УДК 597. 442 (263.81)

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СПОСОБОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО АЛЬТЕРНАТИВНОГО МЕТОДА ОБРАБОТКИ ФАКТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ОРГАНИЗМЕ КАСПИЙСКИХ ОСЕТРОВЫХ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ОБИТАНИЯ

Земков Г.В., Журавлева Г.Ф., Магзанова Д.К.

ФГУБО ВПО «Астраханский государственный университет», Астрахань, e-mail: dmagzanova@mail.ru

Изучены возможности применения нескольких показателей статистического альтернативного анализа на примере собственных данных натурных наблюдений при развитии кумулятивного токсикоза на основе патогистологического исследования внутренних органов каспийских осетровых в сопоставлении с динамикой уловов. Способы статистического альтернативного анализа, рассмотренные нами, позволяют получить необходимые сведения для дальнейшего решения вопросов математического моделирования процессов, связанных с флуктуацией численности промысловых видов ихтиофауны с количественным учетом особей рыб, в организме которых зарегистрированы патоморфологические нарушения в печени и других органах как следствие кумулятивного токсикоза.

Ключевые слова: статистический альтернативный анализ, каспийские осетровые, патоморфологические нарушения, кумулятивный токсикоз

PRACTICAL APPLICATION OF WAYS OF THE STATISTICAL ALTERNATIVE METOD OF PROCESSING OF ACTUAL DATA THE PATOMORPHOLOGICAL OF CHANGES IN THE ORGANISM CASPIAN STURGEON IN NATURAL CONDITIONS

Zemkov G.V., Zhuravleva G.F., Magzanova D.K.

Astrakhan State University, Astrakhan, e-mail: dmagzanopva@mail.ru

Studied possibility of application of several indicators of the statistical alternative analysis on the example of own these natural supervision at development of cumulative toxicosis on the basis of the patohystological investigation an internal Caspian sturgeon in comparison to dynamics of catches. The ways of the statistical alternative analysis considered by us, allow to receive necessary data for the further solution of guestions of mathematical modeling of the processes connected from fluktuation number of trade types of a fish fauna with the guantitative accounting of individuals of fishes in which organism patomorphological violations in a liver and other organs as a result of cumulative toxicosis are registered.

Keywords: statistical alternative analysis, Caspian sturgeon, patomorphological violations, cumulative toxicosis

Исследования, проведенные нами с 1982 по 2005 гг. с целью изучения кумулятивного токсикоза в организме каспийских осетровых, выявили во внутренних органах обследованных рыб различные по тяжести патоморфологические изменения, отражающие явно выраженный кумулятивный токсикоз [7, 6, 5]. Аналогичные изменения у рыб того же семейства были получены другими исследователями [11, 1,4]. По результатам собственных наблюдений кумулятивный токсикоз у осетровых рыб выражался в виде материального накопления ксенобиотиков хлороорганического ряда (ДДТ, ГХЦГ) и некоторых элементов, наиболее распространенных в природных водоемах рыбохозяйственного значения [9]. На фоне материального накопления указанных поллютантов в микроструктуре печени и других органов рыб были зарегистрированы различные патологические изменения, тяжесть которых носила периодический характер во времени.

Цель настоящих исследований – изучение возможности применения нескольких показателей статистического альтернативного анализа на примере собственных данных натурных наблюдений при развитии кумулятивного токсикоза на основе патогистологического исследования внутренних органов каспийских осетровых в сопоставлении с динамикой уловов.

Наиболее приемлемым для наших целей оказался альтернативный метод [10], который позволяет с определенной точностью оценить статистические данные при небольшой выборке наблюдений.

Результаты исследований и их обсуждение

Ограничением выборочных данных малого объема является ошибка репрезентативности, поэтому определяют верхнюю и нижнюю границы интервала измерений: нижняя граница $P - \Delta$; верхняя $P + \Delta$, где Δ – величина неточности, возникающая

в связи с выборочным (несложным) характером наблюдений. Данную величину находят по формуле (1), где n – число установленных случаев; P – найденный процент случаев; t – доверительный коэффициент, который указывает на вероятность величины Δ, а его значение находят по статистическим таблицам при $P = 95$ или 99 [10]. С помощью этих расчетов мы определяли интервалы случаев патоморфологических изменений в печени осетровых рыб в различные периоды наблюдений. В качестве примера в табл. 1 представлены расчетные данные погрешности, интервал которой меньше при $P = 0{,}95$, чем при $P = 0{,}90$.

Таблица 1

Интервал случаев патоморфологических изменений в печени рыб и величина неточности выборочных данных

Период наблюдений	Объем выборки, экз.	Степень нарушений в баллах	Количество случаев в %	Δ –погрешность в процентах	
				$P = 0{,}90$; $t = 2{,}3$	$P = 0{,}95$; $t = 1{,}96$
1982–1990	100	1	25	35–15	27–22
		3	60	36–14	49–58
		5	20	34–15	24–15

Уровни интервала зависят также и от числа наблюдений. Увеличение числа наблюдений не всегда возможно, тогда используют способ определения оптимального числа наблюдений. Если размер неточности Δ не должен превышать 5 %, то истинный процент находится 25 % = 30 – 5 и второй уровень интервала 35 % = 30 + 5. Варьируя размером неточности, мы получим различные числа наблюдений (табл. 2).

Таблица 2

Фактические и теоретические числа наблюдений в зависимости от величины неточности (Δ%)

Период наблюдений	Фактический объем выборки	Степень нарушений в баллах	Количество случаев в %	Расчетный объем выборки и уровень достоверности		Величина неточности Δ в %
				$P = 0{,}95$	$P = 0{,}99$	
1982–1990	100	5	20	2200	328	2
				337	52	5
				84	13	10

Более простой прием позволяет определить возможное число наблюдений, уменьшая неточность в X раз, увеличивают число наблюдений в X^2 раз. Например, уменьшая неточность Δ в 2 раза, число наблюдений увеличивают в 4 раза. Такой способ имеет широкое применение, т.к. он позволяет установить оптимальную величину выборки до и после наблюдений. В процессе кумулятивного токсикоза патологические нарушения развиваются и регрессируют (обратимость) медленно, поэтому в течение года можно провести дополнительные наблюдения.

В рамках альтернативного анализа важными показателями являются количественные соотношения между частью и целым и частями целого. Эти соотношения двух видов:

а) интенсивные – соотношение между числом случаев известного события и средой, в которой это событие наступает. В нашем случае, предположим, что исследовано 100 экз. рыб, а событие – это количество особей с патологическими изменениями, равное 30 процентам от выборки. Условно примем общую численность рыб, равную 100 000 экз., тогда интенсивный показатель патологических нарушений будет равен (30:100 000)·1000 = 0,33 на каждую тысячу особей. Если считать от выборки, тогда интенсивный показатель будет равен (30:100)·1000 = 300 особей на каждую тысячу;

б) координационные – это число случаев в двух явлениях, между которыми существует непрямая связь. Смертность в результате кумулятивного токсикоза зависит как от тяжести патологических изменений, так и от других факторов биотического и абиотического происхождения. По существу все факторы, определенные и неопределенные, оказывают на популяцию комбинированное действие, которое по своему характеру может выражаться в виде синергизма, антагонизма или адди-

тивности (суммации). Комбинированное действие токсикантов в большей мере изучено в экспериментальной токсикологии [2]. Определить тип комбинированного действия токсикантов на рыб в природных условиях – задача, практически неразрешимая в связи с тем, что в природные водоемы поступает по крайней мере до 1000 поллютантов, молекулярная структура которых в процессе химической трансформации может изменяться в водной среде и в самом организме с увеличением или уменьшением токсичности [3].

При этом ответная реакция организма прежде всего будет выражаться в виде изменений реакций метаболизма, регистрация которых в природных условиях, во-первых, не всегда достижима, а во-вторых, из-за высокой реактивности биохимических показателей возрастает трудность их однозначного толкования. В этом отношении патоморфологический анализ внутренних органов дает более объективную оценку токсикоза и вместе с тем является следствием этих изменений. Наблюдения показали, что характер и степень патоморфологических нарушений изменялись периодически. До 1986 года эти изменения носили умеренный характер (3 балла), а в последующем периоде, вплоть до 1990 года, они приобрели ярко выраженные деструктивные изменения (4–5 баллов) в виде некробиоза, некроза, лизиса гепатоцитов и миоцитов скелетных мышц спины, а также признаков резорбции в ооцитах. Этот период – наиболее критический, и физиологическая сущность его заключается в снижении детоксикационной роли печени, что частично привело к индукции нарушений в мышце и в ооцитах. В последний период (1991–2005 гг.) проведенных наблюдений патоморфологические нарушения зарегистрированы только на уровне и ниже умеренных изменений, но по сравнению с первым периодом с признаками регенерации или без нарушений в ооцитах [5, 6, 9]. Сопоставляя эти данные с динамикой уловов каспийских осетровых, видим, что составляющие не совпадают во времени.

В ихтиологии, кроме естественной, различают еще и промысловую смертность, т.е. величину уловов, которая предварительно определяется в виде прогноза. Именно уловы мы предлагаем использовать как второе событие на том основании, что ориентировочно допустимые уловы (ОДУ) прогнозируются из количества промыслового поголовья. Если допустить, что особи с нарушениями во внутренних органах на уровне 5 баллов непременно погибнут, тогда это сразу отразится на величине уловов. Такое допущение вероятно, поэтому для надежности мониторинг следует проводить регулярно, а результаты сопоставлять с динамикой уловов.

Уловы – это факт зарегистрированный, а смертность от деструктивных изменений может наступить через несколько лет или за счет регенерации не наступить. Например, по ихтиологическим данным [8] в 1980,1985 и 1990 годы уловы были относительно стабильны и удерживались на уровне 26,6; 22,8; 16,3 тыс. т соответственно. Начиная с 1982 года, патоморфологические изменения не превышали умеренного уровня (не более 3-х баллов), а с 1986 года в печени и мышце спины обследованных рыб наблюдали более тяжелые деструктивные изменения (5 баллов), которые составили 20 %, считая от общей выборки. Более резкое падение уловов наблюдалось в последующий период 1990–1995 годов, и они не превышали 4,09 тыс. т [8] при относительно умеренных патоморфологических изменениях не более 3-х баллов (табл. 3). Видимо, в данный период резкое сокращение уловов произошло по различным причинам, в том числе и в результате кумулятивного токсикоза, когда этому предшествовали признаки наиболее выраженных деструктивных изменений в печени и других органах. Таким образом, смертность рыб в результате кумулятивного токсикоза во времени не совпадает с динамикой уловов. Такое несовпадение мы объясняем тем, что вылов рыб – это фактор, значительно интенсивный и безвозвратный, а деструктивные изменения в печени рыб обратимы и смертность происходит менее интенсивно, чем смертность промысловая.

Таблица 3

Результаты сопоставительного анализа динамики уловов и тяжести патоморфологических изменений в печени осетровых в отдельные годы

Годы наблюдений	Тяжесть патоморфологических изменений в печени (в баллах)	Динамика уловов в тыс. тонн
1980	1–3	26,6
1985	– «–	22,8
1986	1–5	–
1990	1–3	16,3
1995	– «–	4,09

Таким образом, смертность рыб по причине кумулятивного токсикоза не совпадает с количественной динамикой уловов в соответствующие периоды проведенных наблюдений, но исключить элиминацию популяции осетровых под влиянием антропогенного прессинга – означает игнорировать данное влияние.

Определенную долю в процесс флуктуации численности вносит еще и естественный отбор, в результате которого выжившие особи приобретают новую норму реакции, повышающую жизнеспособность рыб к изменившимся условиям внешней среды [12, 5, 6]. Это наглядно показано на примере наших исследований, когда во все периоды наблюдений количество условно нормальных рыб колебалось от 4 до 60 процентов. Следовательно, при таких колебаниях численности особей без признаков патоморфологических изменений (условная норма) отмечается обратимость умеренных нарушений, зарегистрированных нами в виде двуядерных гепатоцитов, фиброза паренхимы печени, что согласуется с опубликованными данными [5, 6, 9, 11]. Рассматривая все виды смертности особей в популяции осетровых, в количественном отношении наибольшую надежность выражает величина уловов (промысловая смертность), но существует еще неучтенный улов, количественный уровень которого определяется весьма условно на основании различных показателей ихтиологических наблюдений. В общем можно утверждать, что в критический период с 1985 по 1990 годы деструктивные изменения во внутренних органах рыб явились одной из причин падения уловов, и доля этой части популяции лежит в пределах 34–15 %, что составляет 5,5–15,8 тыс. т, считая от 16 тыс. т улова в 1990 году. Но такая оценка неудовлетворительна, т.к. в улов могли попасть и особи с деструктивными изменениями. Следовательно, все количество этой части популяции складывается из двух составляющих, одна из них представляет особей без нарушений в печени, а другая – с патоморфологическими изменениями во внутренних органах. Еще более резкое падение уловов отмечалось в период с 1990 по 1995 годы, и, как показано выше, это происходило на фоне умеренных патологических изменений, которые, по нашему мнению, не могли привести к столь резкому падению численности осетровых.

Заключение

Гибель рыб от кумулятивного токсикоза по времени не совпадает с падением уловов. Взяв во внимание отмеченный аспект, одной из причин падения уловов в этот период, как считают специалисты, являлся в связи с распадом СССР неконтролируемый характер промысла. Только через несколько лет были подписаны международные документы о квотах вылова для каждого из прикаспийских государств [8]. Резюмируя результаты настоящей работы, статистический альтернативный метод, безусловно, позволяет более точно определить пределы истинного интервала наблюдаемого явления (патоморфологические изменения), отражающего интенсивность его распространения в общей выборке, и экстраполировать эти данные на всю популяцию. Особое значение при экстраполяции имеет координационный вид соотношения целого (уловы или общая численность популяции) и той части популяции, особи которой были с патологическими изменениями в органах. Несмотря на ограниченность координационного вида оценки соотношения доли и целого, которые не имеют прямой связи, этот прием статистической обработки открывает возможность математического моделирования, позволяющего во всем многообразии факторов найти существенную связь снижения численности популяции рыб с явно выраженными признаками деструктивного характера в печени и других органах.

Список литературы

1. Алтуфьев Ю.В. Печень каспийских осетровых в условиях антропогенного загрязнения среды // Мат. симпозиума – Экологические и морфофункциональные основы адаптации гидробионтов. – Л., 1990. – С. 3–5.

2. Количественная токсикология / А.А. Голубев, Е.И. Люблина, Н.А. Толоконцева, В.А. Филов. – Л.: Медицина, 1973. – С. 272–236.

3. Деннис В.П. Биохимия чужеродных соединений. – Л.: Медицина, 1973. – 286 с.

4. Евгеньева Т.П. Патология мышечной ткани осетровых рыб. – М., 2000. – 102 с.

5. Журавлева Г.Ф. Морфофункциональный анализ печени рыб как средство мониторинга за состоянием популяции на примере каспийских осетровых // Естественные науки. – 2012. – № 2 (39). – С. 133–138.

6. Земков Г.В., Журавлева Г.Ф. Кинетика патологических изменений при кумулятивном токсикозе в организме как критерий сопротивляемости популяции рыб // Успехи современного естествознания. – М., 2004. – № 1. – С. 41–47.

7. Земков Г.В., Журавлева Г.Ф. Морфофункциональная оценка детоксикационной функции печени и воспроизводительной системы рыб в период нерестового хода // Методы ихтиологических исследований. – Л., 1987. – С. 41–42.

8. Иванов В.П., Мажник А.Ю. – Рыбное хозяйство Каспийского бассейна (Белая книга). – М.: ТОО «Ж. Рыбное хозяйство», 1997. – 40 с.

9. Морфофункциональные аспекты проявления токсикоза у рыб (экспериментальные и натурные наблюдения) / А.А. Молдавская, Г.Ф. Журавлева, К.К. Врочинский, Н.Н. Федорова, Д.Л. Теплый, Г.В. Земков. – Астрахань: РАЕ, АГМА, 2003. – 179 с.

10. Сепетлиев Д. Статистические методы исследований в медицине. – М.: Медицина, 1968. – 418 с.

11. Филимонова Г.С., Токин И.Б. Цитологический анализ влияния кепона на печень трески // Экспериментальные исследования влияния загрязнителей на водные организмы. – Апатиты. – 1979. – С. 65–68.

12. Шмальгаузен И.И. Избранные труды. – М.: Наука, 1983 – 359 с.

References

1. Altufyev Yu.V. *Liver Caspian sturgeon in the conditions of anthropogenous pollution of the environment // Materials of symposium. Ecological and morphofunctional bases of adaption of hydrobionts.* L. 1990. pp. 3–5.

2. Golubev A.A., Lublina E.I., Tolokonteva N.A., Filov V.A. *Quantitative toxicology.* L. Medicine. 1973. pp. 272–286.

3. Dennis V.P. *Biochemistry of alien connections.* L. Medicine. 1973. 286 p.

4. Evgenyeva T.P. *Pathology of muscular tissul of sturgeon fishes*. M. 2000. 102 p.

5. Zhuravleva G.F. *Morphological and functional analysis of as a fish liver a means of monitoring of the population sctuation the case of the Caspian sturgeon.* // Disciplinae Naturales. 2012. no. 2 (39). pp. 133–138.

6. Zemkov G.V., Zhuravleva G.F. *Kinetics of pathological changes at cumulative toxicosis in an organism as criterion of resistence of population of fishes* // Successes of modern natural sciences. 2004. no. 1. pp. 41–47.

7. Zemkov G.V., Zhuravleva G.F. *Morphofunctional assessment of detoksicational function of a liver and reproductive system of fishes in the period of a spawning course.* // Ichtiology Metods of ichthiological researches. L. 1987. pp. 41–42.

8. Ivanov V.P., Mazhnik A.Yu. *Fishery of the Caspian pool (The white book).* M. Journal Fishery. M. 1997. 40 p.

9. Moldavskay A.A., Zhuravleva G.F., Vrochinsky K.K., Fedorova N.N, Teplyi D.L., Zemkov G.V. *Morphofunctional aspects of manifestation of toxicosis at fishes (experimental and natural supervisios).* Astrakhan. RAN, AGMA. 2003. 179 p.

10. Sepetliev D. *Statistical methods of researches in medicine.* M. Medicine.1968. 418 p.

11. Filimonova G.S., Tokin I.B. *The cytological analysis of influence kepon on a cod liver* // Experimental studies of influence of pollutants on water organisms. Apatity. 1979. pp. 65–68.

12. Shmalgauzen I.L. *The chosen works* M. Science 1983 359 p.

Рецензенты:

Федорова Н.Н., д.м.н., профессор кафедры гидробиологии и общей экологии Астраханского государственного технического университета, г. Астрахань;

Сентюрова Л.Г., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой медицинской биологии Астраханской государственной медицинской академии, г. Астрахань.

Работа поступила в редакцию 11.07.2013.