

УДК 597-113.9:113.4

О СВЯЗИ ЛИНЕЙНОГО РОСТА РЫБ С СОЗРЕВАНИЕМ

Г.А. Богданов (ВНИРО)

Еще в 30-е годы В.В. Васнецов [1934] и И.И. Шмальгаузен [1935] сообщали о найденной с использованием относительных показателей периодичности темпа линейного роста рыб. В.В. Васнецов отмечал связь периодичности скорости роста с наступлением половой зрелости и старения рыбы.

Г.В. Никольский [1965] писал, что представления о росте как только о постепенном процессе и попытке построения единого для всего онтогенеза уравнения роста являются бесплодными. При этом он ссылаясь на работы В.В. Васнецова, И.И. Шмальгаузена и ряда зарубежных исследователей, показавших, что кривая роста распадается на ряд отрезков, подчиняющихся своим закономерностям. Здесь же Г.В. Никольский указывает на связь созревания рыб не с возрастом, а с определенными размерами. По его мнению, зависимость времени наступления половой зрелости от скорости роста рыб свидетельствует о том, что у рыб, не достигших зрелости, значительная часть поступающих в организм пищевых ресурсов идет на увеличение их размеров. Он пишет: «Рост рыб в длину до достижения ими половой зрелости в значительно большей степени зависит непосредственно от обеспеченности пищей в данное время, чем после достижения половозрелости» [1965].

Н.И. Чугунова [1959, 1961], обсуждая закономерности роста рыб, указывала со ссылкой на В.В. Васнецова на существование в жизни рыб периодов быстрого роста — до достижения половой зрелости и периода замедленного роста — после созревания, и особенно в период старения.

Довольно подробно на периодичности роста рыб останавливаются М.В. Мина и Г.А. Клевезаль [1976]. При этом обсуждаются мнения некоторых авторов о том, что созревание не всегда влияет на темп роста, что периодичность роста обусловлена не созреванием, а факторами среды или же вообще «...представляет собой вымысел авторов, стремящихся подвести реальные кривые роста под заранее приготовленные уравнения».

Однако М.В. Мина и Г.А. Клевезаль отмечают, что для особей многих популяций рыб, в частности представителей семейства карповых, характерно наличие двух периодов роста — до и после наступления половой зрелости. Т.Ф. Качина [1981] в своей работе по сельдям Берингова моря пишет «...как и у большинства рыб, у сельди высокий темп роста отмечается до первого созревания, после чего резко падает». Таким образом, складывается представление, что наличие таких периодов у рыб является правилом, а их отсутствие — исключением.

Однако, проводя исследования по некоторым тихоокеанским сельдям и треске, мы, вопреки ожиданиям, не нашли указанной периодичности роста. Это и побудило нас провести по возможности обстоятельный анализ на достаточно большом количестве видов и популяций рыб, чтобы определить, что же является правилом, а что — исключением.

Учитывая, что В.В. Васнецов [1934] пришел к заключению о наличии периодичности роста рыб и ее связи с созреванием, используя данные по представителям карповых, мы решили начать проверку того, насколько закономерна эта

периодичность, также с представителей семейства карповых. Для упрощения нашей задачи и для обеспечения элемента случайности в выборе объектов мы воспользовались для анализа материалами из книги Г.В. Никольского «Рыбы бассейна Амура» [1956], а также из атласа «Промысловые рыбы СССР» [1949, в дальнейших ссылках — Атлас].

В качестве показателя скорости линейного роста мы решили использовать предложенный В.В. Васнецовым [1934] показатель «характеристики роста», поскольку именно при использовании последнего В.В. Васнецов нашел обсуждаемую периодичность роста.

Представляются достаточно логичными упомянутые выше рассуждения Г.В. Никольского [1965], схематично объясняющие механизм влияния созревания на скорость роста, — до созревания получаемые с пищей ресурсы расходуются на энергетические затраты и на рост рыбы, а с началом созревания часть ресурсов, использовавшаяся на рост, уходит на формирование половых продуктов. За счет этого после созревания снижается скорость роста. Если это так, то снижение скорости роста рыб должно наблюдаться в год, предшествующий первому нересту. Скорее всего, оно сможет проявляться в год перед массовым созреванием. На используемых для анализа кривых скорости роста рыб стрелками показан возраст первого нереста (если массовое созревание происходит не в один год, то стрелок две).

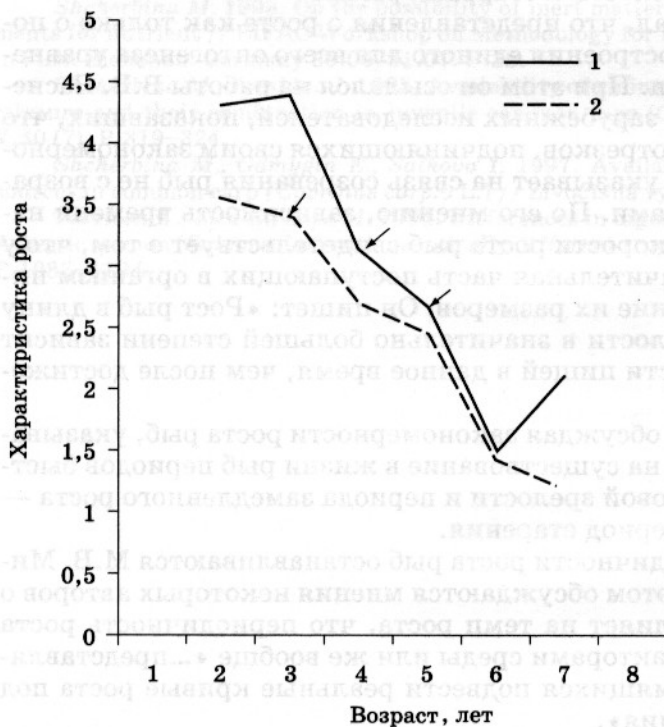


Рис. 1. Динамика скорости роста серебряного карася (1) и амурского чебака (2)

У серебряного карася из озера Болонь [Никольский, 1956] (рис. 1), снижение характеристики роста совпадает с началом созревания, приходящегося на возраст 3+ — 5+. У амурского чебака (см. рис. 1) на протяжении всей жизни наблюдается снижение величины характеристики роста. Если судить только по представленной на рисунке кривой, то выявить время созревания вряд ли возможно. По-видимому, то же самое можно сказать о росте черного и белого амуров, а также амурского сазана (рис. 2). Так что из 5-ти видов карповых бассейна Амура только у одного вида — серебряного карася — можно выделить быстрый рост до созревания и замедленный рост после созревания. У остальных заметного влияния созревания на скорость роста не наблюдается.

У леща из нижней Волги [Атлас, 1949] снижение темпа роста начинается с запозданием по отношению к созреванию (табл. 1): характеристика роста ко времени начала наступления половой зрелости (3 года) возрастает с 4,2 до 4,95, затем немного снижается на 4-м году жизни, когда наступает массовое созревание, и уже на 5-м году жизни с запозданием происходит значительное снижение темпа роста, которое с приостановкой на 9-м году продолжается до конца жизни. Так что и здесь четкой периодичности не прослеживается.

Очень своеобразная картина наблюдается у язя (табл. 2) [Атлас, 1949] — подъем темпа роста в период массового созревания на 4-м году жизни, в конце его — резкий спад с последующей относительной стабилизацией. Однако в случае с язем все же можно говорить о периодичности роста, связанной с созревaniem.

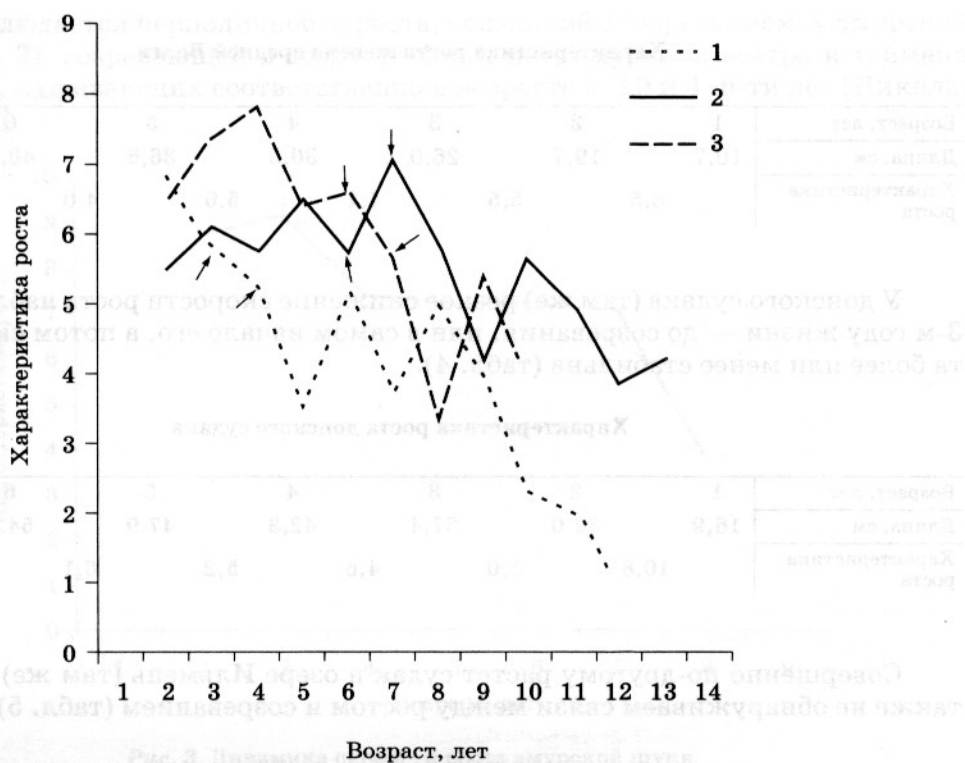


Рис. 2. Динамика скорости роста амурского сазана (1), черного (2) и белого (3) амуров

Характеристика роста леща нижней Волги

Таблица 1

Возраст, лет	1	2	3	4	5	6
Длина, см	7,5	13,2	19,2	24,3	28,2	31,3
Характеристика роста	4,2	4,95	4,5	3,5	2,9	2,5

Возраст, лет	7	8	9	10	11	12
Длина, см	33,9	35,7	37,5	39,2	40,6	41,3
Характеристика роста	1,7	1,8	1,6	1,3	0,7	

Характеристика роста язя средней Волги

Таблица 2

Возраст, лет	1	2	3	4	5	6
Длина, см	6,1	11,2	15,7	20,0	22,3	25,3
Характеристика роста	3,7	3,8	5,3	2,2	2,8	2,9

Возраст, лет	7	8	9	10	11	12
Длина, см	28,9	30,9	32,8	34,6	37,8	39,4
Характеристика роста	2,0	1,8	1,7	3,0	1,6	

У жереха высокий в среднем темп роста мы видим на протяжении всего периода созревания (табл. 3) [Атлас, 1949] в 3–5-летнем возрасте.

Таблица 3

Характеристика роста жереха средней Волги

Возраст, лет	1	2	3	4	5	6	7
Длина, см	10,7	19,7	26,0	30,5	36,6	40,8	42,0
Характеристика роста		6,5	5,5	4,1	5,6	4,0	1,1

У донского судака (там же) резкое снижение скорости роста наблюдается на 3-м году жизни — до созревания, или в самом начале его, а потом скорость роста более или менее стабильна (табл. 4).

Таблица 4

Характеристика роста донского судака

Возраст, лет	1	2	3	4	5	6	7
Длина, см	16,9	32,0	37,4	42,3	47,9	54,4	60,9
Характеристика роста		10,8	5,0	4,6	5,2	6,1	6,1

Совершенно по-другому растет судак в озере Ильмень (там же). У него мы также не обнаруживаем связи между ростом и созреванием (табл. 5).

Таблица 5

Характеристика роста судака озера Ильмень

Возраст, лет	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Длина, см	15,0	25,0	35,0	43,0	51,0	58,0	63,0	68,0	71,0
Характеристика роста		7,7	8,4	7,2	7,3	6,6	4,8	4,8	3,0

У окуня из Ладожского озера и озера Чаны (там же) можно выделить два периода роста (табл. 6), но по-видимому они не связаны с созреванием, поскольку резкое снижение характеристики роста окуня обеих популяций происходит только на 6-м году жизни, т.е. после достижения половозрелости, во всяком случае у окуня оз. Чаны (в Ладожском озере созревание более растянутое).

Таблица 6

Характеристика роста окуня

Ладожское озеро							
Возраст, лет	1	2	3	4	5	6	
Длина, см	5,8	9,7	13,7	16,8	20,2	22,7	
Характеристика роста		3,0	3,4	2,8	3,1	2,4	2,1
Возраст, лет	7	8	9	10	11		
Длина, см		24,9	26,8	28,5	30,1	30,8	
Характеристика роста		1,8	1,7	1,5	0,7		
Озеро Чаны							
Возраст, лет	1	2	3	4	5	6	
Длина, см	9,6	15,0	19,5	22,7	25,9	28,2	
Характеристика роста		4,3	3,9	3,0	2,2	2,2	2,3
Возраст, лет	7	8	9				
Длина, см	30,6	35,3	36,5				
Характеристика роста		4,4	1,1				

Не наблюдается периодичности роста, связанной с созреванием, у амурской щуки (рис. 3), созревающей в возрасте 2–4-х лет, амурских осетра и тайменя (табл. 7, 8), созревающих соответственно в возрасте 9–10 и 4–6-ти лет [Никольский, 1956].

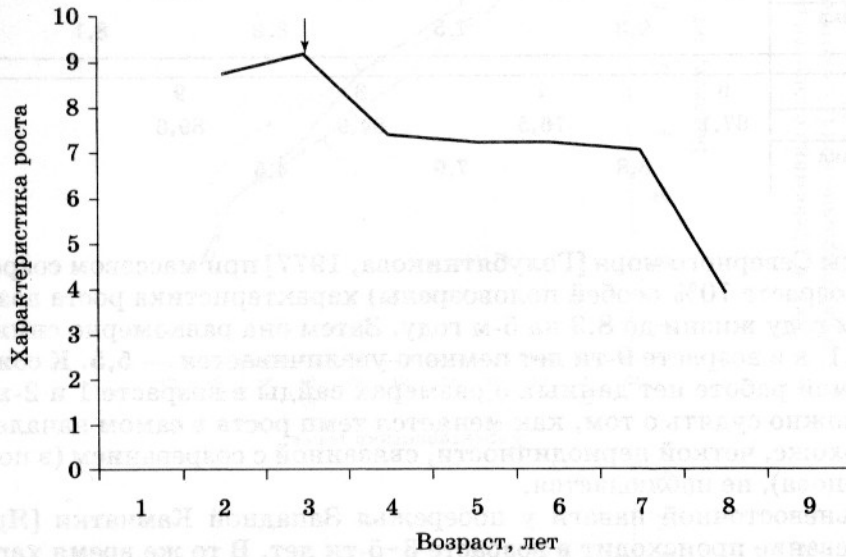


Рис. 3. Динамика скорости роста амурской щуки

Таблица 7

Характеристика роста амурского осетра

Возраст, лет	1	2	3	4	5	6
Длина, см	15,8	27,3	38,7	51,0	67,9	79,1
Характеристика роста	8,7	9,6	10,6	14,6	10,5	7,5
Возраст, лет	7	8	9	10	11	12
Длина, см	87,0	91,5	99,8	108,5	116,5	125
Характеристика роста	4,4	8,0	8,3	8,3	7,8	

Таблица 8

Характеристика роста амурского тайменя

Возраст, лет	1	2	3	4	5	6	
Длина, см	10,3	20,8	31,5	41,4	52,3	63,2	
Характеристика роста	7,3	8,6	8,6	9,6	9,9	8,7	
Возраст, лет	7	8	9	10	11	12	13
Длина, см	72,5	82,5	92,3	103,5	113,8	120,2	128
Характеристика роста	9,4	9,3	10,6	9,8	6,0	7,8	

Исключительно своеобразен линейный рост у налима *Lota lota* [Яржомбек, 1998]. Характеристика роста колеблется на уровне 4,0–4,8 до 18-летнего возраста и только потом снижается до 3,9–3,8. А длина тела на протяжении всей жизни увеличивается практически прямо пропорционально возрасту. Так что говорить о какой бы то ни было периодичности роста у налима не приходится.

Обратимся к морским рыбам. Тихоокеанская треска [Яржомбек, 1998], созревающая в возрасте 5–7-ти лет растет до 9-ти лет почти равномерно, и выявить время созревания по характеристике роста вряд ли возможно (табл. 9).

Таблица 9

Характеристика роста тихоокеанской трески

Возраст, лет	1	2	3	4	5
Длина, см	21,1	32,7	41,1	50,2	59,1
Характеристика роста		9,3	7,5	8,2	8,1
					7,6
Возраст, лет	6	7	8	9	
Длина, см	67,1	76,5	84,9	89,6	
Характеристика роста		8,8	7,9	4,5	

У сайды Северного моря [Голубятникова, 1977] при массовом созревании (в 5-летнем возрасте 70% особей половозрелы) характеристика роста возрастает с 7,05 на 4-м году жизни до 8,3 на 5-м году. Затем она равномерно снижается — 6,9–6,2–5,1, а в возрасте 9-ти лет немного увеличивается — 5,5. К сожалению, в цитируемой работе нет данных о размерах сайды в возрасте 1 и 2-х лет, так что невозможно судить о том, как меняется темп роста в самом начале созревания. Но похоже, четкой периодичности, связанной с созреванием (в понимании В.В. Васнецова), не наблюдается.

У дальневосточной наваги у побережья Западной Камчатки [Яржомбек, 1998] созревание происходит в возрасте 3–5-ти лет. В то же время характеристика роста уменьшается уже на 3-м году (когда только начинается созревание), резко снижается на 4-м году, а затем вновь увеличивается на 5-м и 6-м годах жизни, а уже после падает до минимальных значений (табл. 10). Аналогичная картина наблюдается и у наваги Японского моря.

Таблица 10

Характеристика роста дальневосточной наваги

Возраст, лет	1	2	3	4	5	6
Длина, см	16,9	27,3	34,0	35,6	39,6	46,6
Характеристика роста		8,8	5,7	1,6	4,1	5,5
						1,1
Возраст, лет	7	8	9	10	11	12
Длина, см	47,4	48,2	49,2	51,2	51,5	52,5
Характеристика роста		1,1	1,1	1,1	1,2	1,2

Связать эти изменения с созреванием вряд ли возможно, поскольку резкое снижение скорости роста рыб происходит только через год после полного созревания, а непосредственно после созревания скорость роста даже возрастает.

В.П. Шунтов с соавторами [1993] привели довольно подробные данные по росту минтая Берингова моря. На рис. 4 приведена характеристика роста минтая с Унимакского шельфа, из Олюторско-Карагинского и Наваринского районов. Видно, что темп роста самцов и самок несколько отличается. У самцов он довольно равномерно снижается, при этом связи с созреванием не проявляется. У самок же в период созревания наблюдается скачок роста. Не заметна связь роста с созреванием минтая Олюторско-Карагинского и Наваринского районов.

Не наблюдается связи темпа роста с созреванием у угольной рыбы [Яржомбек, 1998] (рис. 5).

Мы попытались определить эту связь у различных сельдей. У норвежских весеннерестующих сельдей [Лямин, 1966] созревание начинается с 4-годовалого возраста. И именно с этого возраста наблюдается снижение темпа роста: на 4-м году небольшое, а потом достаточно сильное вплоть до 6-летнего возраста (рис. 6). Это снижение скорости роста совпадает с периодом массового созревания.

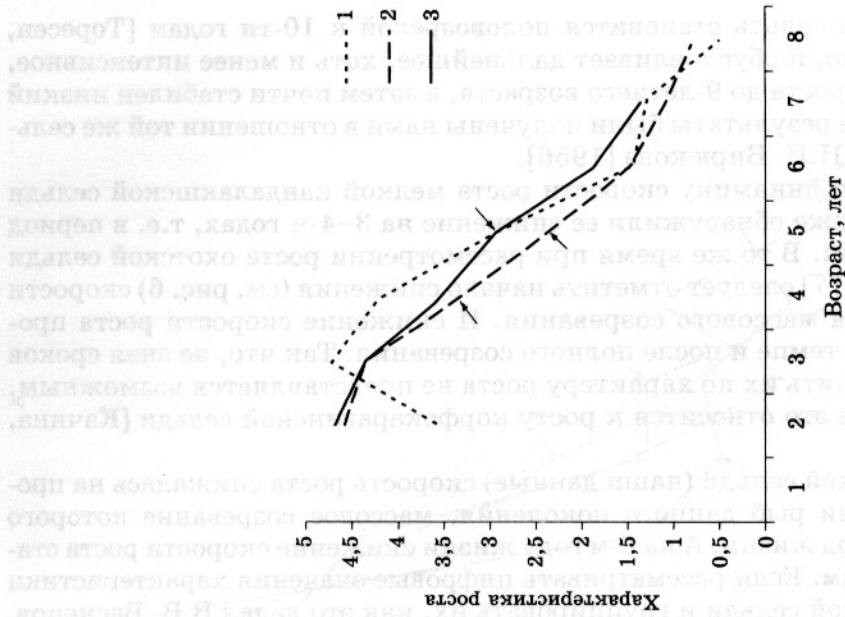


Рис. 6. Динамика скорости роста корфокарагинской (1), охотской (2) и норвежской (3) сельдей

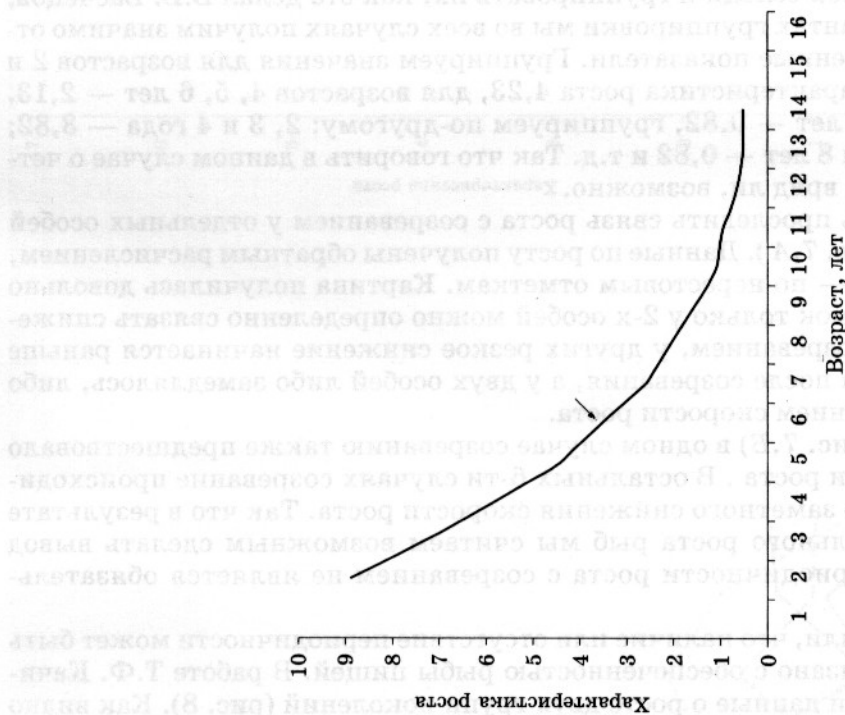


Рис. 5. Динамика скорости роста угольной рыбы

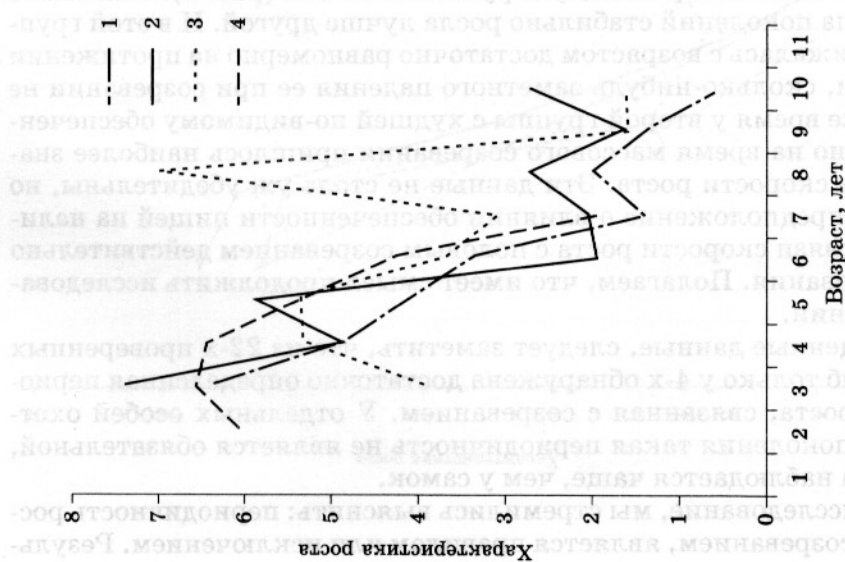


Рис. 4. Динамика скорости роста минтая — самок (1) и самцов (2) Унимакского района, минтая Наваринского района (3) и Олюторско-Карагинского района (4)

ния. Полностью эта сельдь становится половозрелой к 10-ти годам [Торесен, 1990), что, возможно, и обуславливает дальнейшее, хоть и менее интенсивное, снижение скорости роста до 9-летнего возраста, а затем почти стабилен низкий темп роста. Сходные результаты были получены нами в отношении той же сельди и по материалам Н.П. Бирюкова [1956].

Мы рассмотрели динамику скорости роста мелкой кандалакшской сельди (наши данные) и также обнаружили ее снижение на 3–4-м годах, т.е. в период массового созревания. В то же время при рассмотрении роста охотской сельди [Тюрнин, Елкин, 1977] следует отметить начало снижения (см. рис. 6) скорости роста рыб до начала массового созревания. И снижение скорости роста продолжается в том же темпе и после полного созревания. Так что, не зная сроков созревания, определить их по характеру роста не представляется возможным. В еще большей мере это относится к росту корфокарагинской сельди [Качина, 1981] (см. рис. 6).

У самцов охотской сельди (наши данные) скорость роста снижалась на протяжении всей жизни рыб данного поколения, массовое созревание которого приходится на 5-й год жизни. А на 6-м году жизни снижение скорости роста становится менее резким. Если рассматривать цифровые значения характеристики роста самцов охотской сельди и группировать их, как это делал В.В. Васнецов, то при разных вариантах группировки мы во всех случаях получим значимо отличающиеся осредненные показатели. Группируем значения для возрастов 2 и 3 года — средняя характеристика роста 4,23, для возрастов 4, 5, 6 лет — 2,13, для возрастов 7 и 8 лет — 0,82, группируем по-другому: 2, 3 и 4 года — 3,82; 5 и 6 лет — 1,69, 7 и 8 лет — 0,82 и т.д. Так что говорить в данном случае о четкой периодичности, вряд ли, возможно.

Мы попытались проследить связь роста с созреванием у отдельных особей охотской сельди (рис. 7,А). Данные по росту получены обратным расчислением, возраст созревания — по нерестовым отметкам. Картина получилась довольно пестрая. Из 8-ми самок только у 2-х особей можно определенно связать снижение темпа роста с созреванием, у других резкое снижение начинается раньше или продолжается и после созревания, а у двух особей либо замедлялось, либо сменялось увеличением скорости роста.

У самцов (см. рис. 7,Б) в одном случае созреванию также предшествовало повышение скорости роста. В остальных 6-ти случаях созревание происходило после достаточно заметного снижения скорости роста. Так что в результате анализа индивидуального роста рыб мы считаем возможным сделать вывод о том, что связь периодичности роста с созреванием не является обязательной.

Мы предположили, что наличие или отсутствие периодичности может быть непосредственно связано с обеспеченностью рыбы пищей. В работе Т.Ф. Качиной [1981] мы нашли данные о росте двух групп поколений (рис. 8). Как видно на рис. 8, одна группа поколений стабильно росла лучше другой. И в этой группе скорость роста снижалась с возрастом достаточно равномерно на протяжении всех 8-ми лет жизни, сколько-нибудь заметного падения ее при созревании не наблюдается. В то же время у второй группы с худшей по-видимому обеспеченностью пищей именно на время массового созревания пришлось наиболее значительное снижение скорости роста. Эти данные не столь уж убедительны, но по-видимому, наше предположение о влиянии обеспеченности пищей на наличие или отсутствие связи скорости роста с половым созреванием действительно имеет под собой основания. Полагаем, что имеет смысл продолжить исследования в этом направлении.

Обобщая приведенные данные, следует заметить, что из 22-х проверенных видов и подвидов рыб только у 4-х обнаружена достаточно определенная периодичность скорости роста, связанная с созреванием. У отдельных особей охотской сельди одного поколения такая периодичность не является обязательной, причем у самцов она наблюдается чаще, чем у самок.

Начиная наше исследование, мы стремились выяснить: периодичность роста рыб, связанная с созреванием, является правилом или исключением. Резуль-

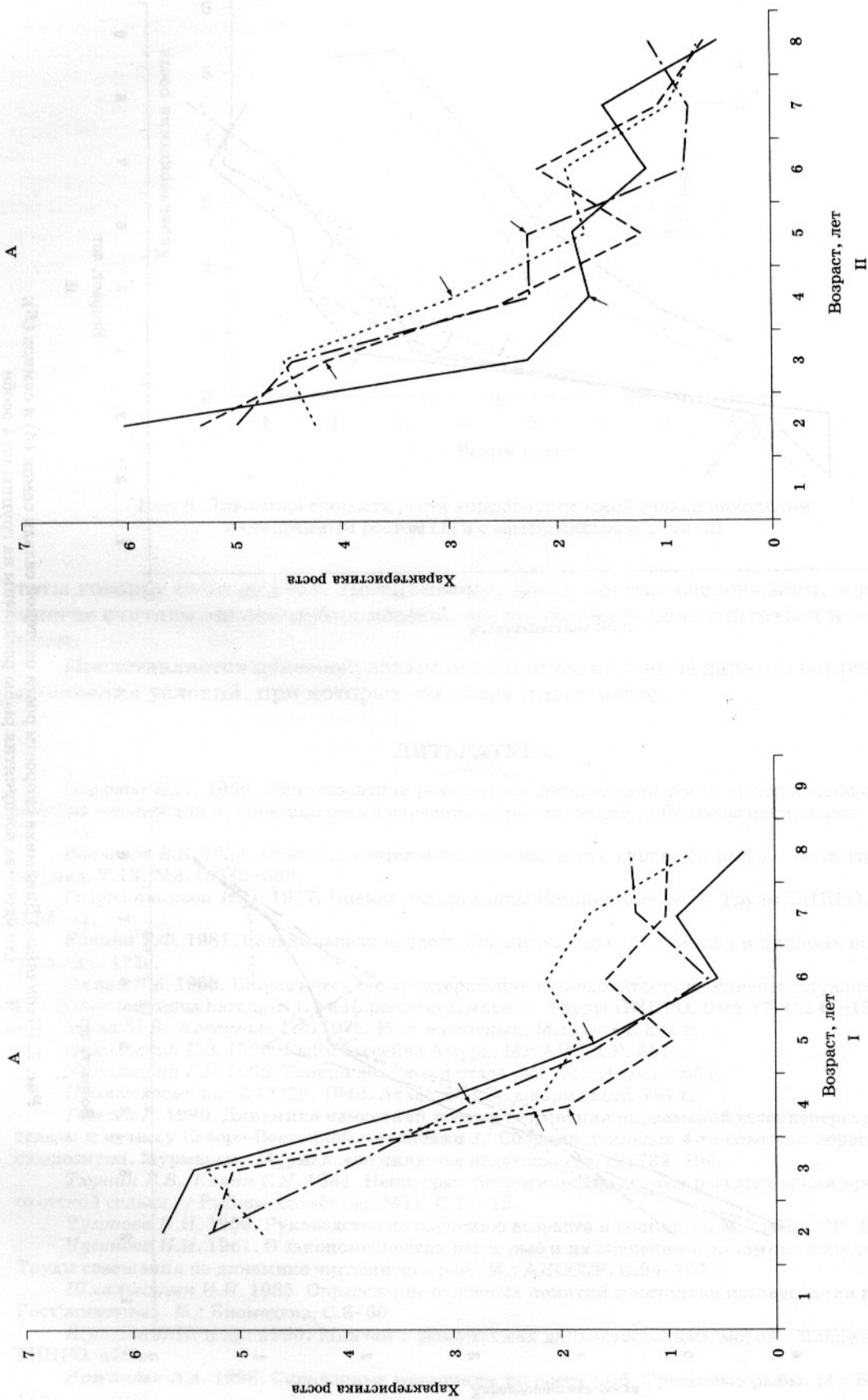


Рис. 7. Динамика скорости роста охотской сельди самок (А) и самцов (Б);
 I, II — для удобства восприятия рыбы разделены на группы по 4 особи

ния. Показатели роста в этот период являются полувзрослой к 10 годам [Тортува, 1990], что объяснено и тем, что в этот период происходит развитие и созревание анатомических признаков роста, до 6 лет в возрасте, а затем почти стабильно в течение жизни темп роста. Основными результатами были выявлены немалые отклонения в скорости роста и по годам [Н. В. Бондаров (1959)].

Мы рассмотрели динамику скорости роста мелкой карповидной сельди (взрослая группа) и темп роста у рыб в возрасте от 3 до 8 лет в период массового вылова. В этот период при разжигании в начале лета в водах [Тортува, Бондаров, 1971] сельди начинался период быстрого роста. В этот период в водах сельди начинался период быстрого роста. В этот период в водах сельди начинался период быстрого роста.

Мы рассмотрели динамику скорости роста мелкой карповидной сельди (взрослая группа) и темп роста у рыб в возрасте от 3 до 8 лет в период массового вылова. В этот период при разжигании в начале лета в водах [Тортува, Бондаров, 1971] сельди начинался период быстрого роста. В этот период в водах сельди начинался период быстрого роста. В этот период в водах сельди начинался период быстрого роста.

Мы рассмотрели динамику скорости роста мелкой карповидной сельди (взрослая группа) и темп роста у рыб в возрасте от 3 до 8 лет в период массового вылова. В этот период при разжигании в начале лета в водах [Тортува, Бондаров, 1971] сельди начинался период быстрого роста. В этот период в водах сельди начинался период быстрого роста. В этот период в водах сельди начинался период быстрого роста.

Мы рассмотрели динамику скорости роста мелкой карповидной сельди (взрослая группа) и темп роста у рыб в возрасте от 3 до 8 лет в период массового вылова. В этот период при разжигании в начале лета в водах [Тортува, Бондаров, 1971] сельди начинался период быстрого роста. В этот период в водах сельди начинался период быстрого роста. В этот период в водах сельди начинался период быстрого роста.

Мы рассмотрели динамику скорости роста мелкой карповидной сельди (взрослая группа) и темп роста у рыб в возрасте от 3 до 8 лет в период массового вылова. В этот период при разжигании в начале лета в водах [Тортува, Бондаров, 1971] сельди начинался период быстрого роста. В этот период в водах сельди начинался период быстрого роста. В этот период в водах сельди начинался период быстрого роста.

Мы рассмотрели динамику скорости роста мелкой карповидной сельди (взрослая группа) и темп роста у рыб в возрасте от 3 до 8 лет в период массового вылова. В этот период при разжигании в начале лета в водах [Тортува, Бондаров, 1971] сельди начинался период быстрого роста. В этот период в водах сельди начинался период быстрого роста. В этот период в водах сельди начинался период быстрого роста.

Мы рассмотрели динамику скорости роста мелкой карповидной сельди (взрослая группа) и темп роста у рыб в возрасте от 3 до 8 лет в период массового вылова. В этот период при разжигании в начале лета в водах [Тортува, Бондаров, 1971] сельди начинался период быстрого роста. В этот период в водах сельди начинался период быстрого роста. В этот период в водах сельди начинался период быстрого роста.

Мы рассмотрели динамику скорости роста мелкой карповидной сельди (взрослая группа) и темп роста у рыб в возрасте от 3 до 8 лет в период массового вылова. В этот период при разжигании в начале лета в водах [Тортува, Бондаров, 1971] сельди начинался период быстрого роста. В этот период в водах сельди начинался период быстрого роста. В этот период в водах сельди начинался период быстрого роста.

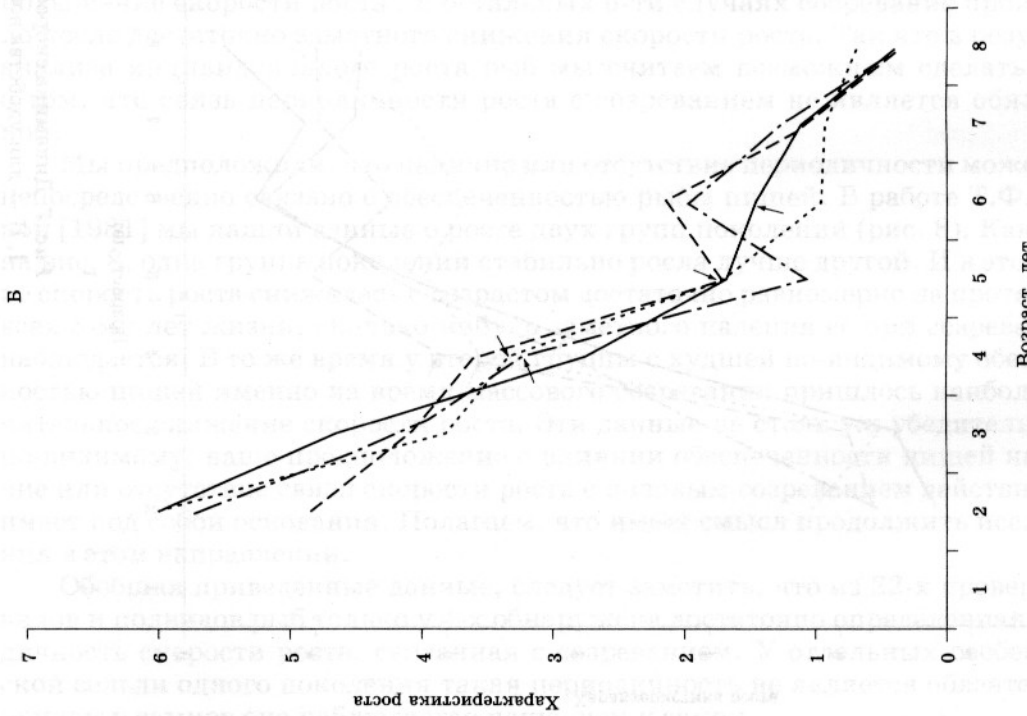
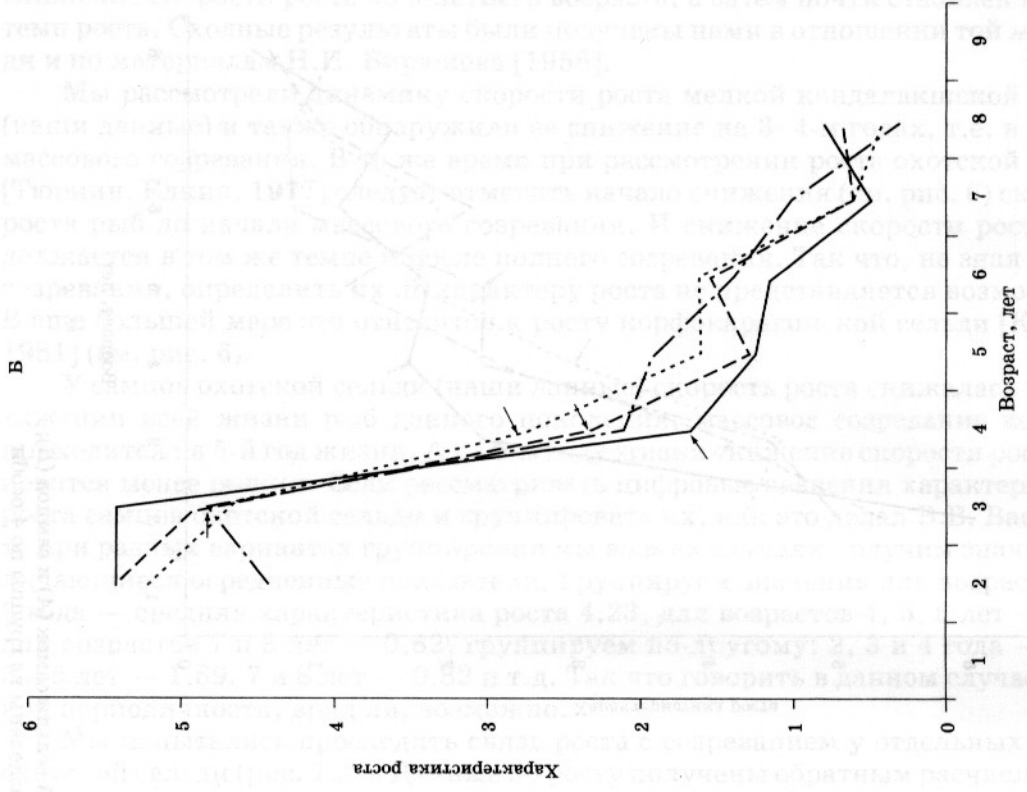


Рис. 7. (Окончание) Динамика скорости роста охотской сельди самок (А) и самцов (В); I, II — для удобства восприятия рыбы разделены на группы по 4 особи

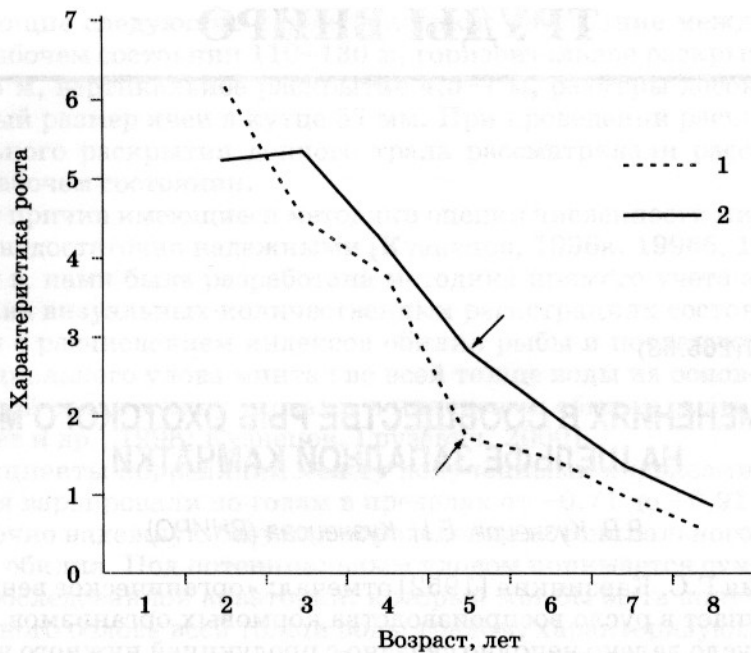


Рис. 8. Динамика скорости роста корфокарагинской сельди поколений с ускоренным ростом (1) и с замедленным ростом (2)

таты говорят сами за себя. По-видимому, связь роста с созреванием, которую многие считали вполне закономерной, все же скорее может считаться исключением.

Представляется целесообразным дальнейшее изучение данного вопроса для выявления условий, при которых эта связь имеет место.

ЛИТЕРАТУРА

- Бирюков Н.П. 1956. Использование результатов расчисления роста атлантическо-скандинавских сельдей для различения стад и изучения путей миграций // Вопросы ихтиологии. Вып.6. С.47-54.
- Васнецов В.В. 1934. Опыт сравнительного анализа роста карповых рыб // Зоологический журнал. Т.13. №3. С.540-583.
- Голубятникова И.П. 1977. Оценка запаса сайды Северного моря // Труды ВНИРО. Т.121. С.53-57.
- Качина Т.Ф. 1981. Сельдь западной части Берингова моря. М.: Легкая и пищевая промышленность. 121с.
- Лямин К.А. 1966. Биологическая характеристика и плодовитость весеннерестующей сельди (*Clupea harengus harengus* L.) в Норвежском море // Труды ПИНРО. Вып.17. С.147-156.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А. 1976. Рост животных. М.: Наука. 291 с.
- Никольский Г.В. 1956. Рыбы бассейна Амура. М.: АНСССР. 551 с.
- Никольский Г.В. 1965. Теория динамики стада рыб. М.: Наука. 365 с.
- Промысловые рыбы СССР. 1949. Атлас. М.: Пищепромиздат. 787 с.
- Торесен Р. 1990. Динамика изменений роста и созревания норвежской весеннерестующей сельди и путассу Северо-Восточной Атлантики // Сборник докладов 4-го советско-норвежского симпозиума. Мурманск.: Мурманское книжное издательство. С.1732-196.
- Тюрнин Б.В., Елкин Е.Я. 1984. Некоторые биологические основы регулирования промысла охотской сельди // Рыбное хозяйство. №11. С.17-18.
- Чугунова Н.И. 1959. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: АНСССР. 163 с.
- Чугунова Н.И. 1961. О закономерностях роста рыб и их значении в динамике популяций // Труды совещания по динамике численности рыб. М.: АНСССР. С.94-107
- Шмальгаузен И.И. 1935. Определение основных понятий и методика исследования роста // Рост животных. М.: Биомедгиз. С.8-60.
- Шунтов В.П. и др. 1993. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток.: ТИРО. 426 с.
- Яржомбек А.А. 1998. Справочные материалы по росту рыб. Тресковые рыбы. М.: ВНИРО. 43 с.