

УДК 597.585.2-113.4 (268.4)

**Биологическое обоснование минимальной промысловой длины
окуня-клювача (*Sebastes mentella* Travin)
как меры регулирования промысла**

К.В. Древетняк (ПИНРО)

**Biological substantiation of minimum *Sebastes mentella*
commercial size as a measure of fishery regulation**

K.V. Drevetnyak (PINRO)

The paper is aimed at substantiating minimal commercial size for *S.mentella* from the Barents and Norwegian Seas. For this purpose, the rates of linear and weight growth and sexual maturation were analyzed, the biomass at age of hypothetical year-class was calculated.

Окунь-клювач (*Sebastes mentella* Travin) – важный объект промысла в Баренцевом море. Среднемноголетний отечественный вылов этого вида за период 1952–2002 гг. составлял 35.3 тыс.т, в отдельные периоды (1976 г.) он достигал 230.8 тыс.т. После интенсивной эксплуатации запас окуня-клювача Баренцева и Норвежского морей в конце XX века стабилизировался на низком уровне (Древетняк, 1998; Anon, 2002). В настоящее время существует проблема восстановления численности этого вида и организации его рационального использования.

В рыбохозяйственной практике применяют следующие меры регулирования промышленного рыболовства: лимитирование вылова, ограничение размера ячеи в орудиях лова, установление минимальной промысловой длины рыб, введение запрета на их промысел в определенных районах и на определенные сроки и определение допустимых норм прилова маломерных рыб. Наибольший положительный эффект от перечисленных мер возможен только при их совместной комплексной реализации. Однако на практике лишь некоторые из перечисленных мер применяются для регулирования промысла окуня-клювача, тогда как другие либо существуют теоретически, либо только разрабатываются.

Исследования селективности показали, что наиболее эффективным для облова скоплений окуня-клювача является трал с ячеей 100 мм (Konstantinov et al., 1983). С 1 января 1983 г. Норвегия разрешила отечественному промысловому флоту вести специализированный промысел окуня-клювача в своей экономической зоне («mentella box») донными и пелагическими тралами с ячеей 100 мм. С 2000 г. Смешанная Российско-Норвежская комиссия по рыболовству ввела допустимый прилов молоди морских окуней на промысле креветки. Но наиболее эффективной мерой регулирования промысла окуня-клювача норвежскобаренцевоморской популяции является биологически обоснованное лимитирование вылова, которое достигается определением оптимального уровня эксплуатации запаса (Древетняк, 1999).

Цель настоящей работы – обоснование минимальной промысловой меры для окуня-клювача Баренцева и Норвежского морей.

Материал и методика

В работе были использованы данные, полученные при оценке запаса окуня-клювача норвежскобаренцевоморской популяции в апреле – мае 1992–2001 гг. (Древетняк, 1998; Drevetnyak, 1993). Сбор ихтиологического материала выполняли донными и пелагическими тралами с ячеей сетного полотна 100 мм и вставкой дели в кутке мешка с шагом ячей 8 мм. Работы проводились в соответствии с инструкциями, принятыми в ПИНРО (Инструкция и методические рекомендации ..., 2001).

Темп линейного роста и роста массы тела был проанализирован у 8838 экз. окуня-клювача. Линейный прирост и прирост массы тела определяли как разность между средней длиной (средней массой) рыб двух смежных размерных или годовых классов. Относительный прирост (%), характеризующий интенсивность роста рыбы (Васнецов, 1934; Шмальгаузен, 1935; Брюзгин, 1969), вычисляли по методу В.В. Васнецова (1934, 1953) и В.Л. Брюзгина (1960, 1969), используя формулу

$$C_n = (H_n - H_{n-1}) / H_{n-1} \times 100, \quad (1)$$

где n – возраст или размерный класс; C_n – относительный прирост, %; H_n – длина или масса в возрасте n или масса размерного класса n , см или г; H_{n-1} – длина или масса в возрасте $n-1$ или масса размерного класса $n-1$, см или г.

Стадии зрелости половых продуктов определяли по шкале зрелости, разработанной В.П. Сорокиным (Инструкция и методические рекомендации ..., 2001; Сорокин, Шестова, 1988), – для самок 9-балльная шкала, а для самцов 6-балльная. К половозрелым особям относили всех рыб, имеющих гонады в III стадии зрелости и выше.

Возраст окуня-клювача определяли по отолитам. Отолиты перед просмотром разрезали на две части и обжигали (Anon, 1991; 1996).

Для определения численности поколения в разном возрасте и динамики ихтиомассы по мере его взросления использовались следующие формулы:

$$\text{экспоненциальной убыли} \quad N_{t+1} = N_t \cdot \exp(-M) \quad (2)$$

$$\text{динамики роста массы тела} \quad B_{t+1} = N_{t+1} \cdot W_{t+1}, \quad (3)$$

где B_{t+1} – биомасса гипотетического поколения окуня-клювача в возрасте $t+1$; N_{t+1} – численность гипотетического поколения окуня-клювача в возрасте $t+1$; N_t – численность гипотетического поколения окуня-клювача в возрасте t ; W_{t+1} – средняя масса одного экземпляра окуня-клювача в возрастной группе $t+1$; M – мгновенный коэффициент естественной смертности.

В расчетах использовалось несколько значений M – от 0.11 до 0.14 (Rikhter, 1987).

Результаты

Максимальные абсолютные и относительные линейные приросты наблюдаются у рыб в возрасте до 10-ти лет – 1.6–4.1 см и 5.6–29.8% соответственно (табл. 1). Замедление линейного роста у окуня-клювача происходит в возрасте 11-ти лет и старше, когда абсолютные и относительные приросты уменьшаются до 0.5–1.8 см и 1.2–5.1% соответственно (табл. 1).

Абсолютные приросты массы тела минимальны у неполовозрелых особей и достигают максимума у рыб старших возрастов. По нашим данным, средний абсолютный прирост массы тела у окуня-клювача в возрасте 4–10 лет составил 39.9 г, а у рыб в возрасте 11–23 лет – 66.9 г. В то же время относительные приросты массы тела окуня-клювача, которые характеризуют интенсивность весового роста рыб, были максимальными у особей младших возрастов. У *S. mentella* в возрасте 4–10 лет относительные приросты массы изменялись от 18.7 до 103.1%, в среднем составляли 40.6%, а у особей в возрасте 11–23 лет колебались от 0.7 до 19.8%, в среднем составляя 11.1% (табл. 2). Относительные приросты массы тела у рыб размером до 30 см в среднем составили 16%, что в два раза выше, чем у более крупных (табл. 3).

Таблица 1. Средняя длина, абсолютный и относительный линейный прирост окуня-клевача в разном возрасте (по данным 1992–2001 гг.)

Возраст, годы	Средняя длина, см	Прирост, см	Относительный прирост, %	Число особей, экз.
3	13.8			24
4	17.9	4.1	29.8	67
5	19.3	1.5	8.1	64
6	21.2	1.9	9.8	167
7	24.3	3.1	14.6	359
8	26.2	1.9	7.6	423
9	27.9	1.7	6.5	444
10	29.4	1.6	5.6	588
11	30.9	1.5	5.1	574
12	32.2	1.3	4.0	419
13	33.4	1.2	3.7	540
14	34.6	1.2	3.6	526
15	35.9	1.4	3.9	481
16	37.2	1.3	3.5	337
17	38.6	1.5	3.9	272
18	40.0	1.4	3.5	149
19	41.8	1.8	4.6	106
20	43.6	1.8	4.3	57
21	44.5	0.9	2.1	40
22	45.1	0.5	1.2	26
23	45.9	0.9	1.9	11

Таблица 2. Средняя масса, абсолютный и относительный прирост массы тела окуня-клевача в разном возрасте (по данным 1992–2001 гг.)

Возраст, годы	Средняя масса, г	Прирост массы, г	Относительный прирост массы, %	Число особей, экз.
3	32			24
4	65	33.0	103.1	67
5	88	22.5	34.6	64
6	117	29.0	33.1	167
7	181	64.0	54.9	359
8	219	38.0	21.1	423
9	259	40.5	18.5	444
10	308	48.5	18.7	588
11	357	49.5	16.1	574
12	404	46.5	13.0	419
13	447	43.5	10.8	540
14	510	63.0	14.1	526
15	586	76.0	14.9	481
16	644	57.5	9.8	337
17	745	101.0	15.7	272
18	822	77.0	10.3	149
19	984	162.5	19.8	106
20	1098	113.5	11.5	57
21	1145	47.5	4.3	40
22	1188	42.5	3.7	26
23	1196	8.5	0.7	11

Таблица 3. Абсолютный и относительный прирост массы тела окуня-клевача по мере увеличения его размеров (по данным 1992–2001 гг.)

Длина, см	Средняя масса, г	Прирост массы, г	Относительный прирост массы, %	Число собей, экз.
12	23.8			3
13	24.6	0.8	3.4	10
14	34.4	9.9	40.1	6
15	41.5	7.1	20.6	12
16	48.1	6.6	15.9	8
17	58.7	10.6	21.9	33
18	66.8	8.2	13.9	35
19	76.5	9.7	14.4	32
20	94.8	18.3	23.9	59
21	114.2	19.5	20.5	61
22	127.9	13.7	12.0	81
23	145.4	17.5	13.6	105
24	171.4	26.0	17.9	128
25	199.6	28.3	16.5	200
26	221.6	22.0	11.0	246
27	240.5	18.9	8.6	285
28	267.9	27.4	11.4	449
29	298.3	30.4	11.3	423
30	329.1	30.8	10.3	589
31	363.0	33.9	10.3	516
32	402.3	39.3	10.8	687
33	446.5	44.2	11.0	667
34	496.4	49.9	11.2	800
35	548.8	52.4	10.6	838
36	612.4	63.6	11.6	585
37	654.4	42.1	6.9	494
38	704.5	50.1	7.7	413
39	778.9	74.4	10.6	226
40	834.8	55.9	7.2	187
41	917.5	82.7	9.9	137
42	987.7	70.3	7.7	155
43	1073.9	86.2	8.7	122
44	1150.9	76.9	7.2	102
45	1212.2	61.3	5.3	90
46	1256.2	44.0	3.6	37
47	1398.2	142.1	11.3	13
48	1429.2	31.0	2.2	4

Созревание окуня-клевача происходит в возрасте от 7 до 18 лет (рис. 1, А) при длине тела от 27 до 40 см (см. рис. 1, Б).

По мнению В.Л. Брюзгина (1972), максимальная продуктивность от промысловых популяций рыб может быть получена только при использовании той части популяции, которая уже участвовала в нересте. С учетом растянутости полового созревания окуня-клевача норвежско-баренцевоморской популяции рациональ-

ный промысел должен базироваться на особях старше 10-ти лет и размером более 30 см. Именно в таком возрасте и при таких размерах (возраст — 12 лет, длина — 32 см) 50% рыб становятся половозрелыми. Л.М. Шестова (1976) по нерестовым меткам определяла количество выметов личинок у самок окуня-клювача, по ее данным, к 12-летнему возрасту часть рыб участвует в нерестах несколько раз.

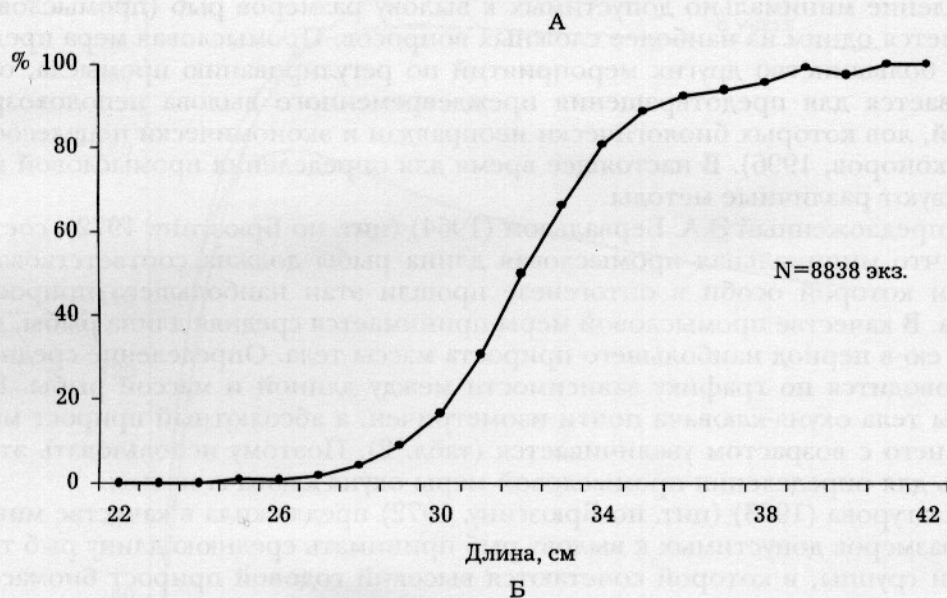
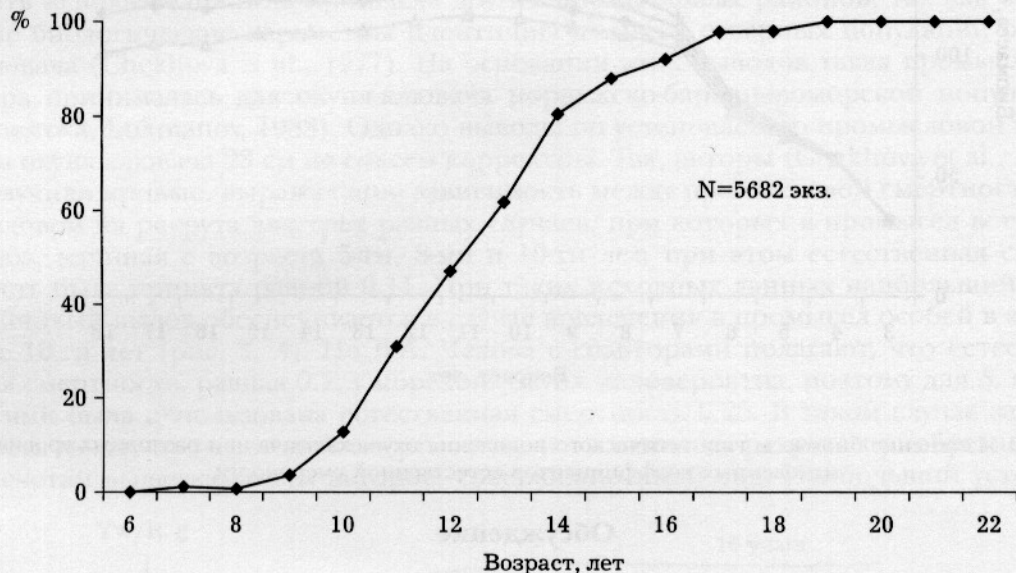


Рис. 1. Огиба половозрелости окуня-клювача по возрастам (А) и по длине (Б) без разделения по полу (по данным за 1992–2001 гг.)

Л.С. Бердичевский (1961, 1969) и П.В. Тюрин (1963) отмечали, что промысел рыбы целесообразно начинать тогда, когда ее популяция дает наибольший прирост ихтиомассы. По нашим расчетам, при $M = 0.11-0.12$ максимальный темп прироста биомассы поколения окуня-клювача наблюдается до 10–11-летнего возраста. Биомасса поколения в возрасте от 3-х до 10-ти лет увеличилась более чем на 300%, а в возрасте от 10-ти до 17-ти лет прирост биомассы составил только 10%. При $M = 0.13-0.14$ максимальная биомасса окуня-клювача гипотетического поколения отмечается в возрасте 10–11 лет, что соответствует длине рыбы около 30 см (рис. 2).

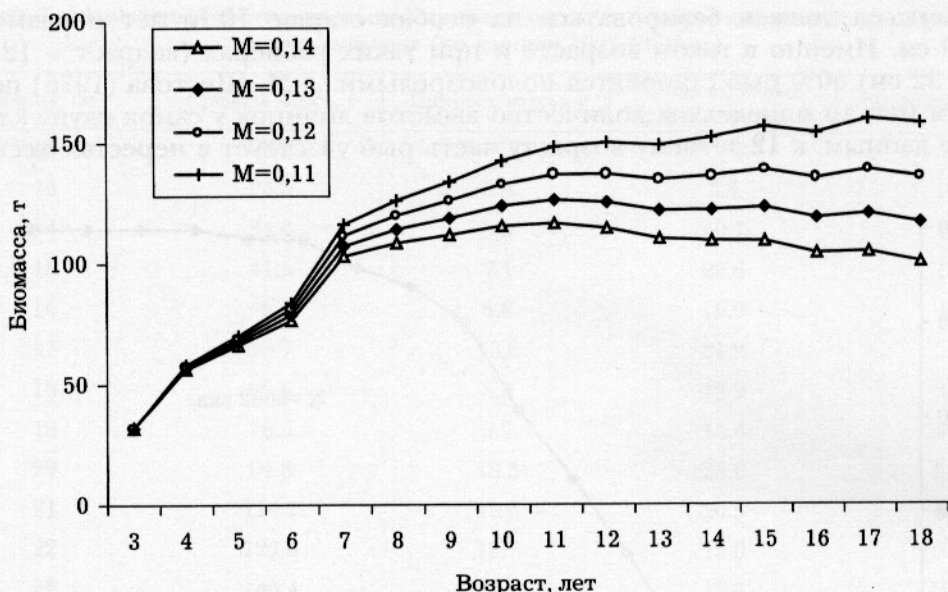


Рис. 2. Изменение биомассы гипотетического поколения окуня-клювача при различных уровнях мгновенных коэффициентов естественной смертности

Обсуждение

Определение минимально допустимых к вылову размеров рыб (промысловая мера) является одним из наиболее сложных вопросов. Промысловая мера предопределяет большинство других мероприятий по регулированию промысла, она устанавливается для предотвращения преждевременного вылова неполовозрелых особей, лов которых биологически неоправдан и экономически нецелесообразен (Никоноров, 1996). В настоящее время для определения промысловой меры существуют различные методы.

Метод, предложенный Э.А. Бервальдом (1964) (цит. по Брюзгину, 1972), состоит в том, что минимальная промысловая длина рыбы должна соответствовать длине, при которой особи в онтогенезе прошли этап наибольшего прироста массы тела. В качестве промысловой меры принимается средняя длина рыбы, достигаемая ею в период наибольшего прироста массы тела. Определение средней длины проводится по графику зависимости между длиной и массой рыбы. Но рост массы тела окуня-клювача почти изометричен, а абсолютный прирост массы тела у него с возрастом увеличивается (табл. 2). Поэтому использовать этот показатель для определения промысловой меры окуня-клювача нельзя.

М.В. Балагурова (1963) (цит. по Брюзгину, 1972) предложила в качестве минимальных размеров допустимых к вылову рыб принимать среднюю длину рыб той возрастной группы, в которой сочетаются высокий годовой прирост биомассы на единицу массы рыбы с высокой индивидуальной плодовитостью. Но на практике для установления промысловой меры автор метода использовала только величины индивидуальной плодовитости. А поскольку самая высокая плодовитость у окуня-клювача наблюдается в возрасте 20-ти лет при длине 41 см (Drevetnyak, Gusev, 1996), то использование показателя М.В. Балагуровой ведет к завышению промысловой меры для эксплуатируемого запаса.

Метод, основанный на генеративных свойствах возрастных групп рыб, был разработан В.Н. Жукинским (1964) (цит. по Брюзгину, 1972). Экспериментальным путем было установлено, что наилучшие оплодотворяемость икры и выживание личинок многих видов рыб наблюдаются у повторно нерестующих особей. На этом основании автор предложил в качестве промысловой меры применять среднюю длину половозрелых самок старшей возрастной группы. Применение такой меры, по его мнению, могло бы намного повысить эффективность нереста, и соответственно, повысить численность и промысловую биомассу популя-

ции. Применительно к окуню-клювачу, у которого половое созревание заканчивается в возрасте 18-ти лет при длине 40 см, эта методика не может быть использована (см. рис. 1).

В работе В.А. Чеховой с соавторами (Chekhova et al., 1977) приводится биологическое обоснование минимальной промысловой меры (21–23 см) для окуня-клювача в районе Восточной Гренландии. Промысловая мера 21–23 см может быть использована и на промысле других промысловых районов, так как основные биологические параметры идентичны для всех северных популяций окуня-клювача (Chekhova et al., 1977). На основании этих выводов такая промысловая мера принималась для окуня-клювача норвежско-баренцевоморской популяции (Shestova, Lukmanov, 1983). Однако выводы по установлению промысловой меры для окуня-клювача 23 см не совсем корректны. Так, авторы (Chekhova et al., 1977) получили кривые, выражающие зависимость между промысловой смертностью и выловом на рекрута для трех разных случаев, при которых в промысел вступает рыба, начиная с возраста 5-ти, 8-ми и 10-ти лет, при этом естественная смертность была принята равной 0.11. При таких исходных данных наибольший и устойчивый вылов обеспечивается в случае вовлечения в промысел особей в возрасте 10-ти лет (рис. 3, А). Но В.А. Чехова с соавторами полагают, что естественная смертность, равная 0.1, у морского окуня маловероятна, поэтому для *S. mentella* ими была использована естественная смертность 0.25. В таком случае зависимость между промысловой смертностью и выловом на рекрута приобретает, по расчетам вышеуказанных авторов, совершенно иной вид. Наибольший устойчи-

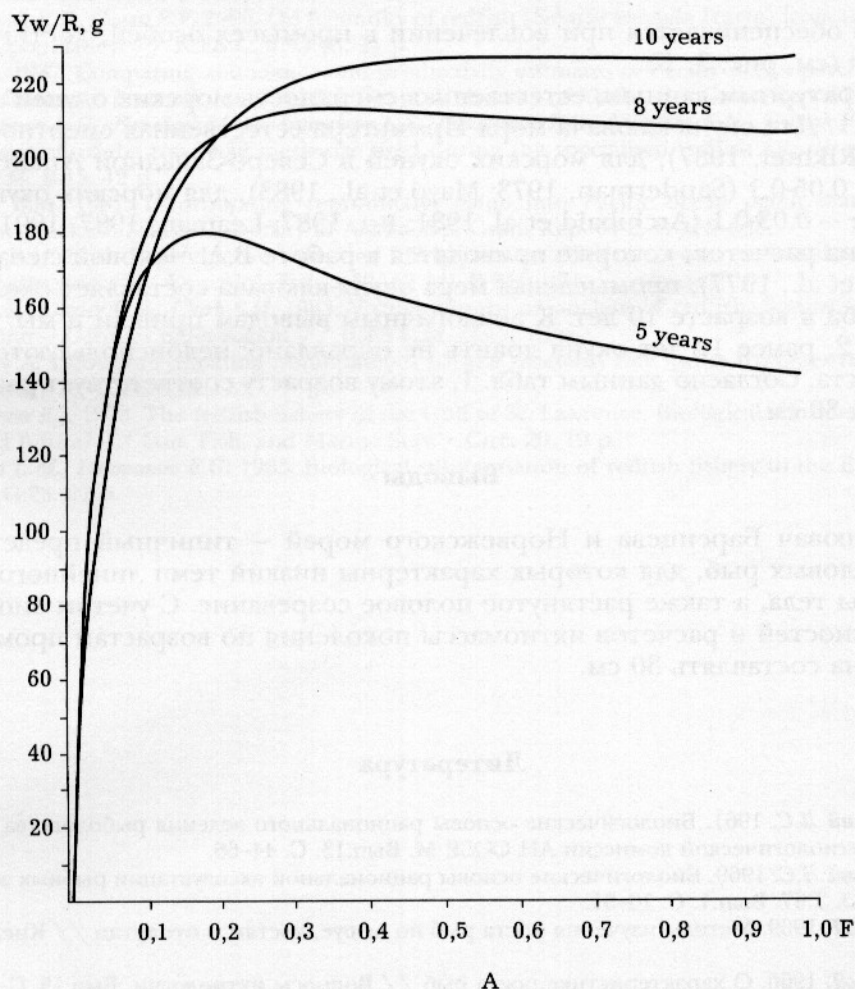


Рис. 3. Улов на рекрута (г) окуня-клювача в районе Восточной Гренландии, представленный как функция промысловой смертности, для ситуаций, когда рыба вступает в промысел в возрасте 5, 8 и 10 лет. Естественная смертность принята равной 0.11 (А) и 0.25 (Б) (Chekhova et al., 1977)

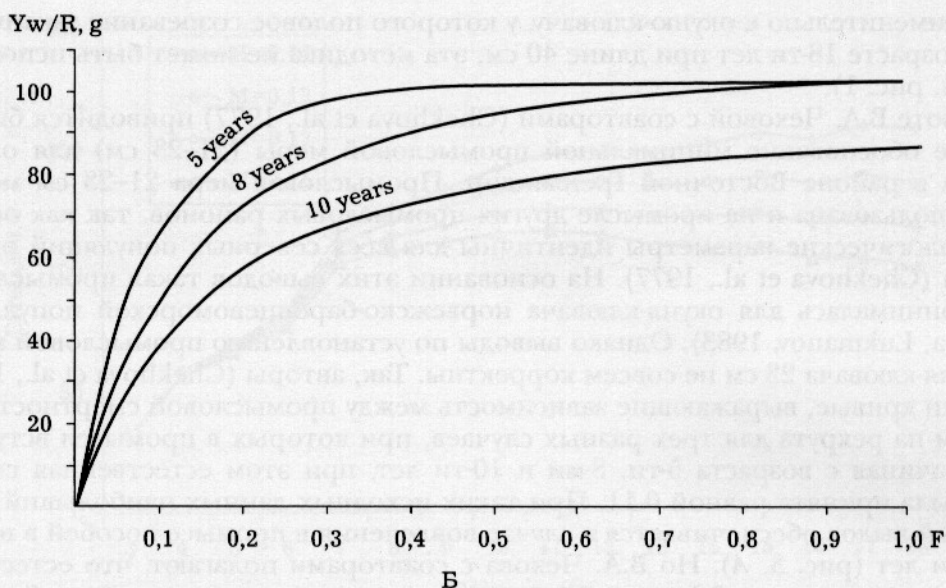


Рис. 3. Окончание. Улов на рекрута (г) окуня-клювача в районе Восточной Гренландии, представленный как функция промысловой смертности, для ситуаций, когда рыба вступает в промысел в возрасте 5, 8 и 10 лет. Естественная смертность принята равной 0.25 (Б) (Chekhova et al., 1977)

вый вылов обеспечивается при вовлечении в промысел особей, достигших возраста 5 лет (см. рис. 3, Б).

По литературным данным, естественная смертность морских окуней составляет около 0.1. Для окуня-клювача моря Ирмингера естественная смертность была 0.11–0.14 (Rikhter, 1987), для морских окуней в Северо-Западной Атлантике она составляет 0.05–0.1 (Sanderman, 1973; Mayo et al., 1983), для морских окуней в Тихом океане — 0.03–0.1 (Archibald et al. 1981; Ito, 1987; Leaman, 1987, 1991).

Исходя из расчетов, которые приводятся в работе В.А. Чеховой с соавторами (Chekhova et al., 1977), промысловая мера окуня-клювача составляет около 30 см, т.е. это рыба в возрасте 10 лет. К аналогичным выводам пришли и мы. Как видно из рис. 2, ранее 10 лет окуня ловить не оправдано: недоиспользуются потенции его роста. Согласно данным табл. 1, этому возрасту соответствует размер окуня, равный 30 см.

Выводы

Окунь-клювач Баренцева и Норвежского морей — типичный представитель длиннопериодических рыб, для которых характерны низкий темп линейного роста и роста массы тела, а также растянутое половое созревание. С учетом биологических особенностей и расчетов ихтиомассы поколения по возрастам промысловая мера должна составлять 30 см.

Литература

- Бердичевский Л.С.* 1961. Биологические основы рационального ведения рыболовства // Труды совещания ихтиологической комиссии АН СССР. М. Вып.13. С. 44–66.
- Бердичевский Л.С.* 1969. Биологические основы рациональной эксплуатации рыбных запасов // Труды ВНИРО. Т.67. Вып.1. С. 10–31.
- Брюзгин В.Л.* 1969. Методы изучения роста рыб по чешуе, костям и отолитам // Киев: Наукова думка. 188 с.
- Брюзгин В.Л.* 1960. О характеристике роста рыб // Вопросы ихтиологии. Вып.15. С. 75–91.
- Васнецов В.В.* 1934. Опыт сравнительного анализа линейного роста семейства карповых // Зоологический журнал. Т.13. № 3. С. 540–584.
- Васнецов В.В.* 1953. О закономерностях роста рыб // Очерки по общим вопросам ихтиологии. М.Л. С. 218–226.

Древетяк К.В. 1998. Современное состояние запаса окуня-клевача норвежско-баренцевоморской популяции // Материалы отчетной сессии ПИНРО по итогам научно-исследовательских работ в 1996–1997 гг. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С. 7–14.

Древетяк К.В. 1999. Оптимизация интенсивности промысла окуня-клевача норвежско-баренцевоморской популяции // Биология и регулирование промысла донных рыб Баренцева моря и Северной Атлантики. Сборник научных трудов ПИНРО. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С. 20–27.

Инструкция и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в районах исследований ПИНРО. 2001. Мурманск: Изд-во ПИНРО. 291 с.

Никонов И.В. 1996. Экология и рыбное хозяйство. М.: Экспедитор. 256 с.

Сорокин В. П., Шестова Л. М. 1988. Рост и половое созревание окуня-клевача норвежско-баренцевоморского стада // Биология рыб в морях Европейского Севера. Сборник научных трудов ПИНРО. Мурманск. С. 97–111.

Торин П.В. 1963. Биологические обоснования регулирования рыболовства на внутренних водоемах // М.: Пищепромиздат. 120 с.

Шестова Л. М. 1976. О наступлении половой зрелости окуня-клевача Баренцева и Норвежского морей // Труды ПИНРО. Вып.37. С. 35–42.

Шмальгаузен И.И. 1935. К вопросу о методике сравнительного анализа роста рыб // Зоологический журнал. Т. 14. Вып.4. С. 25–39.

Anon. 1991. Report of the Workshop on Age Determination of Redfish // ICES C.M. G.79. 18 p.

Anon. 1996. Report of the Workshop on Age Reading of *Sebastes* spp. // ICES C.M. G.1. 53 p.

Anon. 2002. Report of the Arctic Fisheries Working Group // CES C.M. ACFM.18. 451 p.

Archibald C.P., Shaw W., Leaman B.M. 1981. Growth and mortality estimates of rockfishes (Scorpenidae) from B.C. coastal waters, 1977-1979 // Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. № 1048. 57 p.

Chekhova V.A., Konstantinov K.G., Shafran I.S., 1977. On the age contingent of catches of beaked redfish (*Sebastes mentella* Travin) // ICNAF Res. Doc. 77/VI/3. Serial No. 5003. 9 p.

Drevetnyak K.V. 1993. Russian investigations of redfish (*Sebastes mentella* Travin) from the Norwegian-Barents Sea stock in 1992 // ICES C.M. G.61. 11 p.

Drevetnyak K.V., Gusev E.V. 1996. On fecundity of redfish (*Sebastes mentella* Travin) from the Norwegian-Barents sea population // ICES C.M. G.43. 11 p.

Ito D.H. 1987. Comparing abundance and productivity estimates of Pacific ocean perch in waters off the United States // Proceed. Int. Rockfish Symp. -University of Alaska. Sea Grant Rep. 87-2. P. 287–298.

Konstantinov K.G., Kovalenko V.G., Lugovaya L.S., Lukmanov E.G., Nikeshin K.N., Tretyak V.L. 1983. Data for substantiation of the trawl bag mesh size used during the specialised redfish *Sebastes mentella* fishery // ICES C.M. B.13. 42 p.

Leaman B.M. 1987. Incorporating reproductive value into Pacific ocean perch management // Proceed. Int. Rockfish Symp. University of Alaska. Sea Grant Rep. 87-2. P. 355–368.

Leaman B.M. 1991. Reproductive styles and life history variables relative to exploitation and management of *Sebastes* stocks // Env. Biol. Fish. v.30, № 1-2. P. 253–271.

Mayo R.K., Dozier U.B., Clark S.H. 1983. Virtual population analysis of redfish, *Sebastes fasciatus*, in the Gulf of Maine – Georges Bank region // ICES C.M. G.49. 16 p.

Rikhter V.A. 1987. On estimating instantaneous natural mortality rate in the Irminger redfish (*Sebastes mentella* Travin) // ICES C.M. G.27. 16 p.

Sanderman E.J. 1973. The redfish fishery of the Gulf of St. Lawrence. Biological considerations – past, present and future? // Can. Fish. and Marine Serv. – Circ. 20. 19 p.

Shestova L.M., Lukmanov E.G. 1983. Biological substantiation of redfish fishery in the Barents Sea // ICES C.M. G:23. 21 p.