

УДК 577.472(285.2)

Хенн ХАБЕРМАН*, Айн ЯРВАЛТ*, Яакко СЮРЬЯМЯКИ**

РОЛЬ ЛЕЩА В ПРОДУКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ РАЗЛИЧНЫХ ОЗЕР

Роль леща в потоке энергии, в уловах рыб и в рыбопродуктивности озер Ормаярви (Финляндия), Виртсъярв (Эстония) и Ясхан (Туркмения) изучалась в рамках проекта № 34 «Влияние стадий Балтийского моря на сукцессию озер» программы совместных исследований академий наук Финляндии и СССР, а также проекта «Продуктивность вида в пределах ареала» Советского комитета программы «Человек и биосфера».

Характеристика исследованных озер

Оз. Ормаярви расположено в Финляндии, в волости Ламми. Площадь его 645 га, средняя глубина 10 м, наибольшая — 30 м, площадь водосбора 85 км². Содержание азота составляло летом 0,5 мг/л, зимой 0,7—1,1 мг/л, на глубине 28 м — 2,4 мг/л. Содержание фосфора было 0,02 мг/л, на глубине 28 м — 0,06 мг/л. Содержание хлорофилла *a* равнялось 5,5—12,3 мг/м³, первичная продукция 200—460 мг С/м³ в день, в среднем 250 мг С/м³ в день. Прозрачность воды летом 3,0 м, рН 7,0—7,4, а на глубине больше 10 м часто ниже 7,0. Дефицит кислорода наблюдается зимой на глубине 25 м, летом на глубине 10 м. Среднегодовая температура воды около 8 °С.

Из рыб доминируют плотва и окунь, дающие около 50% общего улова, следуют ряпушка и судак — 30% общего улова. Налим, сиг (пелядь и муксун) и лещ вместе дают 12—15% улова, встречаются еще ерш, форель, снеток, красноперка, угорь и др. Интродуцируются муксун, пелядь и судак сеголетками, карп двухлетками, речная форель двух- или трехлетками. В последние годы общий улов составлял 20—25 кг/га.

Данные по оз. Ормаярви собраны Я. Сюрьямяки и взяты из статьи В. Илмавирта и др. (Ilmavirta и др., 1974).

Оз. Ясхан находится в пустыне Каракумы (Туркменская ССР), в высохшем русле Западного Узбоя. Оно имеет постоянный приток пресной воды из подземной линзы. Площадь его 11,8 га, средняя глубина менее 3 м, наибольшая — 6,5 м. Почти половина озера (5,3 га) заросла рогозой и тростником, годовая продукция которых составляет 68 и 28 т соответственно. Содержание фосфора весной 0,038 мг/л. Прозрачность воды летом 2,5, зимой 3,5 м. Первичная продукция весной 237, летом 1660 и осенью 484 мг С/м² (неопубликованные данные П. Ныгеса). Среднегодовая температура воды находится около 16 °С. Зоопланктон беден по видовому составу и биомассе. Бентос более обилен в открытой мелководной части озера площадью 1,3 га, причем его средняя биомасса составляет 0,5 г/м². Летом и осенью в придонных слоях, глубже 3 м,

* Eesti Teaduste Akadeemia Zooloogia ja Botaanika Instituut (Институт зоологии и ботаники Академии наук Эстонии). 202400 Tartu, Vanemuise 21. Estonia.

** Helsingi Ulkooli Lammi Bioloogijaam. SF-16900 Lammi, Finland. (Биологическая станция Ламми Хельсинкского университета).

образуются анаэробные условия. Среди рыб доминируют бентофаги — лещ, сазан и гамбузия. Довольно многочисленны окунь и плотва, встречаются еще сом и бычок. В озере промыслового лова не производится, но зато оно интенсивно используется рыболовами-любителями (Продукционно-биологические особенности..., 1981).

Оз. Вуртсъярв расположено в Эстонии. Площадь его 27 000 га, средняя глубина 2,8 м, наибольшая — 6 м, площадь водосбора 3 380 км². Содержание фосфора колеблется от 0,1 до 0,12 мг/л, на глубине 6 м достигает 0,19 мг/л. Годовая продукция фитопланктона составляет в среднем 8 840 кДж/м² (Ныгес, 1987). Прозрачность воды летом достигает 0,5—1,0 м, зимой 2 м, рН 7,9—8,1. Дефицит кислорода наблюдается лишь зимой в южной части озера. Продукция бактериопланктона 800—1 500, зоопланктона 80—140, бентоса 100 кДж/м² в год.

Озеро населяют 35 видов рыб. По биомассе доминируют лещ (51,5%), судак, ерш, плотва и щука, средняя биомасса рыб 13,4 кДж/м², продукция 5,4 кДж/м² в год. Средние уловы составляют 10—20 кг/га, в 1988 г. — 27,4 кг/га (Хаберман, Хаберман, 1989). Среднегодовая температура воды 7,0—8,9 °С.

Материал и методика

Из оз. Ормаярви лещей ловили стандартными сетями из тамила (размер ячей 15, 40, 60 и 70 мм) в августе 1988 года.

На основе сетных уловов составлен график вылова лещей разного возраста (штук на сетсутки), на основе которого вычислена их общая смертность, начиная с 3-летнего возраста. Общая смертность рыб в возрасте 3—18 лет в оз. Ормаярви составляла 0,28, смертность двухлеток принималась равной 0,84 (как и в оз. Вуртсъярв), смертность трехлеток 0,52. Естественная смертность была вычислена по формуле Д. Паули (Pauly, 1980).

$$\log M = -0,0066 - 0,279 \log L_{\infty} + 0,6543 \log K + 0,4634 \log T,$$

где M — естественная смертность, L_{∞} , K — параметры уравнения Бергаланффи для линейного роста популяции, T — среднегодовая температура воды.

Переходный коэффициент для температур воды оз. Вуртсъярв и оз. Ормаярви равен 0,9701, на основе которого найдены среднегодовые температуры для оз. Ормаярви. Естественная смертность M для лещей оз. Ормаярви равна 0,1666.

На основе данных о смертности, а также численности лещей в сетных уловах, вычислены показатели численности для всех возрастных групп. Темп роста найден по эмпирической кривой соотношения длины тела и радиуса чешуи. С помощью обратного рассчитанных весов определяли биомассу каждой возрастной группы в пределах улова. Мгновенный весовой прирост G найден по формуле

$$G = \ln W_t - \ln W_{t-1},$$

где W — масса, г; t — время, годы.

Мгновенная смертность Z вычислена по формуле

$$Z = \ln N_t - \ln N_{t-1},$$

где N — численность.

Средняя биомасса \bar{B} определена по формуле

$$\bar{B} = B \frac{e^{G-Z} - 1}{G - Z},$$

где B — начальная биомасса, e — основа натуральных логарифмов.

Параметры уравнения Берталанффи вычислены по программе А. С. Печникова и И. И. Терешенкова (1986). Для определения биомассы леща в оз. Ормаярви было проведено сравнение средних сетевых уловов по Ормаярви и Вуртсъярв, с учетом более высокой уловистости леща (0,65 : 0,40 в пользу Вуртсъярв) в последнем (экспериментальные данные А. Ярвалта; Саускан, Остапенко, 1982). Если принять, что отношения вылова на сетесутки и биомассы леща пропорционально, получим, что биомасса леща в оз. Ормаярви равна 5,0 кг/га (в оз. Вуртсъярв 47,9 кг/га). Возможно, что эта цифра для оз. Ормаярви несколько завышена из-за отсутствия данных по бентосу, так как в период питания лещей бентос в глубокой части озера может отсутствовать. Продукция леща рассчитывалась по формуле $P = G\bar{B}$. Все эти показатели собраны в табл. 1. Отметим, что эта методика, выработанная В. Рикером (Ricker, 1946, 1958 и др.), применялась многими учеными (Balon, Coche, 1974; Granado, Carcia, 1986; Biro, Garadi, 1974; Goldspink, 1978).

Таблица 1

Параметры популяции леща в оз. Ормаярви

Возраст, годы	l , мм	W , г	N	G	Z	B	\bar{B}	P	P/\bar{B}
1	41	1,22	63,95	1,505	1,832	78,0	66,5	100,2	1,505
2	68	5,50	10,23	1,330	0,821	56,3	73,4	97,6	1,330
3	103	20,79	4,50	1,072	0,328	93,6	139,0	149,0	1,065
4	147	60,73	3,24	0,746	0,329	196,9	244,3	182,2	0,746
5	185	128,0	2,33	0,891	0,329	298,7	353,7	315,2	0,891
6	243	311,8	1,68	0,528	0,328	524,1	580,2	306,3	0,528
7	287	528,9	1,21	0,293	0,328	640,0	629,1	184,3	0,293
8	312	709,1	0,87	0,142	0,328	617,5	563,4	80,0	0,142
9	327	817,2	0,63	0,187	0,330	513,0	478,0	89,4	0,187
10	348	984,8	0,45	0,148	0,329	445,0	407,0	60,2	0,148
11	366	1143,0	0,32	0,123	0,326	371,0	335,7	41,3	0,123
12	381	1292,0	0,23	0,099	0,334	303,4	270,4	26,8	0,099
13	394	1426,0	0,17	0,071	0,328	239,5	211,2	15,0	0,071
14	407	1531,0	0,12	0,106	0,322	184,8	166,2	17,6	0,106
15	418	1702,0	0,09	0,125	0,319	149,9	136,2	17,0	0,125
16	436	1929,0	0,06	0,060	0,343	122,7	106,8	6,4	0,060
17	448	2049,0	0,05	0,074	0,337	93,6	82,3	6,1	0,074
18	460	2207,0	0,03	0,068	0,337	72,0	63,1	4,3	0,068

Обмен веществ у рыб оценивали по продукции с помощью формулы

$$K_2 = \frac{P}{P+R},$$

где K_2 — эффективность использования усваиваемой пищи, R — дыхание (обмен веществ).

У рыб K_2 равен 0,2 (Алимов, 1989), откуда следует, что $R=4P$. Для определения дыхания рыб используется температурный коэффициент, который рассчитывается по формуле Г. Г. Винберга (1983).

В оз. Вуртсъярв для вылова рыб использовали опытное траление, которое проводилось начиная с 1978 г. В течение часового траления облавливалась площадь в 5,4 га, при этом уловистость составляла 0,65.

Каждый год в траловых уловах определяли численность рыб по размерным и возрастным группам. На основе этих данных с помощью виртуально-популяционного анализа и по программам М. А. Снеткова (1986, 1987, 1989) определяли общую численность и биомассу леща в озере. Естественная смертность в нем составляла 0,245, $L_{\infty}=50,716$, $K=0,0758$ (параметры уравнения Берталанффи).

Средние данные по оз. Вуртсъярв для получения продукционных параметров популяции были обработаны теми же методами, что и по озерам Ормаярв и Ясхан. Итоги представлены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры популяции леща в оз. Вуртсъярв

Возраст, годы	l , мм	W , г	N	G	Z	B	\bar{B}	P	P/\bar{B}
1	48	1,8	3528,0	1,7900	1,8326	6350,4	6217,0	11128,4	1,790
2	85	11,0	564,5	1,1766	0,9163	6209,5	7092,6	8345,2	1,177
3	124	35,7	225,8	0,6432	0,7195	8061,1	7761,3	4992,1	0,643
4	153	68,0	110,0	0,4543	0,8571	7480,0	6157,0	2797,1	0,454
5	177	107,1	46,7	0,3389	1,0716	5001,6	3545,5	1201,6	0,339
6	197	150,3	16,0	0,2716	0,5804	2404,8	2069,0	561,9	0,272
7	214	197,2	8,9	0,2093	0,6910	1755,1	1392,8	291,5	0,209
8	229	243,1	4,5	0,2268	0,5617	1094,0	929,7	210,9	0,227
9	247	305,0	2,6	0,1940	0,6932	793,0	624,3	121,1	0,194
10	263	370,3	1,3	0,1772	0,0000	481,4	527,0	93,4	0,177
11	279	442,1	1,3	0,1524	0,0000	574,7	620,8	94,6	0,152
12	293	514,9	1,3	0,1400	0,0000	669,4	718,5	100,6	0,140
13	307	593,3	1,3	0,1984	0,4006	771,3	1056,3	209,6	0,198
14	328	722,3	1,9	0,2274	0,4006	1372,4	1260,1	286,5	0,227
15	348	867,5	1,3	0,1832	0,6788	1127,8	899,3	164,8	0,183
16	362	971,1	0,6	0,0895	0,0000	582,7	609,6	54,6	0,090
17	373	1062,0	0,6	0,0796	0,0000	637,2	663,2	52,8	0,080
18	383	1150,0	0,6	0,0753	0,0000	690,0	716,7	54,0	0,075
19	392	1240,0	0,6	0,0738	0,1541	744,0	714,9	52,8	0,074
20	401	1335,0							
21	407	1388,0							
			0,5	0,0270	0,0000	712,9	722,7	19,5	0,027
22	415	1463,0							
23	420	1517,0							

Данные о росте леща в оз. Ясхан взяты из литературы (Хаберман, 1981). Выживаемость разных возрастных групп (9—14 лет) вычисляли на основе фактических данных неводного лова по формуле

$$S = N_t / N_{t-1}$$

где S — выживаемость, N — численность возрастной группы.

Выживаемость младших возрастных групп (3—8 лет), лишь частично представленных в неводном лове, была равна средней выживаемости старших возрастных групп (9—14) — 0,44. Выживаемость сеголеток равна 0,15 (по данным М. Кангура, для леща из оз. Вуртсъярв), для двухлеток использовалась средняя выживаемость сеголеток и трехлеток.

Площадь тони невода вычисляли по формуле

$$S_t = 0,3183 L' (0,5 L' + l') \quad (\text{Печников, Терешенков, 1986}),$$

где S_t — площадь тони; L' — длина невода без урезов, м; l' — длина урезом, м.

Уловистость невода (0,2) определяли путем повторного вылова меченых рыб.

Параметры популяции леща в оз. Ясхан

Возраст, годы	<i>l</i> , мм	<i>W</i> , г	<i>N</i>	<i>G</i>	<i>Z</i>	<i>B</i>	\bar{B}	<i>P</i>	<i>P/B</i>
1	42	1,04	26770	1,314	1,832	27841	21729	28552	1,31
2	65	3,87	4283	0,697	1,204	16576	13003	9062	0,70
3	82	7,77	1285	0,500	0,822	9984	8556	4320	0,50
4	97	12,87	565	0,302	0,823	7277	5672	1723	0,30
5	107	17,40	248	0,268	0,822	4309	3308	887	0,27
6	117	22,74	109	0,339	0,820	2472	1962	665	0,34
7	131	31,92	48	0,304	0,827	1523	1186	361	0,30
8	145	43,29	21	0,438	0,847	909	746	327	0,44
9	158	67,05	9	0,148	0,739	603	455	67	0,15
10	166	77,76	4,3	0,089	0,928	334	226	20	0,09
11	171	85,00	1,7	0,087	0,887	145	100	9	0,09
12	176	92,68	0,7	0,084	0,693	65	49	4	0,08
13	181	100,81	0,35	0,066	0,665	35	26	2	0,08
14	185	107,64	0,15	0,066	0,665	19	14	1	0,07

По приведенным выше данным с использованием методики В. Риккера (Ricker, 1958), вычисляли численность леща в местах их скопления (1,3 га, открытая часть озера без высшей растительности в литорали). Вне скопления плотность рыб оказалась почти в 30 раз меньше. То же можно сказать и о других водоемах (Экосистема..., 1989). На основе средней численности леща в озере вычисляли биомассу, продукцию и *P/B*-коэффициент, как и для оз. Ормаярви (табл. 3).

Обсуждение

По темпу роста и размерам тела популяция леща оз. Ясхан относится к карликовым (Алиев, 1953; Хаберман, 1981). Лещи созревают уже при длине тела 7—8 см в возрасте 3 лет. Пятилетние особи этого озера отстают по весу от своих сородичей оз. Ормаярви в 7 раз и от лещей оз. Вуртсъярв в 6 раз, десятилетние в 13 и 5 раз соответственно. Лещи созревают в оз. Ормаярви в возрасте 7 лет, в оз. Вуртсъярв — 10—11 лет. В течение последних десятилетий темп роста и время созревания рыб в исследованных озерах изменились мало, так как резких изменений в их среде обитания не наблюдалось.

Карликовая форма леща возникла, по всей вероятности, в результате недостатка основной пищи — личинок хирономид. Кроме того, летом профундаль оз. Ясхан вообще становится непригодной для жизни, ибо там возникает сероводород. Биомасса бентоса выше лишь на участке площадью около 1,3 га, где на дне озера нет остатков растительности. Там и наблюдается скопление лещей. Кроме недостатка пищи, карликовость рыб обусловлена еще пищевой конкуренцией и малым влиянием хищных рыб. В ихтиоценозе по весу около 50% составляет лещ, около 25% сазан, высока также численность гамбузии — последние являются конкурентами леща. Из хищных рыб в этом озере в незначительном количестве водится сом, мало окуней, которые могут выполнять роль хищников.

Все показатели для леща оз. Вуртсъярв средние, однако численность остается высокой, несмотря на упразднение всех ограничений на его вылов. Темп роста несколько ускоряется в годы с исключительно высокими биомассами бентоса, прежде всего, личинок хирономид (например, в 1988 г.), при этом сильно возрастает жирность и упитанность лещей. В оз. Ормаярви лещ растет также средним образом, но быстрее, чем в оз. Вуртсъярв, несмотря на то что в первые годы жизни рост леща отстает от роста леща оз. Вуртсъярв из-за скудности зоопланктона. У старых лещей упитанность (по Кларк) и жирность высокие, мало аномалий и повреждений.

Общая смертность лещей в оз. Ясхан равнялась 0,56, в оз. Вуртсъярв — 0,513 и в оз. Ормаярви — 0,28, естественная смертность 0,348, 0,245 и 0,167 соответственно. Высокая естественная смертность лещей в оз. Ясхан обусловлена высокими температурами воды, малыми размерами рыб и их низкой упитанностью. Высокая промысловая смертность лещей в оз. Вуртсъярв вполне естественна, в связи с тем, что в других озерах постоянный профессиональный лов отсутствует. Интересно отметить, что средний вылов леща на сетесутки, проведенный нами, в оз. Ормаярви был в 7 раз больше (620 и 88 г), чем у местных рыболовов, хотя и использовались одинаковые сети.

Численность лещей в оз. Ясхан была очень высокой — 33 345 экз./га, в оз. Вуртсъярв составляла 4 518 экз./га и в оз. Ормаярви — 90 экз./га. Начальная биомасса была в оз. Ясхан 71,8, в Вуртсъярв 47,9 и в Ормаярви 5 кг/га. Начальная биомасса (B) была выше средней биомассы (\bar{B}) соответственно на 20,6, 6,7 и 1,9%.

Продукция лещей на гектар водоема составляла для оз. Ясхан 45,4, для оз. Вуртсъярв 31,1 и оз. Ормаярви 1,7 кг. По А. Ф. Алимову (1989), промысел лещей составляет в среднем 1/3 рыбопродукции. Для оз. Вуртсъярв это действительно так (вылов леща в последние годы достигает 11 кг/га), а в остальных двух озерах продукция леща не используется из-за отсутствия в них профессионального лова. Какую-то роль здесь играет и предпочтение рыболовами других видов, в результате чего не ставятся сети специально для лова лещей. Это частично объясняет и приведенную выше низкую эффективность вылова леща местными рыболовами.

Средний P/B -коэффициент для лещей оз. Ормаярви был равен 0,42, в оз. Вуртсъярв — 0,34 и оз. Ясхан — 0,36. Так как этот коэффициент с возрастом рыб уменьшается, было бы корректным сравнивать между собой одновозрастные популяции. Для рыб 13-летнего возраста P/B -коэффициент в оз. Ормаярви был равен 0,55, в оз. Вуртсъярв — 0,46, в оз. Ясхан — 0,36, для рыб 10-летнего возраста 0,68, 0,55 и 0,44 соответственно. М. Бигон и др. (1989) отмечают, что P/B -коэффициент имеет тенденцию снижаться в ходе сукцессии экосистемы. На основе нашего материала можно утверждать, что эта тенденция распространяема и на один вид (лещ) как компонент экосистемы. Однако имеются и противоположные высказывания (Vanse, Mosher, 1980): P/B находится в обратной зависимости от массы особей при достижении половозрелости. При сравнении разных популяций одного вида эта гипотеза не оказывается справедливой (в оз. Ормаярви лещи созревают начиная с веса 700 г, в оз. Вуртсъярв — 500 г, в оз. Ясхан — менее 10 г). По нашему мнению, P/B -коэффициент прежде всего зависит от темпа роста, который у леща слабо коррелируется со стадиями сукцессии озерных экосистем (Набертап, 1988) и временем достижения половозрелости.

Известный интерес представляет сравнение обмена веществ у леща в исследованных озерах. Используя температурную поправку Г. Т. Винберга (1983), находим, что траты на обмен веществ составляют у леща из оз. Ясхан 181,6, из оз. Вуртсъярв 124,5 и из оз. Ормаярви 6,8 кг/га.

Ассимилированная популяцией леща энергия составила в оз. Ясхан 226,9, в оз. Вуртсъярв 155,6 и в оз. Ормаярви 8,5 кг/га или соответственно 92,6, 63,5 и 3,5 кДж/м².

Согласно Ю. Одуму (1975), мерилем негентропии системы может служить отношение R/B , показывающее, сколько энергии требуется на сохранение жизнедеятельности одной единицы биомассы. Для оз. Ясхан это соотношение равно 3,18, для оз. Вуртсъярв — 2,79 и для оз. Ормаярви — 1,39. Чем меньше этот коэффициент, тем больше энергии остается для поддержания разнокачественности системы, ее разнообразия. Низкое соотношение R/B характерно для устойчивых систем.

Устойчивость популяции леща, вероятно, связана и с возрастной динамикой продукционного процесса. Биомасса леща наибольшая в оз. Ясхан в возрасте 1—2 лет, в оз. Вуртсъярв в возрасте 3 лет, в оз. Ормаярви в возрасте 6—8 лет. В оз. Ясхан на первом году жизни лещи производят более половины продукции, в оз. Вуртсъярв около 1/3, а в оз. Ормаярви лишь 1/17 — здесь основная продукция производится 5—6-летними лещами.

Сравнение исследованных озер показывает, что биомасса и продукция леща в мелководных и сильно эвтрофированных озерах больше, чем в глубоких эвтрофных озерах. Устойчивость популяции, наоборот, выше в озерах, находящихся на средних фазах трофической сукцессии.

Продукция леща в оз. Ясхан составляет 0,2%, в оз. Вуртсъярв 0,14% и в оз. Ормаярви 0,01% первичной продукции. Поток энергии через популяцию леща составляет, таким образом, в оз. Ясхан 0,78%, в оз. Вуртсъярв 0,57% и в оз. Ормаярви 0,04% первичной продукции.

Авторы благодарны научному сотруднику Института эволюционной морфологии и экологии животных АН СССР М. А. Снеткову за существенную помощь при постижении авторами премудростей ВПА и обработке данных. Авторы выражают благодарность научному сотруднику Института зоологии и ботаники АН Эстонии П. Ныгесу за представленные данные по оз. Ясхан.

ЛИТЕРАТУРА

- Алиев Д. С. 1953. Ихтиофауна пресноводных озер Западного Узбоя. — Тр. Мургабской гидробиол. станции, вып. 2, 5—75.
- Алимов А. Ф. 1989. Введение в продукционную гидробиологию. Ленинград.
- Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. 1989. Экология. Особи, популяции и сообщества, 2. Москва.
- Винберг Г. Г. 1983. Температурный коэффициент и уравнение Аррениуса в биологии. — Общая биология, 44, № 1, 31—42.
- Ныгес П. Л. 1987. Продукционная экология фитопланктона озера Вуртсъярв. Автореф. канд. дис. Тарту.
- Одум Ю. 1975. Основы экологии. Москва.
- Печников А. С., Терешенков И. И. 1986. Методические указания по сбору и обработке ихтиологического материала в малых озерах. Ленинград.
- Продукционно-биологические особенности и условия обитания рыб в озере Ясхан Туркменской ССР. 1981. Гидробиол. исследования, X. Таллинн.
- Саускан В. И., Остапенко А. Г. 1982. Опыт использования подводных наблюдений при траловой съемке. — Всесоюз. конф. по теории формирования численности и рационального использования стад промысловых рыб. Москва, 276—277.
- Снетков М. А. 1986. Реализация алгоритма виртуально-популяционного анализа запасов рыб с помощью микро-ЭВМ. — Деп. в ВИНТИ, Москва, № 5405—Б86.
- Снетков М. А. 1987. Анализ размерных когорт популяций рыб с помощью микро-ЭВМ. — Деп. в ВИНТИ, Москва, № 5935—В87.
- Снетков М. А. 1989. Простейшая основная подпрограмма виртуально-популяционного анализа запасов рыб. — Деп. в ВИНТИ, Москва, № 4300—В89.

- Хаберман Х. 1981. О характеристике и причинах возникновения карликовой формы леща. — В кн.: Продукционно-биологические особенности и условия обитания рыб в озере Ясхан Туркменской ССР. Гидробиол. исследования, X, Таллинн, 67—79.
- Хаберман Х. Х., Хаберман Э.-Ю. Х. 1989. Опыт многолетнего рыбохозяйственного использования крупного водоема на примере озера Выртсъярв. — Вопросы ихтиол., 4, 609—616.
- Экосистема озера Плещеево. 1989. Ленинград, 181—212.
- Balon, E. K., Coche, A. G. 1974. Lake Kariba: A man-made tropical ecosystem in Central Africa. Hague.
- Banase, K., Mosher, S. 1980. Adult body mass and production relationships of field population. — Ecol. monogr., 50, N 3, 355—379.
- Biro, P., Garadi, P. 1974. Investigations on the growth and population-structure of bream (*Abramis brama* L.) at different areas of Lake Balaton. The assessment of mortality and production. — Ann. Biol. Tihany, 41, 153—179.
- Goldspink, C. R. 1978. The population density, growth rate and production of bream, *Abramis brama*, in Tjeukemeer, the Netherlands. — J. Fish. Biol., 13, N 4, 499—517.
- Granado, C., Garcia Novo, F. 1986. Biomasa y producción de la ictiofauna en un embalse reciente. — Oecologia aquatica, 8, 133—138.
- Haberman, H. 1988. Changes in bream, *Abramis brama*, during lake succession. Dynamics and ecology of wetlands and lakes in Estonia. Tallinn, 205—215.
- Ilmavirta, V., Ilmavirta, K., Kotimaa, A.-L. 1974. Phytoplanktonic primary production during the summer stagnation in the eutrophicated lakes Lovojärvi and Ormajärvi, southern Finland. — Ann. bot. fennici, 11, 121—132.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. — J. Cons. int. Explor. Mer., 39, N 2, 175—192.
- Ricker, W. E. 1946. Production and utilization of fish populations. — Ecol. monogr., 16, 373—391.
- Ricker, W. E. 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. — Bull. Fish. Res. Board Can., 119.

Поступила в редакцию
12/XI 1990

Henn HABERMAN, Ain JÄRVALT, Jaakko SYRJAMÄKI

LATIKA OSATÄHTSUS ERINEVATE JÄRVEDE PRODUKTSIOONIPROTSSESSIS

On uuritud latika osatähtsust Ormajärvis (Soome), Võrtsjärve (Eesti) ja Jashani järve (Turkmeenia) kalasaakides, kalaproduktiivsuses ja energiavoos.

Latika üldine suremus oli Jashanis 0,56, Võrtsjärves 0,513 ja Ormajärvis 0,28, looduslik suremus vastavalt 0,348, 0,245 ja 0,167. Latika arvukus oli Jashanis 33 345 eks./ha, Võrtsjärves 4518 eks./ha ja Ormajärvis 90 eks./ha, algiomass vastavalt 71,8, 47,9 ja 5 kg/ha. Latika hektariproduksioon oli Jashanis 45,4, Võrtsjärves 31,1 ja Ormajärvis 1,7 kg. 10-aastaste latikate P/B-koefitsient oli Ormajärvis 0,68, Võrtsjärves 0,55 ja Jashanis 0,44. Latikapopulatsiooni poolt assimileeritav energia ($A=R+P$) moodustas Jashanis 92,6, Võrtsjärves 63,5 ja Ormajärvis 3,5 kJ/m². Ühe biomassi ühiku elutegevuse alalhoidmiseks (koefitsient R/B) kulus latikal Jashanis 3,18, Võrtsjärves 2,79 ja Ormajärvis 1,39 ühikut energiat. Latika produktsioonist moodustus Jashanis esimesel eluaastal enam kui pool, Võrtsjärves umbes $\frac{1}{3}$, Ormajärvis $\frac{1}{17}$ — viimases tekib produktsiooni põhiosa 5.—6. eluaastal.

Latika biomass ja produktsioon olid madalates ja tugevasti eutrofeerunud järvedes suuremad kui sügavates eutroofsetes järvedes. Populatsiooni püsivus või negentroopia määr E. Odumi järgi (Одум, 1975) on seevastu suurem järvede troofilise suksessiooni keskmistel astmetel.

Energiavoog, mis läbis latikapopulatsiooni, moodustas järve primaarproduktsioonist Jashanis 0,78%, Võrtsjärves 0,57% ja Ormajärvis 0,04%.

THE ROLE OF THE BREAM IN THE PRODUCTION PROCESS OF DIFFERENT LAKES

The role of the bream in the catches, fish productivity and energy flow of Lake Ormajärvi (Finland), Lake Võrtsjärv (Estonia) and Lake Jashan (Turkmenia) has been studied.

The total mortality of the bream in L. Jashan was 0.56 in L. Võrtsjärv 0.513 and in L. Ormajärvi 0.28; the natural mortality was 0.348, 0.245 and 0.167, respectively. The abundance of the bream in L. Jashan was 33345 sp./ha, in L. Võrtsjärv 4518 sp./ha and in L. Ormajärvi 90 sp./ha; the initial biomass was 71.8, 47.9 and 5 kg/ha, respectively. The production of the bream per hectare in L. Jashan was 45.4 kg, in L. Võrtsjärv 31.1 kg and in L. Ormajärvi 1.7 kg. The P/B coefficient of 10-year-old breams in L. Ormajärvi is 0.68, in L. Võrtsjärv 0.55 and in L. Jashan 0.44. The energy assimilated by the bream population ($A=R+P$) in L. Jashan amounts to 92.6 kJ/m², in L. Võrtsjärv 63.5 kJ/m² and in L. Ormajärvi 3.5 kJ/m². For the maintenance of vital activity of one biomass unit (coefficient R/B) it takes a bream 3.18 energy units in L. Jashan, 2.79 in L. Võrtsjärv and 1.39 in L. Ormajärvi. During the first year more than a half of the bream production is formed in L. Jashan, about $1/3$ in L. Võrtsjärv, $1/17$ in L. Ormajärvi (here the bulk of the production is formed during the 5th or 6th year of life).

The biomass and production of the bream are greater in shallow strongly eutrofied lakes than in deep eutrophic lakes. The stability of the population or the measure of negentropy after E. Odum (Одум, 1975) is, however, greater in the intermediate stages of the trophic succession of lakes.

The energy flow passing through the bream population makes 0.78% of the primary production in L. Jashan, 0.57% in L. Võrtsjärv, and 0.04% in L. Ormajärvi.