ее изучения. — Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1985. — С. 111-138.
30. Руденко Г.П. Продукционные особенности ихтиоценозов малых и средних озер Северо-Запада и их классификация : моногр. — СПб. : ГосНИОРХ, 2000. — 222 с.
31. Руденко Г.П.. Потенциальные возможности озер Северо-Запада и биологически обоснованный вылов в них рыбы. — СПб.: Изд-во ГосНИОРХ, 2007. — С. 139-148.
32. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. — СПб.: Гидрометеоздат, 1992. — 320 с.
33. Серенко В.А. Оценка запаса и лимитирование уловов с использованием метода прямого учета численности и методики П.В. Тюрина (на примере оз. Белого Вологодской области) // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. — 1984. Вып. 215. — С. 39-60.
34. Шибяев С.В.. Оценка численности леща в Чебоксарском водохранилище по данным траловых уловов // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. — 1986. Вып. 244. — С. 53-69.
35. Beverton R.J.H., Holt S.J. Dynamics of exploited fish population // Fish. Invest. — 1957. Ser. II. — P. 19–533.
36. SCOR-UNESCO Working Group N 17. Determination of photosynthetic pigments in sea water // Monographs on oceanographic methodology. — P.: UNESCO, 1966. — P. 9-18.