

664.951.014 : 664.951.232

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ  
БАЛТИЙСКОЙ ТРЕСКИ<sup>х/</sup>

Н.В.Масленникова

Пищевая ценность рыбы определяется ее химическим составом, который может изменяться в зависимости от возраста и пола рыбы, времени года, кормовой базы и других факторов. Из работ, посвященных изучению химического состава различных частей тела балтийской трески, лишь немногие проводились с учетом этих факторов.

Наиболее полное исследование с определением физиологического состояния рыбы и содержания жира, белка, золы и воды в печени и мышцах было проведено Кордиллом (Kordyl, 1951). Используя восьмibalльную шкалу по определению зрелости половых продуктов, автор разделил весь годовой цикл развития половозрелой трески на два периода, в течение которых химический состав рыбы претерпевает наиболее заметные и специфические для различных тканей изменения. Первый период для самок балтийской трески (стадии зрелости половых продуктов II-IV) характеризуется малым содержанием воды в мясе и большим содержанием жира в печени и белка и золы в мясе, второй (стадии зрелости V-VI) - большим содержанием воды в мясе и малым содержанием жира в печени. Установлено также, что в мясе самок меньше белка и больше воды, чем в мясе самцов, а печень самцов богаче жиром, чем печень

---

х/ Работа проводилась под научным руководством  
Н.А.Воскресенского.

самок. Рыбы меньших размеров оказались беднее водой в мясе и жиром в печени на одних и тех же стадиях зрелости годов, а химический состав половых продуктов самцов в течение года оставался практически неизменным.

Подобные результаты по изменению химического состава печени балтийской трески были получены также Ларионовой (1952), Кандом (1949), Кандом и Пожогинной (1952).

Большой интерес вызывает работа Менги (Mengi, 1965), проведенная на икре балтийской трески. На основании обработки большого фактического материала по содержанию жира, белка, воды, хлоридов, фосфатидов и свободных аминокислот, учитывая при этом физиологическое состояние рыбы, автор приходит к выводу о постоянном изменении химического состава ястыков в течение годового цикла их развития. Максимальное количество питательных веществ в икре, по данным Менги, накапливается к моменту окончательного созревания овоцитов.

В настоящем исследовании мы поставили себе целью на основании изучения химического состава мышц, печени и икры половозрелых самок балтийской трески дать оценку ее пищевой ценности в зависимости от годового цикла развития половых продуктов.

Материалом исследования служила балтийская треска (*Gadus morhua callarias* L.) в возрасте четырех-пяти лет, длиной 44-46 см, весом 700-900 г. В анализах использовались самки с половыми продуктами, находящимися на стадии зрелости II, III, IV, V и VI. Треску ловили в Лиепайской районе Балтийского моря в январе, апреле, мае, июне, сентябре и ноябре 1965/66 г. Таким образом, удалось охватить все этапы годового цикла развития трески: период откорма и подготовки к нересту (сентябрь, январь, ноябрь), нерестовый и посленерестовый периоды (апрель, май, июнь).

Возраст определяли по отолитам (Замахаяев, 1941; Токарева, 1963), стадии зрелости — по шестибалльной шкале Скорнякова (1958), содержание жира — методом Сакслета, свободные аминокислоты получали методом Авапара (Awaraga, 1948) и Вуда (Wood, 1958), белок — методом прямого взвешивания, белковые аминокис-

слоты - путем солянокислого гидролиза белкового препарата. Разделяли аминокислоты хроматографически на ионообменных смолах при помощи автоматического анализатора аминокислот.

При оценке пищевой ценности самок балтийской трески мы в первую очередь остановимся на анализе химического состава ее мышц. Как видно из табл. I, химический состав мяса трески изменяется в зависимости от степени зрелости половых продуктов.

Таблица I

Показатели	Стадии зрелости половых продуктов				
	II	III	IV	V	VI-II
Содержание (в % от сырого веса)					
белка	16,6	-	15,9	15,6	15,1
жира	1,1	1,1	1,2	1,1	0,8
Калорийность по белку и жиру, ккал/100г <sup>2/3</sup>	83,3	-	80,2	79,8	76,7
Аминокислоты (% от сухого белка)					
незаменимые	47,1	50,6	48,6	48,5	46,4
заменимые	46,2	47,3	47,7	44,7	43,9
доля в протеидной фракции	93,3	97,9	96,3	93,2	90,3

x/ При расчетах физиологический топливный эквивалент белка принят равным 4,1 ккал/г, жира - 9,3 ккал/г (Зайцев, Кизеветтер, Лагунов, Макарова, Миндер, Подсевалов, 1965).

Наибольшие количественные изменения в мышцах претерпевает белок, содержание которого равномерно понижается по мере развития половых продуктов рыбы. Приблизительно так же за этот период изменяется и калорийность трескового мяса, поскольку она определяется, в основном, содержанием в мясе белка (количество жира в мясе трески невелико и мало влияет на калорийность мяса).

Калорийностью продукта и содержанием в нем белка не ограничивается, однако, пищевая ценность сырья. Ее определяет также аминокислотный состав белка и, в частности, ко-

личество в нем незаменимых аминокислот. Нашими исследованиями установлено, что протеидная фракция мышц балтийской трески содержит большое количество аминокислот. Доля их в суммарном белке колеблется от 90,3 до 97,9% в течение годового цикла развития рыбы. При этом большая часть падает на незаменимые аминокислоты, в число которых входят все необходимые человеку. Содержание как белковых (см. табл. 3), так и свободных (рис. I) аминокислот в мышцах балтийской трески в течение года изменяется незначительно, что можно не учитывать при определении изменений пищевой ценности рыбы.

Пищевая ценность тресковых рыб не ограничивается использованием их мяса; не менее важное значение имеет также и печень, тем более что печень тресковых наиболее богата жиром по сравнению с печенью большинства других видов рыб.

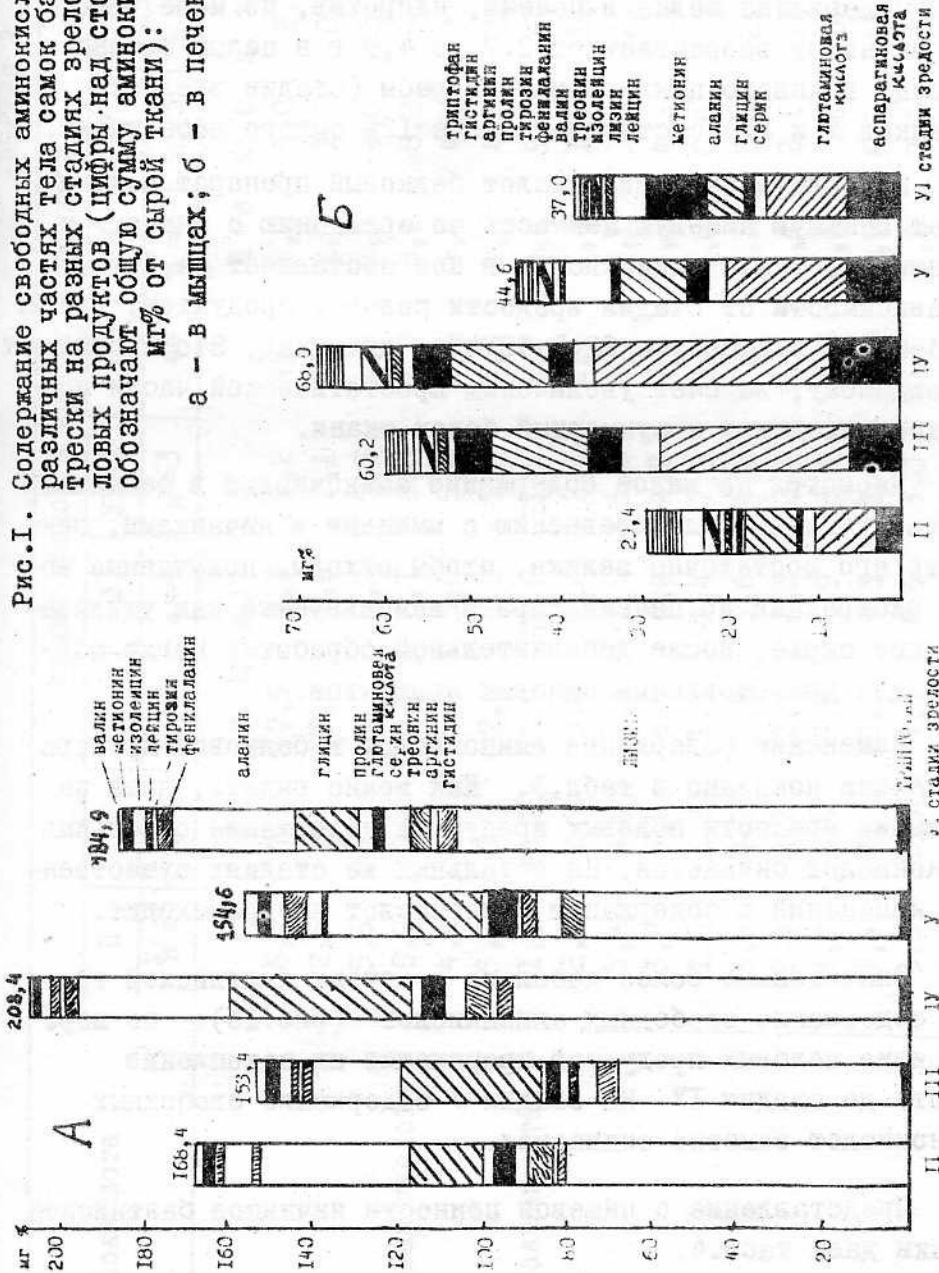
Изменение химического состава печени балтийской трески в значительной степени зависит от стадии зрелости половых продуктов (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав печени трески	Стадии зрелости половых продуктов				
	II	III	IV	V	VI-II
Вес печени, г	45,5	48,8	47,2	40,5	40,3
% от веса тела	5,9	6,5	5,5	4,8	4,7
Содержание жира, г (в целом органе)	30,4	31,9	26,7	14,3	22,3
% от сырого веса	67,5	65,4	56,2	35,2	54,6
Содержание белка, г (в целом органе)	2,7	-	3,4	4,9	4,9
% от сырого веса	5,5	-	7,6	12,4	10,6
Калорийность по жиру и белку, ккал/100 г	652,5	-	555,3	383,2	555,5
Аминокислоты (% от су- хого белка)					
незаменимые	32,0	36,9	33,4	22,6	28,2
заменяемые	31,9	36,9	35,4	22,2	28,6
доля в протеидной части	63,9	73,8	68,8	44,8	56,8

Рис. I. Содержание свободных аминокислот в различных частях тела самок балтийской трески на разных стадиях зрелости половых продуктов (цифры над столбиками обозначают общую сумму аминокислот, мг% от сырой ткани):

а - в мышцах; б - в печени.





Как показывает табл.2, наибольшие количественные изменения претерпевает жир печени: его содержание от III к IV стадии уменьшается более, чем вдвое.

Содержание белка в печени, напротив, по мере развития яичников возрастает от 2,7 до 4,9 г в целом органе и к концу годового цикла развития рыбы (стадии зрелости яичников V и VI) составляет более 12% сырого веса ткани.

По содержанию аминокислот белковый препарат печени имеет меньшую пищевую ценность по сравнению с мышцами и яичниками. Сумма аминокислот в нем составляет 44,8-73,8% в зависимости от стадии зрелости половых продуктов, против 90,3-97,9% в мышцах и 82,1-98,4% в яичниках. Это происходит по-видимому, за счет увеличения простетической части протеидов, входящих в суммарный белок ткани.

Несмотря на малое содержание аминокислот в белковом препарате печени по сравнению с мышцами и яичниками, ценность его достаточно велика, чтобы отходы, получаемые после экстракции из печени жира и используемые как утилизационное сырье, после дополнительной обработки могли служить для приготовления пищевых продуктов.

Изменение содержания аминокислот в белковом препарате печени показано в табл.3. Как можно видеть, лишь на V стадии зрелости половых продуктов содержание отдельных аминокислот снижается. На остальных же стадиях существенных изменений в содержании аминокислот не происходит.

Значительно более лабильно в печени балтийской трески содержание свободных аминокислот (рис.1б): по мере развития половых продуктов происходит их накопление вплоть до стадии IV. На стадии V содержание свободных аминокислот заметно снижается.

Представление о пищевой ценности яичников балтийской трески дает табл.4.

Стадии зрелости половых продуктов

Аминокислота	Стадии зрелости половых продуктов						У	У	У	У
	II	III	IV	V	VI-П	П				
	x/п=3	п=2	п=3	п=4	п=3	п=4	п=3	п=2	п=3	п=3
	М Н Ш Ц Н									
Лизин	6,7	7,2	7,5	7,3	6,2	4,2	5,0	5,0	2,6	3,7
Гистидин	2,5	2,4	1,9	2,0	2,1	1,4	2,1	1,5	0,9	1,2
Аргинин	5,3	5,4	4,9	5,2	5,3	4,3	4,9	4,6	2,8	3,9
Аспарагиновая кислота	8,7	8,6	10,0	8,1	8,8	7,0	8,1	8,2	5,0	6,3
Треонин	4,4	4,9	5,2	5,0	5,4	4,1	4,4	4,1	2,7	3,4
Серин	5,5	5,7	7,5	5,6	5,4	4,0	4,6	4,5	2,6	3,7
Глутаминовая кислота	11,1	13,2	12,9	12,0	11,5	5,7	9,6	9,3	6,1	7,2
Пролин	2,3	2,7	3,0	2,6	2,4	1,4	1,8	1,5	1,0	1,5
Глицин	5,4	4,6	4,4	3,5	5,8	3,7	4,1	3,9	2,5	3,6
Аланин	3,8	5,0	6,6	6,4	4,8	4,0	4,7	4,2	2,5	3,7
Цистин	1,0	1,2	1,3	1,4	1,3	0,9	1,0	0,6	0,4	1,3
Валин	4,6	4,2	5,8	5,6	4,4	3,5	4,3	3,6	2,7	3,2
Метионин	2,4	2,8	2,7	2,3	2,4	2,2	2,4	2,1	1,4	1,8
Изолейцин	3,7	4,4	5,8	4,9	3,5	2,6	2,8	2,8	1,9	2,2
Лейцин	7,4	7,8	10,1	9,3	7,4	6,3	6,9	6,5	4,4	5,5
Тирозин	3,0	3,3	4,6	4,5	3,0	2,5	3,2	2,6	2,1	2,2
Фенилаланин	4,3	4,9	4,2	4,5	4,8	3,5	4,1	3,2	3,2	3,4
Сумма аминокислот	82,1	88,3	98,4	90,2	84,5	61,3	74,0	68,2	44,8	57,8

x/п - число проб.

Примечание. Расчет содержания аминокислот произведен в % от сухого белка по средним данным из нескольких проб.

Таблица 4

Химический состав яичников трески	Стадии зрелости половых продуктов				
	II	III	IV	V	VI-II
Вес яичников, г	6,5	22,0	85,7	288,0	30,5
% от веса тела	0,8	2,9	10,6	26,5	2,7
Содержание белка, г (в целом органе)	0,7	2,8	13,4	41,1	0,9
% от сырого веса	7,7	12,5	17,4	15,7	8,3
Содержание жира г (в целом органе)	0,1	0,4	2,8	2,7	0,2
% от сырого веса	0,9	1,8	3,8	1,0	0,8
Калорийность по белку и жиру, ккал/100 г	34,7	72,9	112,6	79,7	44,7
Аминокислоты (% от су- хого белка)					
незаменимые	41,3	43,9	48,1	46,6	41,4
заменимые	40,9	44,3	50,3	44,0	41,4
доля в протеидной части	82,1	88,2	98,4	90,6	82,8

Как видно из табл. 4, пищевая ценность яичников балтийской трески к концу годового цикла их развития (стадии IV, V), когда вес, содержание жира и белка в них достигло максимальной величины, не уступает пищевой ценности мышечной ткани. Нами установлено также, что белковый препарат яичников содержит большое количество аминокислот, при этом соотношение незаменимых и заменимых аминокислот приближается к единице. Вес ястыков на стадиях зрелости II, III и VI-II слишком мал, чтобы считать сбор икры в качестве продукта питания в это время рациональным. Однако к концу годового цикла развития вес ястыков достигает 26% от веса тела и в них концентрируется достаточное количество питательных веществ, для того чтобы этот высококалорийный продукт мог использоваться промышленностью.

Мы провели также ориентировочный расчет возможного получения белка из икры в течение года. Для расчета были взяты: вылов трески на нерестилищах - 40% от среднегодово-



го улова (по данным уловов Лиепайского рыбоколхоза "Большевик"), соотношение полов в стаде в период нереста - I:I, доля ястыков от веса рыбы, имеющей половые продукты на стадиях зрелости IV-Y, - 18% и процент белка от веса ястыка IV и Y стадий зрелости - 17%. В результате расчетов оказалось, что из икры ежегодно можно было бы получать около 200 т чистого белка, содержащего все незаменимые аминокислоты. Представление об аминокислотном составе ястыков дает табл.5.

Данные таблицы показывают, что в относительно большом количестве в яичниках трески последних стадий зрелости находятся свободные аминокислоты. Содержание их в икре на Y стадии возросло по сравнению со II стадией более чем в 200 раз и составило 5,8% от содержания аминокислот в белке яичников (против 1,4% в мышцах и 1,3% в печени).

При оценке пищевой ценности рыб анализировать содержание в них свободных аминокислот необходимо: изменение количества и состава свободных аминокислот в продуктах является одним из объективных критериев его свежести (Wood, 1958; Shewan, Jones, 1957; Ito, 1957; Авшалумова, 1962). Изучение содержания свободных аминокислот представляет также значительный интерес при разработке технологических схем обработки сырья. Известно, что при некоторых способах обработки белок разрушается. По количеству освободившихся при этом аминокислот можно судить о правильности выбранного режима (Белоносов, 1967; Ваба, 1960). Говоря о технологическом значении определения свободных аминокислот, следует также иметь в виду, что вкус продукта в большой мере обусловлен наличием свободных аминокислот, в частности глутаминовой, которая придает пище привкус мяса (Фердман, 1951).

Полученные данные дают возможность определить сроки получения из балтийской трески наиболее ценного пищевого сырья. По данным графика (рис.2) распределения стадий зрелости по сезонам, вторая стадия зрелости половых продуктов половозрелых самок балтийской трески занимает более полугода - с августа по февраль. Эта стадия характеризуется наибольшей пищевой ценностью мышц и печени рыбы (по содержанию жира в печени и белка в мышцах - количественно основ-

Аминокислота	Стадии зрелости половых продуктов										
	II	III	IV	У	VI-П	П	III	IV	У	VI-П	У
	Связанные (в % от сухого белка)										
Лизин	6,7	7,2	7,5	7,3	6,2	2,3	2,6	8,1	7,6	0,6	
Гистидин	2,5	2,4	1,9	2,0	2,1	29,1	25,0	45,0	85,9	7,9	
Аргинин	5,3	5,4	4,9	5,2	5,3	следы	следы	8,2	17,8	18,4	
Аспарагиновая кислота	8,7	8,6	10,0	8,1	8,8	1,2	1,4	16,2	42,3	4,5	
Треонин	4,4	4,9	5,2	5,0	5,4	8,1	5,8	4,5	5,4	11,6	
Серин	5,5	5,7	7,5	5,6	5,4	2,9	3,3	15,0	38,9	27,5	
Глутаминовая кислота	11,1	13,2	12,9	12,0	11,5	9,8	12,1	6,2	25,0	33,5	
Пролин	2,3	2,7	3,0	2,6	2,4	42,0	50,6	27,8	12,3	32,1	
Глицин	5,5	4,6	4,4	3,5	5,8	4,1	1,2	1,8	14,9	10,5	
Аланин	3,8	5,0	6,6	6,4	4,8	27,1	20,0	8,9	15,8	18,6	
Цистин	1,0	1,2	1,3	1,4	1,3	13,3	23,7	33,4	141,5	84,3	
Валин	4,6	4,2	5,8	5,6	4,4	3,6	5,2	24,6	76,6	62,5	
Метионин	2,4	2,8	2,7	2,3	2,4	14,6	42,1	3,8	29,6	26,0	
Изолейцин	3,7	4,4	5,8	4,9	3,5	2,4	3,6	14,5	89,0	67,0	
Лейцин	7,4	7,8	10,1	9,3	7,4	5,3	5,2	35,9	137,1	20,1	
Тирозин	3,0	3,3	4,6	4,5	3,0	2,0	1,5	6,3	26,6	20,6	
Фенилаланин	4,3	4,9	4,2	4,5	4,8	2,2	2,3	11,7	37,5	27,3	
Сумма аминокислот	82,2	88,3	98,4	90,9	84,5	170,0	205,6	271,9	803,8	473,0	

Примечание. Связанные аминокислоты даны по средней пробе, свободные - по индивидуальному образцу.

ных ценных компонентов этих тканей). Последние стадии годового цикла развития половых продуктов (У и У), когда мясо рыбы сильно обеднено белком, печень — жиром, а ястыки наиболее богаты питательными веществами, занимают около трех месяцев.

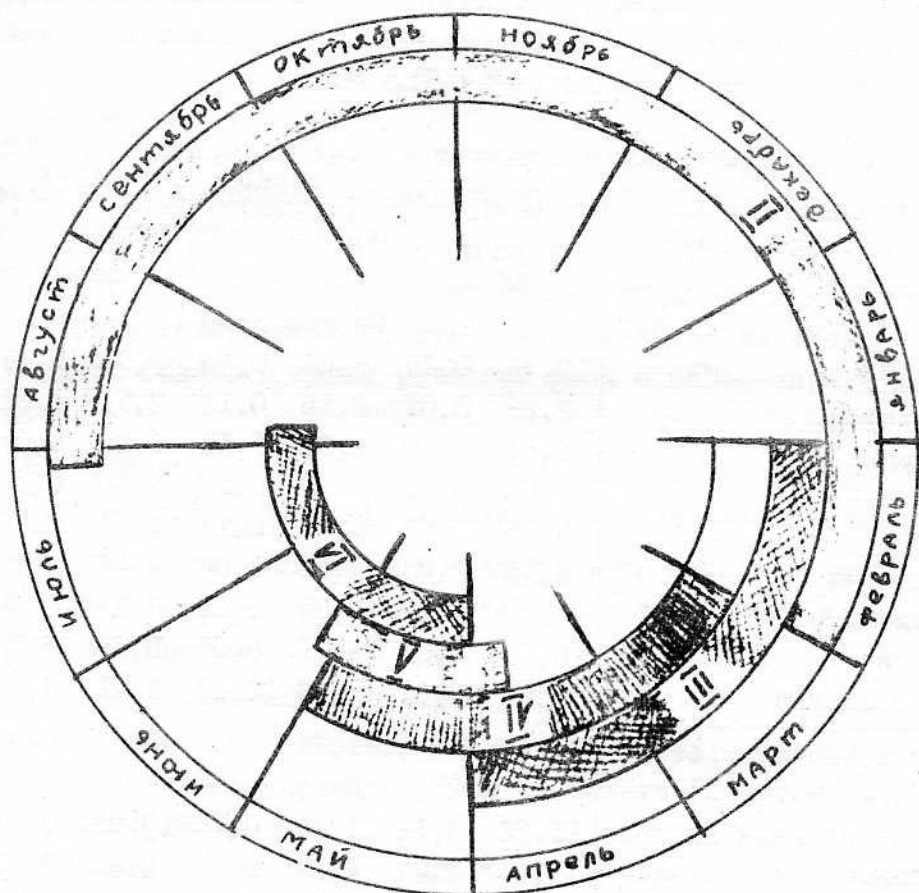


Рис. 2. Распределение стадий зрелости яичников балтийской трески в течение года.

Однако не следует думать, что стадии зрелости половых продуктов самок протекают строго в тот период, который указан на циклограмме. На ней отражена лишь наибольшая частота встречаемости рыб, находящихся на данной стадии зрелости, хотя единичные экземпляры на II стадии попадаются в уловах круглогодично, а находящиеся на остальных стадиях зрелости — в несколько более широких пределах, чем указано на графике. Весь период подготовки рыбы к нересту и нерест также могут быть

сдвинуты во времени в зависимости от метеорологических условий данного года.

Сравнительный анализ данных по аминокислотному составу белков мышц, печени и яичников половозрелых самок балтийской трески показал, что качественный состав этих белков одинаков и соотношение отдельных аминокислот в белках этих тканей очень сходно (табл.6).

Таблица 6

Аминокислота (% от общей суммы)	Мышцы (n = 15) M ± n		Печень (n = 15) M ± n		Ястыки (n = 13) M ± n	
	Незаменимые					
Лизин	10,32	0,19	6,46	0,43	7,99	0,24
Гистидин	2,29	0,07	2,18	0,12	2,51	0,21
Аргинин	6,81	0,10	6,63	0,13	6,03	0,24
Треонин	5,08	0,11	5,92	0,18	5,48	0,14
Валин	5,15	0,09	5,77	0,13	5,61	0,16
Метионин	3,45	0,03	3,18	0,06	2,86	0,05
Изолейцин	4,30	0,42	4,05	0,06	4,94	0,21
Лейцин	8,75	0,09	9,71	0,05	9,50	0,24
Фенилаланин	5,02	0,21	5,86	0,29	5,21	0,18
Сумма аминокислот	51,17		49,76		49,71	
	Заменимые					
Аспарагиновая кислота	11,22	0,16	11,24	0,19	10,03	0,18
Серин	5,04	0,04	6,17	0,08	6,68	0,21
Глутаминовая кислота	14,84	0,19	13,08	0,25	13,79	0,28
Пролин	1,84	0,09	2,34	0,02	3,06	0,14
Глицин	4,44	0,03	5,80	0,12	5,43	0,36
Аланин	6,19	0,09	6,08	0,18	5,93	0,25
Цистин	1,19	0,09	1,37	0,06	1,28	0,06
Тирозин	3,99	0,02	4,05	0,14	4,09	0,17
Сумма аминокислот	48,75		50,13		50,29	

Примечание. n - число проб; M - средняя для всех стадий зрелости; ± m - ошибка средней.

Существенные различия обнаруживаются лишь в содержании серина, пролина, метионина, глицина и лизина. Доля заменимых и незаменимых аминокислот во всех трех тканях приближается к единице, лишь в мышцах незаменимых аминокислот несколько больше, чем заменимых — на 6%.

### В ы в о д ы

1. По содержанию жира в печени и белка в мышцах наибольшую пищевую ценность самки балтийской трески имеют на ранних стадиях годового цикла развития половых продуктов. Этот период занимает более полугода — с августа по февраль.

2. Икра наибольшую пищевую ценность имеет на последних стадиях годового цикла развития рыбы с марта-апреля по май-июнь.

3. Количество белка в печени достаточно велико, чтобы использовать его в качестве продукта питания для человека.

4. Аминокислотный состав тканей мышц, печени и яичников трески указывает на то, что все эти ткани имеют в равной мере полноценные белки.

### Л и т е р а т у р а

- Авшалумова А.Д. Определение степени свежести мяса методом распределительной хроматографии на бумаге. "Вопросы питания", 1962, № 3.
- Белоносов В.М. Изменение содержания свободных аминокислот в мясе дикого кабана в зависимости от степени свежести. "Вопросы питания". Т.26, 1967, № 2.
- Зайцев В.П., Кизеветтер И.В., Лагунов Л.Л., Макарова Т.И., Миндер Л.В., Подсевалов В.Н. Технология рыбных продуктов. М., Изд-во "Пищевая промышленность", 1965.
- Замахаяев Д.Ф. К методике расчисления роста трески по отолитам. "Зоол. журнал". Т. XX. Вып. 2, 1941.
- Канд М.Э. Содержание жира в печени трески, добываемой в водах Эстонской ССР. "Рыбное хоз-во", 1949, № 10.
- Канд М.Э., Пожогина П. Техничко-химические свойства промысловых рыб латвийского и эстонского побережий Балтийского моря. Труды ВНИРО. Т.23, 1952.



- Ларионова Е. Некоторые данные о биологии и химическом составе трески Балтийского моря. "Вопросы питания. Т. I, 1952.
- Токарева Г.И. Методика определения возраста и особенности роста трески Балтийского моря. Труды АтлантНИРО. Вып. IО, 1963.
- Скорняков В.И. Балтийская треска и ее разведка. Калининград, 1958.
- Фердман Д.Л. Глутаминовая кислота и ее значение. "Вопросы биохимии в пищевой пром-ти". Киев, 1951.
- Awaraga, J. Application of paper chromatography to the estimation of free amino acids in tissues. "Archives Biochem.;" V.19, 1948, N 1.
- Baba, H. On the available lysine in protein of fish and algae. "Bull. Jap. Soc. Sci. Fish." V.26, 1960, N 3.
- Ito, K. The amounts of free amino-acids in the muscle of shellfishes and their variation during spoilage. "Bull. Jap. Soc. Fish." V.25, 1957, N 10-12.
- Kordyl, E. Chemical composition of the Baltic cod and herring in relation to the degree of sexual maturity. Prace Morsk. Inst. Rybach Gdyni, 1951, N 6.
- Mengi, T. Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung des reifenden Ovariums des Ostseedorsch. Kieler Meeresforsch., 21, 1965, N 1.
- Munro, L.C., Morrison, A.B. Effect of salting and smoking on protein quality of cod. "J. Fish. Res. Bd. Canada". V. 22, 1965, N 1.
- Shewan, J.M., Jones, N.R. Chemical changes occurring in cod muscle during chill storage and their possible use as objective indices of quality. "J. Sci. Food Agr.", V. 8, 1957.
- Wood, I.D. Biochemical studies on sockeye salmon during spawning migration. Canadian J. Bioch. and Physiol., V.36, 1958, N 8.