

DOI: 10.24143/2073-5529-2018-2-49-61  
УДК 597.554.3 (282.247.41)

Н. В. Левашина, В. П. Иванов

## ПЛОДОВИТОСТЬ ЛЕЩА (*ABRAMIS BRAMA* LINNAEUS, 1758) ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Негативные процессы в Северном Каспии, связанные с маловодьем 2006, 2008–2012, 2014 и 2015 гг., привели к значительному снижению популяции одного из самых многочисленных видов рыб Астраханской области – леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758). Лещ продолжает оставаться самым массовым видом Волго-Каспийского района, но отмечаются изменения в качественной структуре популяции, сокращается возрастной ряд, снижаются средняя длина и масса особей в промысловых уловах. Приводятся результаты исследований плодовитости леща *Abramis brama* и ее изменчивости в зависимости от экологических условий. Определено, что ухудшение условий обитания популяции данного вида негативно повлияло на все биологические показатели леща, в том числе снизилась абсолютная плодовитость самок. Установлена положительная корреляционная связь индивидуальной абсолютной плодовитости с длиной, массой, возрастом особи. Приводятся коэффициенты корреляции, уравнения регрессии. Наблюдается снижение относительной плодовитости леща *Abramis brama*, которая является основным индикатором интенсивности воспроизводства популяции в меняющихся условиях существования. Приводятся сведения о темпе полового созревания леща, свидетельствующие о том, что темп полового созревания существенно снизился. Результаты исследования представляют практическую ценность в решении вопросов регулирования рыбных запасов, восстановления численности популяции и увеличения уловов леща в Волго-Каспийском районе.

**Ключевые слова:** лещ, индивидуальная абсолютная плодовитость, относительная плодовитость, половое созревание.

### Введение

Лещ (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) является одним из многочисленных видов рыб Волго-Каспийского и Северо-Каспийского (Астраханская область) рыбохозяйственных подрайонов и имеет важное промысловое значение. В настоящее время численность популяции леща сократилась в среднем в 2 раза по сравнению с началом 2000-х гг. – с 2100,0 млн экз. до 1117,0 млн экз., что обусловлено значительными изменениями экологической ситуации в Северном Каспии и в дельте Волги, происходящими под воздействием изменяющейся водности бассейна. В Северном Каспии в результате 8 маловодных лет (2006, 2008–2012, 2014 и 2015 гг.) отмечаются негативные процессы: продолжается эвтрофикация, остается напряженной токсикологическая обстановка [1], увеличилась соленость [2], ухудшилась кормовая база бентосоядных рыб, значительно уменьшилась биомасса пресноводной и слабосоленатоводной фауны гидробионтов [3]. В сложной обстановке формируется современная численность поколений леща. Значительные неблагоприятные изменения, происходящие в море и в дельте Волги, влияют на их выживаемость. Численность поколений, вступающих в промысловое использование, оценивается как низкоурожайная.

Мощным антропогенным фактором, влияющим на динамику численности леща, является браконьерство, которое приводит к снижению числа производителей в реке и, как следствие, сокращению естественного нереста. Неучтенное изъятие с 2011 по 2016 гг. колебалось от 2,03 до 3,9 тыс. т, составляя в среднем 2,9 тыс. т, или 34 % от общего вылова. Промысловый запас леща за последнее десятилетие снизился с 55,1 тыс. т в 2008 г. до 47,0–48,0 тыс. т в 2014–2017 гг., соответственно уменьшился улов леща: с 12,6 тыс. т в 2008 г. до 7,6 тыс. т в 2012 г., в 2016 г. улов составил 9,0 тыс. т. В общем улове полупроходных и речных видов рыб доля леща составляет в среднем 22 %. Происходят изменения и в качественной структуре популяции, сокращается возрастной ряд, снижаются средняя длина и масса особей в промысловых уловах. Однако лещ продолжает оставаться самым массовым видом Волго-Каспийского района.

В современный период интенсивного использования запасов леща для разработки охранных мероприятий и поддержания благополучного состояния вида необходимо сохранение потенциала эксплуатируемого запаса. Эффективность размножения зависит от воспроизводительной способности и в первую очередь от плодовитости. Плодовитость – один из главных репродуктивных показателей вида и важнейших моментов, связанных с характером динамики чис-

ленности и с особенностями пополнения. Плодовитость является приспособительным свойством, определяющим, наряду с другими признаками, единство вида и среды [4]. Для количественной оценки воспроизводства леща вместе с данными о плодовитости самок необходимы сведения о темпе полового созревания и периодичности нереста. Эти результаты нужны для определения возраста начала промысловой эксплуатации популяции.

В настоящей работе приводятся данные о плодовитости волжского леща в современный период. Такое исследование приобретает дополнительную актуальность в свете существенных изменений экологических условий в водоеме и усиления влияния антропогенных факторов, которые стали причиной снижения численности популяции вида.

*Цель исследования* – оценка состояния плодовитости леща как одного из важных показателей качественной структуры его нерестового стада на современном этапе формирования популяции в Волго-Каспийском районе.

### **Материал и методы исследований**

Исследования осуществлялись весной на протяжении всего нерестового хода леща в 2005–2009 гг. и 2013–2016 гг. в дельте и авандельте р. Волги. Лов производился речными закидными неводами с ячеей  $28 \times 36 \times 40$  мм и  $48 \times 50 \times 56$  мм. В 2010–2012 гг. наблюдения не проводились. Данными для работы послужили ихтиологические сборы биологического материала на стационарных и временных промысловых участках (тонях). За период наблюдений исследована плодовитость 500 самок. При сборе биологического материала руководствовались общепринятыми в ихтиологии методиками [5–7]. Длина леща приводится промысловая – от вершины рыла до конца чешуйного покрова. Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) определялась весовым методом по навеске в 1 г, гонады в момент взятия навески находились на IV стадии зрелости. Относительная плодовитость (ОП) вычислялась по отношению к общей массе тела. Возраст определяли по чешуе. Полученные результаты (первичные материалы полного биологического анализа) подвергали статистической обработке по стандартным методикам [8, 9]. Вычисления осуществляли с помощью программы Microsoft Excel в информационно-вычислительном центре ФГБНУ «КаспНИРХ» с использованием пакета программ МАКЕТ.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Плодовитость леща в современный период изучена слабо, поэтому можно лишь приблизительно судить о состоянии нерестового стада и изменчивости плодовитости. В нашей работе особое внимание было уделено выявлению зависимости абсолютной плодовитости леща от его размеров, массы и возраста.

В период исследований нерестовое стадо волжского леща состояло из особей возрастом от 2 до 13 лет. Промысел леща основывается на вылове рыб в возрасте 3–6 лет. Рыбы старших возрастов малочисленны. По материалам наших исследований лещ в массе созревает на 4–5-м годах жизни, причем самцы достигают половой зрелости несколько раньше самок. Средняя длина его в промысловых уловах составляет 26,0–27,3 см, средняя масса – 0,40–0,515 кг, средний возраст – 4,0–5,1 года. Икра была просчитана у самок длиной 20–45 см, массой 0,19–2,0 кг, возрастом от 3 до 12 лет. Икра у леща мелкая: в 1 г насчитывается от 844 (при длине 25 см, массе 0,275 кг, возрасте 4 года) до 2800 икринок (при длине леща 35 см, массе 1,05 кг, возрасте 7 лет).

Средняя ИАП леща колебалась в широких пределах – от 27,7 до 330,5 тыс. икринок, т. е. наибольшая превышала наименьшую в 12 раз. Наименьшими средними показателями ИАП обладают впервые созревающие самки 3- и 4-летки, что обусловлено в первую очередь небольшими размерами яичников молодых рыб. Наибольшую плодовитость имеют самые взрослые самки длиной 40–45 см, возрастом 10–12 лет. Основное количество самок в популяции длиной от 23 до 29 см имели плодовитость от 46,1 до 84,0 тыс. икринок, (в среднем 62,0 тыс. икринок). В последние годы (2013–2016 гг.) доля рыб старших возрастов длиной 40–45 см снизилась и не превышала 0,1 % от всех рыб в уловах. Лещ такой длины имеет высокую плодовитость в отличие от его младших особей. Этот фактор влияет на показатель средней плодовитости леща. С 2005 г. у лещей одного и того же размера отмечается некоторое снижение плодовитости (табл. 1).

Таблица 1

Средняя индивидуальная абсолютная плодовитость леща разной длины по годам

Длина особи, см	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее значение
	тыс. икринок									
20–22	–	–	–	–	–	–	–	–	27,7	27,7
23	69,0	–	55,9	–	–	34,3	–	30,0	41,4	46,1
24	76,5	45,7	36,0	–	48,4	47,7	40,1	36,0	42,3	46,6
25	51,0	90,5	41,5	51,3	49,0	54,3	49,5	36,6	53,3	53,0
26	75,6	83,2	50,7	64,0	51,9	57,9	65,7	57,0	51,0	62,0
27	73,5	82,9	67,0	77,3	62,4	67,4	68,5	53,2	63,5	68,4
28	74,0	83,7	95,7	73,7	56,4	66,7	66,0	65,7	78,2	73,3
29	101,4	92,6	–	124,2	73,8	77,2	76,7	55,3	70,1	84,0
30	97,1	80,4	59,0	95,3	101,6	73,6	94,4	81,3	96,2	86,6
31	87,6	98,6	–	152,9	93,6	–	104,1	80,0	97,7	102,0
32	105,0	63,2	–	127,9	93,8	–	109,7	–	137,6	106,2
33	149,3	179,8	–	199,5	–	–	133,7	94,0	191,7	158,0
34	150,4	129,3	–	157,7	–	140,56	103,4	133,2	202,0	145,2
35	–	167,5	–	155,1	–	–	–	–	147,7	162,0
36	–	–	–	197,4	–	–	–	–	–	197,4
37	214,0	132,6	–	–	–	–	–	–	–	165,7
38	188,4	–	–	–	–	–	–	–	–	188,4
39	263,7	305,4	–	–	282,6	–	–	–	–	284,0
40	259,5	–	–	–	–	–	–	–	–	259,5
41	372,0	–	–	250,3	–	–	–	–	–	311,1
42–45	348,0	413,2	–	230,4	–	–	–	–	–	330,5

Самая низкая плодовитость отмечена в 2016 г. у 3-летней самки длиной 21,0 см, массой 0,19 кг – 17,22 тыс. икринок; самая высокая – в 2006 г. у 10-летней самки длиной 43,0 см, массой 2,0 кг – 413,2 тыс. икринок. Возможно, такое количество икры у леща не является предельным, т. к. в уловах, хотя и не часто, встречаются рыбы длиной свыше 45,0 см, не попавшие в число исследованных экземпляров. В начале XX в. наибольшая плодовитость у леща достигала 941,3 тыс. икринок [10], в 1970-х гг. она составляла только 504,0 тыс. икринок у 10-летней самки длиной 40,0 см [11].

Методом однофакторного регрессионного анализа установлена положительная достоверная корреляционная зависимость ИАП с длиной, массой и возрастом особи. В период исследований коэффициент детерминации был высоким – 0,99 и 0,96, т. е. связь достаточно велика. Зависимость плодовитости от длины аппроксимировали уравнением степенной функции, линейные уравнения были использованы для выражения зависимости плодовитости от массы и возраста. Средняя абсолютная плодовитость леща с увеличением длины, массы и возраста неизменно повышается. Связь плодовитости рыб с длиной тела не является линейной (рис. 1). В то же время ИАП тесно связана с массой тела и возрастом рыб прямолинейной зависимостью (рис. 2, 3).

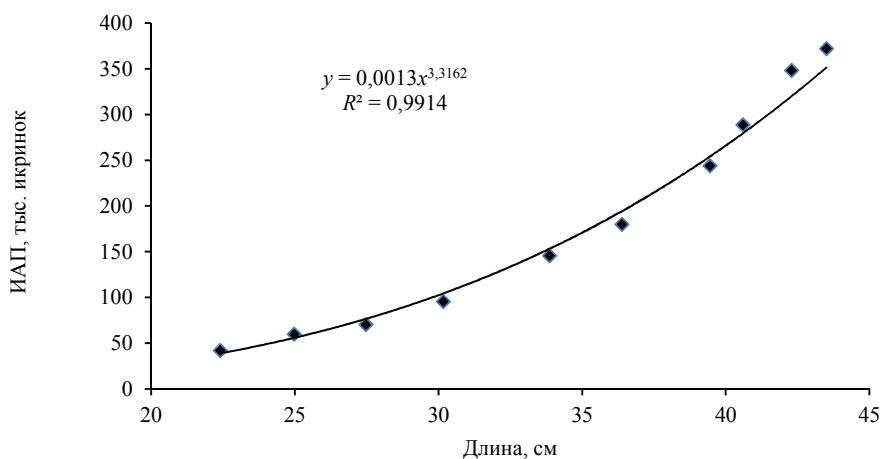


Рис. 1. Зависимость индивидуальной абсолютной плодовитости леща от длины (2005–2016 гг.)

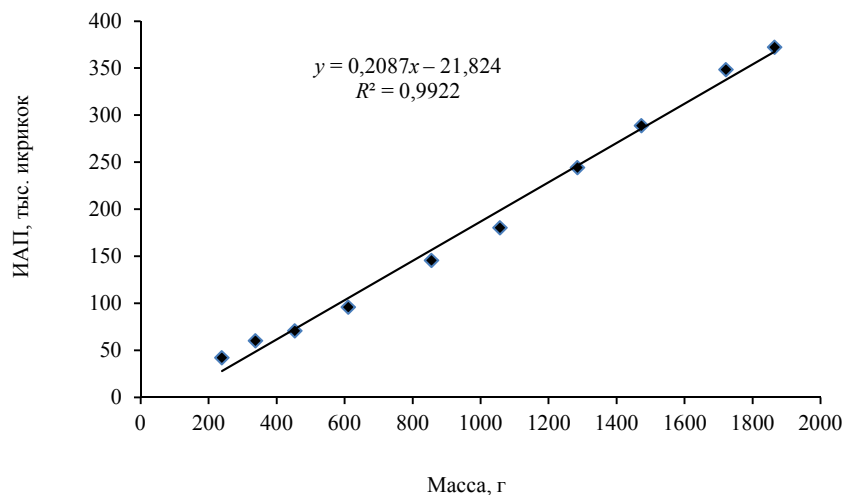


Рис. 2. Зависимость индивидуальной абсолютной плодовитости леща от массы (2005–2016 гг.)

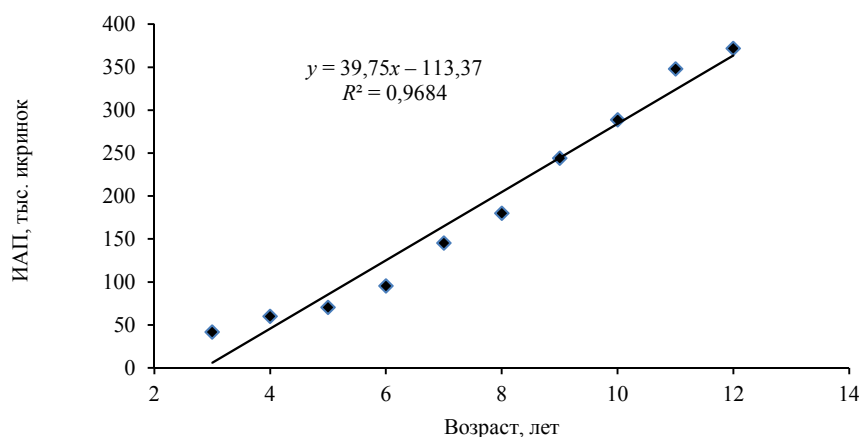
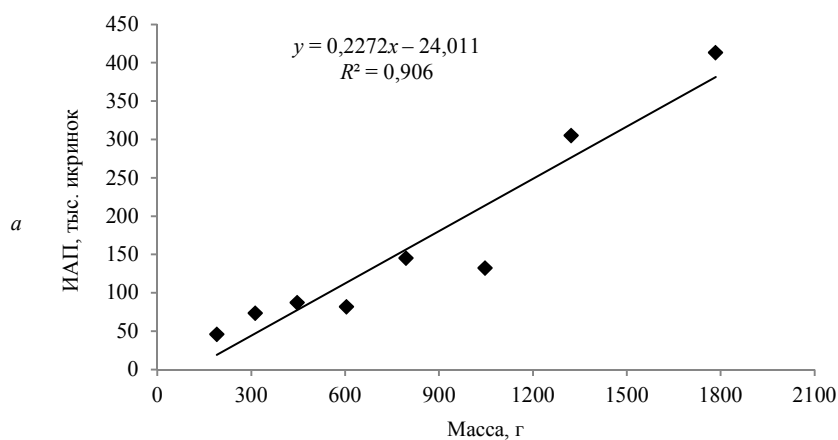


Рис. 3. Зависимость индивидуальной абсолютной плодовитости леща от возраста (2005–2016 гг.)

Из анализа рассматриваемых показателей 2006 и 2015 гг. следует, что наибольшей стартовой плодовитостью обладали самки из уловов 2006 г., значение стартовой плодовитости самок в 2015 г. сократилось в 2 раза (рис. 4).

Рис. 4. Взаимосвязь индивидуальной абсолютной плодовитости и массы тела леща в разные годы наблюдений: *a* – в 2006 г.

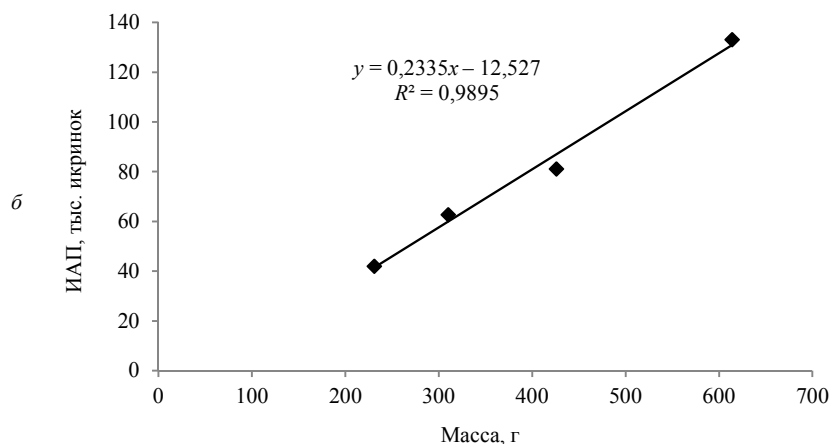


Рис. 4 (окончание). Взаимосвязь индивидуальной абсолютной плодовитости и массы тела леща в разные годы наблюдений: б – в 2015 г.

Определив, что ИАП находится в прямой зависимости от массы рыбы, мы получаем сведения для оценки влияния факторов внешней среды на число икринок и вес гонад. Хороший нагул, повышенный темп роста, высокая упитанность ведут к повышению плодовитости, а неблагоприятные условия обитания, недостаточная обеспеченность пищей, наличие паразитов снижают плодовитость [12].

За период исследований средняя ИАП леща варьировала от 31,5 тыс. икринок у леща в возрасте 3 лет до 413,0 тыс. икринок у леща в возрасте 10 лет. С 2005 по 2016 г. средняя плодовитость леща снизилась в 2,6 раза, с 211,0 тыс. икринок в 2005 г. до 80,0 тыс. икринок в 2015 г., составив в среднем 135,0 тыс. икринок (рис. 5).

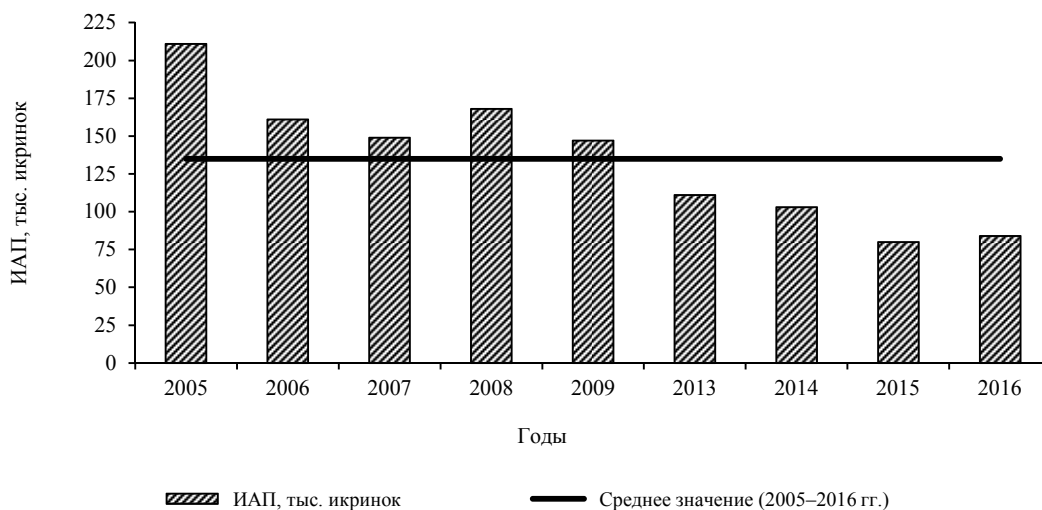


Рис. 5. Индивидуальная абсолютная плодовитость леща по годам

Плодовитость леща зависит от условий его обитания, прежде всего, от объемов водного стока Волги, определяющего соленость воды и состояние кормовой базы в Северном Каспии. Многоводные и средневодные годы (2000–2004 гг.) с объемом весеннего паводка 103,2–133,7 км<sup>3</sup> обусловили наибольшую ИАП (211,0 тыс. икринок) в многоводном 2005 г., когда объем весеннего паводка составил 136,4 км<sup>3</sup>. Период 2000–2005 гг. был благоприятным для нагула леща. Средняя соленость Северного Каспия в эти годы была пониженной и составляла в среднем 7,71 ‰ [2]. Биомасса кормовых организмов находилась на высоком уровне и достигала 14,0 г/м<sup>2</sup> в 2001 г., в среднем 9,0 г/м<sup>2</sup>. Площадь распространения леща в море охватывала большую часть акватории, составляя в среднем 31,0 тыс. км<sup>2</sup>.

В современный маловодный период (2006, 2008–2012 и 2014, 2015 гг.) при объемах весеннего паводка 65,4–101,9 км<sup>3</sup> плодовитость неуклонно уменьшалась (рис. 5). Период 2006–2016 гг. характеризовался сокращением объема пресного стока р. Волги до 65,4 км<sup>3</sup> в 2015 г. и понижением уровня Каспийского моря до отметки –27,9 м абс. Условия обитания леща в северной части Каспийского моря стали неблагоприятными. Экстремально низкая водность р. Волги обусловила довольно значительное осолонение Северного Каспия (до 9,79 ‰ в 2015 г.). Средняя соленость повысилась до 8,7 ‰, что привело к массовому развитию организмов морского и уменьшению пресноводного и слабосоленоватоводного комплекса гидробионтов – до 3,6 г/м<sup>2</sup>. Основу рациона половозрелого леща формируют черви, ракообразные и хирономиды. Ареал нагула сократился с 40 тыс. км<sup>2</sup> в 2000 г. до 15,6 тыс. км<sup>2</sup> в 2016 г. Ухудшение условий обитания леща негативно отразилось на всех биологических показателях, включая и снижение его плодовитости у всех возрастных групп по сравнению с 2005 г. Как показывают наблюдения, средние качественные показатели леща, выловленного в различные периоды, неодинаковы: в 2000–2004 гг. средняя длина составляла 28,0 см, масса – 0,50 кг, возраст – 4,7 лет; в 2006–2016 гг. средняя длина – 26,3 см, масса – 0,43 кг, возраст – 4,6 лет. Такие изменения характерны для всех возрастных групп. Следовательно, уменьшение биологических показателей леща, по нашему мнению, является результатом ухудшения условий его нагула в традиционных местах обитания. Ежегодные объемы весеннего речного стока влияют на степень опреснения воды в море и на биомассу кормового бентоса леща. В связи с изменением факторов, благоприятных для нагула (абиотические и кормовые условия), происходят колебания как качественных показателей, так и численности популяции леща в целом.

Необходимо отметить, что колебания плодовитости рыб обусловлены изменениями условий жизни самок не только в год нереста, но и в предшествующий период. Особое значение имеют условия питания самок в первый год жизни и в период образования овоцитов новой генерации. Поэтому у рыб с весенне-летним икрометанием величина плодовитости зависит главным образом от условий нагула в год, предшествующий нересту [4].

Общая для большинства рыб тенденция – увеличение плодовитости с возрастом – отражена в табл. 2.

Таблица 2

Средняя индивидуальная абсолютная плодовитость леща по возрастам

Год Возраст, лет	2005	2006	2007	2008	2009	2013	2014	2015	2016	Среднее значение
	тыс. икринок									
3	–	45,8	56,0	–	–	34,3	–	–	31,5	42,0
4	69,8	73,7	57,3	66,5	54,0	51,7	63,05	58,0	47,0	60,1
5	78,0	87,3	59,2	82,1	60,0	67,1	69,6	67,0	65,6	70,6
6	114,5	82,0	92,5	119,8	83,5	72,1	98,6	102,3	96,1	95,7
7	172,8	145,4	160,0	174,4	116,6	90,8	136,5	133,2	180,5	145,6
8	213,2	132,5	189,0	246,5	193,6	140,6	146,4	–	–	180,2
9	237,0	305,4	271,0	222,6	238	190,6	–	–	–	244,1
10	292,5	413,2	306,0	198,7	282,6	240,6	–	–	–	288,9
11	348,3	–	–	–	–	–	–	–	–	348,3
12	372,0	–	–	230,4	–	–	–	–	–	301,2
Среднее значение	211,0	161,0	149,0	168,0	147,0	111,0	103,0	80,0	84,0	178,0

Величина ИАП леща зависит не столько от возраста, сколько от размеров, которых достигли особи в данных экологических условиях. Так, наиболее благоприятные условия нагула в начале 2000-х гг. определили самую высокую плодовитость леща в 2005 г. – 211,0 тыс. икринок. В последующие маловодные годы, в связи с уменьшением количества кормового бентоса леща (пресноводного и слабосоленоватоводного комплекса гидробионтов) в Северном Каспии в период нагула, ухудшился весовой и линейный рост леща, увеличился возраст полового созревания, абсолютная плодовитость снизилась до 80,0–84,0 тыс. икринок в 2015–2016 гг. Средняя ИАП по возрастным группам составила 178,0 тыс. икринок. В старших возрастах у леща снижение плодовитости не наблюдается, что говорит о том, что способность к размножению не снижается, т. е. физиологического старения в 9–12-летнем возрасте не происходит.

Численность производителей сократилась с 120,0 млн экз. в 2004 г. до 95,0–100,0 млн экз. в 2012–2016 гг.

Сравнение полученных данных по плодовитости с данными предшествующих лет демонстрирует, что абсолютная плодовитость самок одновозрастных групп уменьшилась. Так, в 1913 г. у самок в возрасте 4-х лет было в среднем 125,8 тыс. икринок, в 1970 г. – 79,3 тыс. икринок [11], в 2005–2016 гг. это значение варьировало от 47,0 до 73,7 тыс. икринок, при среднем значении 60,1 тыс. икринок, которое снизилось в 2,0 и 1,3 раза соответственно. В современный период плодовитость леща продолжает снижаться. У 4-летнего леща плодовитость уменьшилась в 1,5 раза, с 69,8 тыс. икринок в 2005 г. до 47,0 тыс. икринок в 2016 г., подобное снижение ИАП отмечено у всех возрастных групп (табл. 2).

Относительная плодовитость дает более полное представление о воспроизводительной способности самок [13]. По ее изменению судят о развитии или снижении воспроизводительной способности у самок разных возрастных групп. Относительная плодовитость леща колебалась по возрастам: от 201,0 шт. у 3-леток до 137,0 шт. икринок у 8-леток, средний показатель составил 171 шт. икринок. Закономерность увеличиваться с возрастом, которая отмечается у ИАП, у ОП отсутствует (рис. 6, 7).

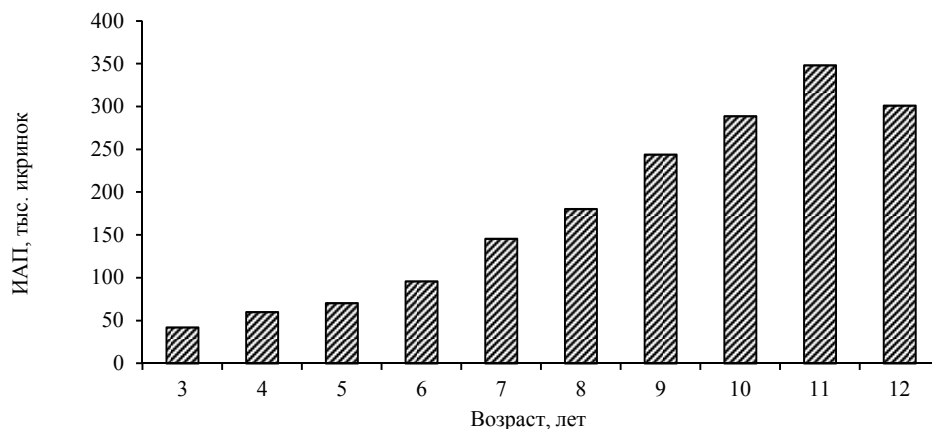


Рис. 6. Индивидуальная абсолютная плодовитость леща по возрастным группам (2005–2016 гг.)

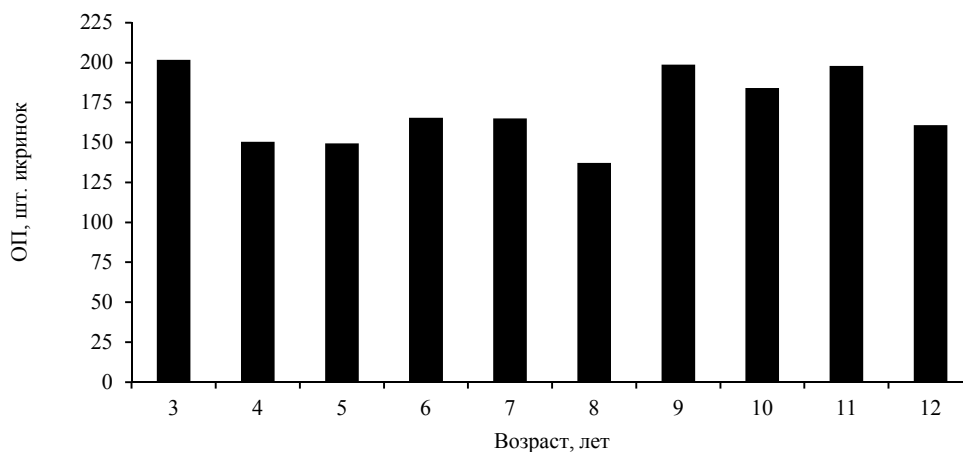


Рис. 7. Относительная плодовитость леща по возрастным группам (2005–2016 гг.)

Относительное количество икринок у 8-леток ниже, чем у 3-, 4-, 5-, 6-, 7-леток из-за различий в массе особей. Можно сказать, что у самых старых рыб наблюдается снижение относительной плодовитости (рис. 7). Увеличение ОП с возрастом является одной из причин физиологического старения особей, приводящей их к естественной убыли из популяции [14].

В 2005–2016 гг. произошло снижение в 1,5 раза ОП леща: с 197,2 шт. икринок в 2007 г. до 130,2 шт. икринок в 2015 г., что в среднем составило 162,0 шт. икринок (рис. 8).

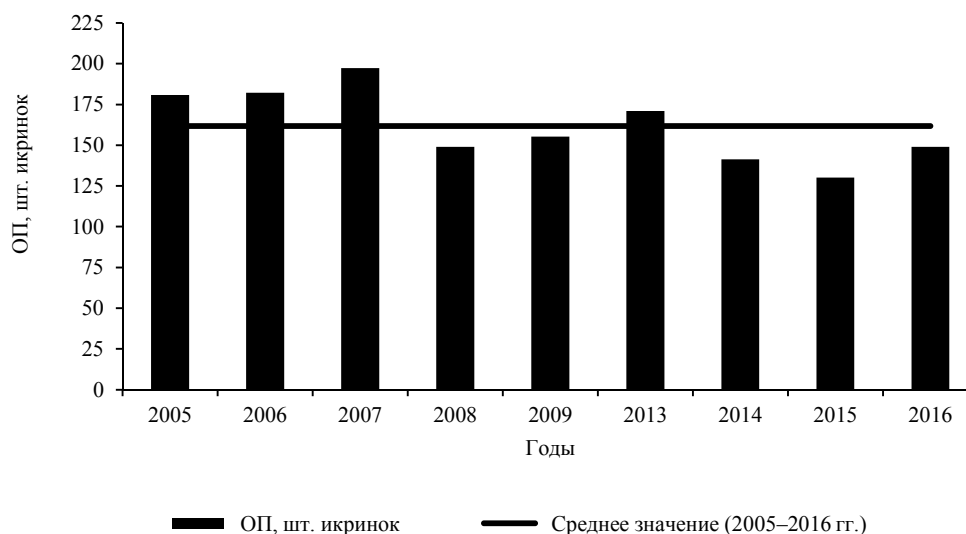


Рис. 8. Относительная плодовитость леща по годам

Динамика абсолютной и относительной плодовитости в разные годы отражает обеспеченность пищей рыб, а также условия воспроизводства, и может служить индикатором наряду с другими признаками состояния популяции [14].

Таким образом, ИАП леща с увеличением длины, массы и возраста увеличивается. По возрастам она колеблется от 31,5 тыс. икринок у 3-леток до 413,2 тыс. икринок у 10-леток. При длине 23 см ИАП составляет в среднем 46,1 тыс. икринок, а при длине 45 см – 330,5 тыс. икринок. За последние 11 лет средняя ИАП леща снизилась в 2,6 раз – с 211,0 тыс. до 80,0 тыс. икринок; ОП снизилась в 1,5 раза. Все это свидетельствует об ухудшении естественного воспроизводства леща в дельте Волги, которое обусловлено неблагоприятным паводковым режимом, и о снижении численности популяции в современный маловодный период. Естественное воспроизводство леща в последнее десятилетие происходило в условиях сокращения пресного стока и колебания уровня моря. При неблагоприятных условиях среды обитания у леща замедляются не только темп линейного и весового роста, но и формирование плодовитости. В многоводные и средневодные годы происходит распреснение северной части Каспийского моря, образуются большие нагульные площади, богатые кормовой базой, количество которой при низкой солености резко возрастает, что, как правило, положительно отражается на темпе роста, увеличивается и репродуктивная способность популяции. В ближайшей перспективе промысловые уловы леща, формирующиеся малочисленными поколениями 2011–2017 гг., будут невелики.

### Половое созревание леща

Темп полового созревания является одним из наиболее важных показателей подготовленности рыб к нересту и (в ряде случаев) началу их промысла. От продолжительности, сроков и массовости созревания рыб отдельных поколений во многом зависит объем освоения рыбной промышленностью общего допустимого улова. В ряде исследований темп полового созревания леща рассматривается как реакция популяции на изменение условий среды обитания в ареале, т. е. может изменяться в зависимости от экологических условий. В первую очередь это проявляется через эффективность размножения рыб, изменение показателей их линейного и весового роста. Изменение скорости линейного и весового роста приводит к изменению сроков полового созревания, вследствие чего меняется структура половозрелой части и воспроизводительная способность популяций. Хороший рост поколений способствует быстрому наступлению половой зрелости и обеспечивает более раннее вступление пополнения в промысловое использование. Неблагоприятные условия существования отражаются на росте поколения, замедляют его созревание и вступление в промысловое стадо. На этой основе рассчитывают процент впервые



нерестующих особей в возможном улове. При снижении темпа роста и ухудшении условий размножения леща время созревания и достижения рыбами половой зрелости увеличивается [15].

Половое созревание леща в дельте Волги с 2005 по 2010 г. наступало в 2 года и только к 5-летнему, а в отдельные годы и 6-летнему возрасту половозрелыми оказывались все особи. Установлено, что массовое половое созревание леща (78,3–100 %) происходит на 4-м году жизни при колебании средних размеров от 24,4 до 25,7 см и средней массы от 0,31 до 0,35 кг. Количество впервые нерестящихся 2-леток составляло 25–50 % при средних размерах от 21,6 до 23,8 см и средней массе от 0,19 до 0,30 кг. С 2011 г. лещ начал созревать на 2-м году жизни, и к 3-летнему возрасту половозрелыми были уже все особи, кроме поколения 2013 и 2014 гг. Таким образом, в нерестовом стаде произошло увеличение количества раносозревающих особей и ускорение общего полового созревания рыб в популяции (табл. 3).

Таблица 3

Доля зрелых самок и самцов леща в промысловых уловах весной по результатам биологического анализа

Год	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Возраст, лет	%											
2	–	–	25,0	–	–	–	50	50	50	–	–	100
3	70,6	75,0	78,8	93,5	–	80	100	100	95	84,6	100	100
4	94,8	78,3	96,8	99,7	100	100	100	100	99,5	99,0	100	100
5	99,1	96,4	99,5	99,3	100	100	100	100	99,4	100	100	100
6	100	99,2	98,3	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
10–13	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

В основной массе рыбы нерестились в возрасте 4-х лет (15,1–55,8 %, в среднем 41,0 %), причем самцов нерестилось в 1,6 раза больше, чем самок (51,5 и 32,2 % соответственно). В несколько меньшем количестве участвовали в нересте рыбы в возрасте 5 лет – от 22,9 до 47,8 % при среднем показателе 34,7 %. Количество впервые нерестящихся 3-х и 6-леток не превышало 18,4 % и 19,4 %, в среднем 5,2 % и 12,1 % соответственно. Самцы леща созревают несколько раньше самок. Впервые созревающие самцы в возрасте 2-х лет составляли от 0,4 до 5,5 %, созревшие самки этого возраста в уловах отсутствовали. Впервые созревающие 3-летние самцы составляли от 1,5 до 28,1 %, 4-летние – от 27,5 до 65,0 % при средней величине соответственно 8,8 и 51,5 %. Созревших самок в этих же возрастных группах было гораздо меньше – от 0,3 до 10,0 % и от 7,0 до 51,0 % при среднем значении 2,6 и 32,2 % соответственно. С увеличением возраста доля зрелых самцов в улове уменьшалась, а самок увеличивалась: так, доля самок 5-леток в среднем составила 39,8 %, самцов – 29,0 %; 6-леток – 16,1 % и 7,1 %; 7-леток – 6,0 и 3,1 % соответственно (табл. 4).

Таблица 4

Темп созревания леща весной по возрастным группам

Год	Пол	Возраст, лет										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12–13
2005	Самки, %	–	0,4	41,0	27,0	17,1	8,2	2,2	2,2	1,1	0,4	0,4
2006		–	–	7,0	48,0	22,3	13,7	4,6	2,0	2,0	0,2	0,2
2007		–	1,0	31,0	45,5	13,5	4,9	1,7	1,4	1,0	–	–
2008		–	0,3	43,0	36,0	13,3	4,0	2,1	0,3	0,7	0,3	–
2009		–	–	51,0	33,4	10,0	3,2	1,2	0,4	0,4	0,4	–
2010		–	–	17,7	56,4	13,8	8,9	2,4	0,8	–	–	–
2011		–	1,1	28,5	55,0	10,7	0,5	2,1	1,1	0,5	0,5	–
2012		–	1,6	30,2	42,7	16,5	4,8	3	0,4	0,4	0,4	–
2013		–	1,5	33,1	42,4	16,7	4,1	1,5	0,7	–	–	–
2014		–	1,4	31,6	36,0	22,5	7,2	1,0	0,3	–	–	–

Год	Пол	Возраст, лет											
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12–13	
2015	Среднее значение	–	6,3	42,5	30,0	15,5	3,4	1,7	–	0,6	–	–	
2016		–	10,0	30,0	25,4	21,0	9,1	2,7	–	0,9	0,9	–	
Среднее значение		–	2,6	32,2	39,8	16,1	6,0	2,2	1,0	0,8	0,4	0,3	
2005	Самцы, %	–	5,3	60,6	21,1	8,2	3,8	0,5	–	0,5	–	–	
2006		–	1,9	27,5	47,0	14,7	7,7	0,8	0,4	–	–	–	
2007		0,4	9,8	52,4	26	8,1	2,1	0,4	0,4	0,4	–	–	
2008		–	16,0	65,0	16,0	3,0	–	–	–	–	–	–	
2009		–	–	64,1	25,0	5,4	4,7	0,8	–	–	–	–	
2010		–	3,0	43,5	40,0	6,4	6,4	0,7	–	–	–	–	
2011		–	1,5	57,4	32,4	6,7	0,5	1,0	0,5	–	–	–	
2012		1,0	8,0	52,0	25,1	10,0	2,9	0,5	0,5	–	–	–	
2013		0,4	4,3	48,0	36,1	9,5	1,3	0,4	–	–	–	–	
2014		0,4	10,2	53,1	30,0	5,0	0,9	0,4	–	–	–	–	
2015		5,5	8,6	52,2	29,0	4,0	–	0,7	–	–	–	–	
2016		4,1	28,1	42,7	20,0	4,1	1,0	–	–	–	–	–	
Среднее значение		2,0	8,8	51,5	29,0	7,1	3,1	0,6	0,5	0,5	–	–	
2005		Самки и самцы, %	–	2,5	50	24,1	13,3	6,2	1,5	1,2	0,8	0,2	0,2
2006			–	0,7	15,1	47,4	19,4	11,4	3,1	1,3	1,2	0,1	0,3
2007			0,2	5,0	40,5	36,7	11,1	3,6	1,1	1,0	0,8	–	–
2008	–		7,8	54,0	26,3	8,0	2,0	1,1	0,2	0,4	0,2	–	
2009	–		–	55,8	30,4	8,4	3,8	1,0	0,2	0,2	0,2	–	
2010	–		1,6	31,0	47,8	10,0	7,6	1,6	0,4	–	–	–	
2011	–		1,3	43,3	43,3	8,7	0,5	1,5	0,8	0,3	0,3	–	
2012	0,4		4,4	40,0	35,0	13,6	4,0	1,8	0,4	0,2	0,2	–	
2013	0,2		2,8	40,0	39,4	13,4	2,8	1,0	0,4	–	–	–	
2014	0,2		5,0	40,5	33,4	15,3	4,6	0,8	0,2	–	–	–	
2015	2,3		7,3	46,3	30,0	10,5	2,0	1,3	–	0,3	–	–	
2016	2,0		18,4	36,0	22,9	13,0	5,3	1,4	–	0,5	0,5	–	
Среднее значение	2005–2016 гг.												
	0,9		5,2	41,0	34,7	12,1	4,5	1,4	0,6	0,5	0,2	0,3	
	1937–1946 гг.												
	0,1		37,6	46,2	12,7	2,5	0,7	0,2	–	–	–	–	
Среднее значение	1965–1966 гг.												
	0,1	17,2	59,5	18,3	4,45	0,45	–	–	–	–	–		

Из приведенных данных следует, что темп полового созревания отдельных поколений леща не остается постоянным. Наибольшие колебания наблюдаются у 4- и 5-леток.

Результаты сравнения наших данных о количестве созревших в уловах рыб с данными предшествующих исследователей [16] свидетельствуют о том, что темп полового созревания поколений в современный период существенно снизился. Так, в поколениях 1937–1946 гг. впервые в 3-летнем возрасте нерестилось 37,6 % рыб, в 1965–1966 гг. этот показатель снизился до 17,2 %, а у поколений 2005–2016 гг. опустился до 5,2 % (табл. 4). В то же время возросло количество нерестующих рыб в возрасте 5–6 лет. Более позднее созревание леща подтверждает сведения о замедлении его роста в 2005–2016 гг.

### Заключение

Проведенные исследования показали, что величина индивидуальной абсолютной плодовитости и относительной плодовитости леща варьирует в широком диапазоне и зависит от условий нагула. В современный период в связи с ухудшением условий обитания, падением темпов линейно-весового роста отмечено снижение средних показателей плодовитости. В 2005 г. ИАП в среднем составляла 211,0 тыс. икринок, в последующие годы постепенно уменьшилась в 2,6 раза, до 80,0 тыс. икринок в 2015 г. Индивидуальная абсолютная плодовитость в одинако-

вой степени зависит от длины, массы и возраста самок и закономерно возрастает с увеличением этих показателей. Абсолютная плодовитость самок леща не превышала 413,2 тыс. икринок. У большинства самок абсолютная плодовитость колеблется от 46,1 до 102,0 тыс. икринок при длине особи от 23 до 31 см. Средняя абсолютная плодовитость леща в 2005–2016 гг. составила 135,0 тыс. икринок, по возрастным группам от 84 до 178,0 тыс. икринок.

Показатели средней относительной плодовитости леща снизились с 197,2 шт. икринок в 2007 г. до 130,2 шт. икринок в 2015 г. Максимальное значение отмечено в 2007 г. у особи в возрасте 3-х лет – 248,3 шт. икринок, минимальное – 120,0 шт. икринок – у 8-леток в 2014 г. В 2016 г. относительная плодовитость леща составила 149 шт. икринок.

Созревание половых продуктов леща одного поколения происходит не одновременно, а на протяжении 2–3-х лет. В основной массе лещ созревает в 4 года. У самцов половая зрелость наступает раньше самок – в 2 года. Впервые созревшие самцы в возрасте 2-х лет составляют в среднем 2 %. Впервые созревшие 3-летние самки составляют в среднем 2,6 %, самцы – 8,8 %. С увеличением возраста доля зрелых самцов уменьшается, а самок – увеличивается.

Динамика абсолютной и относительной плодовитости леща в разные годы отражает обеспеченность его пищей, а также другие условия воспроизводства, и может служить индикатором состояния популяции наряду с другими признаками. Детальная оценка плодовитости рыб важна при решении вопросов регулирования рыбных запасов и увеличения уловов леща.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рылина О. Н., Карыгина Н. В., Лардыгина Е. Г., Попова О.В., Галушкина Н.В., Дегтярева Л.В., Попова Э.С., Галлей Е.В. Экологические условия формирования рыбных запасов Волго-Каспийского бассейна // Вопросы рыболовства. 2012. Т. 13. № 4 (52). С. 827–840.
2. Катунин Д. Н. Гидроэкологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте р. Волги. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2014. 472 с.
3. Кравченко Е. В., Степанова Т. Г. Питание леща (*Abramis brama orientalis* L.) на пастбищах западной части Северного Каспия // Рыбное хозяйство. 2015. № 3. С. 80–83.
4. Никольский Г. В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов. М.: Пищепромиздат, 1974. С. 447.
5. Инструкция по определению пола и стадии зрелости половых продуктов рыб / сост. В. А. Мейен. М.; Л.: Пищепромиздат, 1938. 23 с.
6. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 164 с.
7. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
8. Аксютин З. М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищ. пром-сть, 1968. 288 с.
9. Плохинский Н. А. Алгоритмы биометрии. М.: Изд-во МГУ, 1980. 150 с.
10. Терещенко К. К. Лещ (*Abramis brama*) Каспийско-Волжского района, его промысел и биология // Тр. Астрахан. ихтиол. лаб. 1917. Т. IV. Вып. 2. 159 с.
11. Сидорова М. А. О плодовитости северокаспийского леща // Биологические ресурсы Каспийского моря: тез. конф. (Астрахань, 26 февраля–1 марта 1973 г.). Астрахань, 1973. С. 133–134.
12. Иоганзен Б. Г. Плодовитость рыб и определяющие ее факторы // Вопросы ихтиологии. 1955. Вып. 3. С. 57–68.
13. Максунув В. А. Заметки о плодовитости некоторых рыб Таджикистана // Вопросы ихтиологии. 1959. Вып. 12. С. 85.
14. Спановская В. Д., Солонинова Л. Н. О плодовитости щуки *Esox lucius* L. в пределах ее ареала // Вопросы ихтиологии. 1983. Т. 23. Вып. 5. С. 797–804.
15. Земская К. А. Рост и половое созревание северокаспийского леща в связи с изменением его численности // Тр. ВНИРО. 1958. Т. 34. С. 63–86.
16. Сидорова М. А. Темп созревания северокаспийского леща // Отчетная сессия КаспНИРХа по работам 1973 года: тез. докл. (Астрахань, май 1975 г.). Астрахань, 1975. С. 47–48.

Статья поступила в редакцию 05.12.2017

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Левашина Наталья Вадимовна** — Россия, 414056, Астрахань; Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; старший научный сотрудник лаборатории полупроходных и речных рыб; kaspuy-info@mail.ru.

**Иванов Владимир Прокофьевич** — Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; г-р биол. наук, профессор; профессор кафедры гидробиологии и общей экологии; profivanovvp37@mail.ru.



*N. V. Levashina, V. P. Ivanov*

### BREAM FECUNDITY (*ABRAMIS BRAMA* LINNAEUS, 1758) IN THE VOLGA DELTA

**Abstract.** Negative processes in the North Caspian related to low water in 2006, 2008-2012, 2014 and 2015 have resulted in drastic decrease of abundance of the most numerous species - bream *Abramis brama* (Linnaeus, 1758). Bream remains the main mass species of the Volga-Caspian region, despite changes in qualitative structure of the population, reducing age, size and weight of species in commercial catches. The article presents research results of bream *Abramis brama* fecundity and changeability depending on the environment. Deterioration of habitat conditions of bream population adversely affected all biological indicators of bream; in particular, absolute fecundity of females has decreased. There has been established some positive correlation dependence of individual absolute fecundity with length, weight and age of a species. The work presents correlation parameters, equations of regression. There has been observed a decrease in relative fecundity of bream *Abramis brama*, which is a main indicator of intensive reproduction of the population in changing environment. The article gives data on dramatic reduction of bream maturation rate. The research results provide practical value in solving problems of fish stocks regulation, abundance recovery and increased catches of bream in the Volga-Caspian region.

**Key words:** bream, individual absolute fecundity, relative fecundity, sexual maturation.

#### REFERENCES

1. Rylina O. N., Karygina N. V., Lardygina E. G., Popova O. V., Galushkina N. V., Degtjareva L. V., Popova Je.S., Gallej E.V. Jekologicheskie uslovija formirovanija rybnih zapasov Volgo-Kaspijskogo bassejna [Ecological conditions of fish stocks forming in the Volga-Caspian basin]. *Voprosy rybolovstva*, 2012, vol. 13, no. 4 (52), pp. 827-840.
2. Katunin D. N. *Gidrojekologicheskie osnovy formirovanija jekosistemnyh processov v Kaspijskom more i del'te r. Volgi* [Hydroecological grounds for developing ecosystem processes in the Caspian Sea and the Volga Delta]. Astrakhan, Izd-vo KaspNIRH, 2014. 472 p.
3. Kravchenko E. V., Stepanova T. G. Pitanie leshha (*Abramis brama orientalis* L.) na pastbishhah zapadnoj chasti Severnogo Kaspija [Feeding of bream (*Abramis brama orientalis* L.) on feeding grounds in the west part of the Northern Caspian]. *Rybnoe hozjajstvo*, 2015, no. 3, pp. 80-83.
4. Nikol'skij G. V. *Teorija dinamiki stada ryb kak biologicheskaja osnova racional'noj jekspluatacii i vozproizvodstva rybnih resursov* [Theory of dynamics of fish schools as a basis for efficient exploitation and reproduction of fish resources]. Moscow, Pishhepromizdat, 1974. P. 447.
5. *Instrukcija po opredeleniju pola i stadii zrelosti polovyh produktov ryb* [Instruction on determining sex and degree of sexual products maturity of fishes]. Sostavitel' V. A. Mejen. Moscow; Leningrad, Pishhepromizdat, 1938. 23 p.
6. Chugunova N. I. *Rukovodstvo po izucheniju vozrasta i rosta ryb* [Manual for studying fish age and growth]. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1959. 164 p.
7. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniju ryb* [Instructions on fish study]. Moscow, Pishhevaja promyshlennost', 1966. 376 p.
8. Aksjutina Z. M. *Jelementy matematicheskoy ocenki rezul'tatov nabljudenij v biologicheskij i rybohozjajstvennyh issledovanijah* [Elements of mathematical evaluation of observation results in biological and fisheries research]. Moscow, Pishhevaja promyshlennost', 1968. 288 p.
9. Plohinskij N. A. *Algoritmy biometrii* [Biometrics algorithms]. Moscow, Izd-vo MGU, 1980. 150 p.

10. Tereshhenko K. K. Leshh (Abramis brama) Kaspijsko-Volzhsogo rajona, ego promysel i biologija [Bream (Abramis brama) of the Caspian-Volga region, its fishery and biology]. *Trudy Astrahanskoj ihtiologicheskoj laboratorii*, 1917, vol. IV, iss. 2, 159 p.

11. Sidorova M. A. O plodovitosti severokaspijskogo leshha [On fecundity of the north Caspian bream]. *Biologicheskie resursy Kaspijskogo morja: tezisy konferencii (Astrahan', 26 fevralja-1 marta 1973 g.)*. Astrakhan, 1973. Pp. 133-134.

12. Ioganzen B. G. Plodovitost' ryb i opredeljajushhie ee faktory [Fish fecundity and determining factors]. *Voprosy ihtiologii*, 1955, iss. 3, pp. 57-68.

13. Maksunov V. A. Zаметки o plodovitosti nekotoryh ryb Tadjikistana [Notes on fecundity of fish species in Tajikistan]. *Voprosy ihtiologii*, 1959, iss. 12, pp. 85.

14. Spanovskaja V. D., Soloninova L. N. O plodovitosti shhuki Esox lucius L. v predelah ee areala [On fecundity of pike Esox lucius L. within its areal]. *Voprosy ihtiologii*, 1983, vol. 23, iss. 5, pp. 797-804.

15. Zemskaja K. A. Rost i polovoe sozrevanie severokaspijskogo leshha v svjazi s izmeneniem ego chislenosti [Growth and sexual maturation of the north Caspian bream in terms of changing in its number]. *Trudy VNI-RO*, 1958, vol. 34, pp. 63-86.

16. Sidorova M. A. Temp sozrevanija severokaspijskogo leshha [Rate of maturation of the north Caspian bream]. *Otchetnaja sessija KaspNIRHa po rabotam 1973 goda: tezisy dokladov (Astrahan', maj 1975 g.)*. Astrakhan, 1975. Pp. 47-48.

The article submitted to the editors 05.12.2017

### **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Levashina Natalia Vadimovna** – Russia, 414056, Astrakhan; Caspian Scientific Research Institute of Fisheries; Senior Researcher of the Laboratory of Semi-Anadromous and River Fish; kaspjy-info@mail.ru.

**Ivanov Vladimir Prokofievich** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology, Professor; Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; profivanovvp37@mail.ru.

