

УДК 639.371.53.04  
DOI 10.26897/0021-342X-2017-5-89-100

## АНАТОМО-ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИНЯ (*TINCA TINCA L.*)

В.П. ПАНОВ, Ю.И. ЕСАВКИН, С.А. ГРИКШАС, А.В. ЗОЛотова

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

*В статье приведены данные о недостаточно изученном объекте аквакультуры – линь. Этот вид выращивается совместно с другими видами рыб в поликультуре. В Западной Европе линь весьма популярен и является объектом селекции. В целом мясо линя отличается высоким качеством, но при этом особенности формирования его мясной продуктивности исследованы недостаточно. Для изучения данного параметра, наряду с морфометрическими и анатомическими, применяют и гистологические методы исследования. В работе приведены показатели, определяющие пропорции тела (длина тушки, головы, толщина и высота тела), мясные качества (масса, порки, тушки, филе). Соотношение соматических структур в порке выше, чем в целой рыбе: тушки – на 10,4%; головы с жабрами – 10,8%; головы без жабр – 4,3%; плавников – 11,1%; кожи – 7,5%; мышц – 7,9% и скелета – 20%. Рассматриваются особенности роста морфологических структур с использованием уравнений регрессии. Приводятся параметры аллометрического роста количественных показателей линя. Степенной коэффициент  $b$  рассчитанных аллометрических уравнений свидетельствует о низких процессах накопления мышечной массы, то есть соматические структуры отстают по росту от массы целой рыбы и ее порки. При этом более интенсивно растут такие структуры, как голова с жабрами и без жабр ( $b=1,058-1,13$ ), плавники ( $b=1,081-1,124$ ) и скелет ( $b=1,058-1,084$ ). Показана структура белых мышц рыб (диаметр, площадь и плотность волокон, соотношение тканей). По мере роста рыб отмечается увеличение среднего диаметра мышечных волокон на 32,9 и 37,8% (масса рыб 243 г против 505 и 810 г, разность достоверна). Судя по этим данным, изометрического роста мышечных волокон не наблюдается, поскольку масса рыб в конце выращивания увеличивается в 4,5 раза, а диаметр волокон – в 1,4 раза. Знание морфологических особенностей линя, его пищевой ценности, внутренней структуры мышечной ткани и ее изменение в процессе роста позволит в полной мере раскрыть значение этого вида для аквакультуры нашей страны. Дальнейшие исследования линя, его адаптационных особенностей, сочетаемости при совместном выращивании с другими видами предоставят широкие возможности для повышения его товарных качеств.*

**Ключевые слова:** *рост, морфометрия, мышцы, порка, тушка, мышечные волокна, качество рыбы.*

### Введение

Линь – представитель рыб семейства карповых обладает высокой биологической пластичностью и толерантностью к внешним условиям [1, 2]. Он широко распространен в Западной Европе, где является достаточно популярным и дорогим объектом аквакультуры. Мясо линя отличается высокими пищевыми качествами, поэтому он популярен как продукт питания в ряде зарубежных стран и является

коммерческим видом [7]. Линь как ценный в пищевом отношении вид рыбы подвергается всестороннему исследованию. Установлены показатели роста у немецких и чешских линей пяти различных селекционных групп в условиях контролируемой температуры воды [20].

Ряд исследований свидетельствует, что рыбопродукция при улучшении технологии выращивания линя может быть существенно увеличена [11–13]. Наряду с другими карповыми рыбами линь может использоваться как объект поликультуры. При выращивании линя в монокультуре отмечена меньшая рыбопродуктивность, чем при его использовании в качестве добавочной рыбы в карповых прудах [1, 7]. Вопросы, связанные с товарными качествами и пищевой ценностью мяса линя, послужили материалом для написания ряда работ как в нашей стране, так и за рубежом [7, 18].

О качестве мяса рыб можно судить по структуре мышечной ткани: диаметру и плотности волокон, соотношению тканей (мышечной, жировой и соединительной). Для этих целей широко используются гистологические методы для оценки качества мышечной ткани различных видов рыб [16]. При этом данных о гистоструктуре мышц линя как критерия их качества авторами статьи не обнаружено.

Целью настоящей работы является установление анатомических особенностей, гистологической структуры белых мышц линя для оценки роста и их качества.

### Методика исследований

Исследования проводили в Ростовской области на базе компании ООО «Невод-М» в летний период с июня по август 2014 г. Объектом исследования служили трех- и четырехлетние лини (10 самцов и 8 самок) массой 235–810 г. Морфометрические показатели и соотношение частей тела рыб определяли по методам, предложенным И.Ф. Правдиным [9] и А.К. Кублицкасом [5]. Для изучения гистологии образцы мышц эпаксиальной части вырезали на уровне спинного плавника. Фиксация осуществлялась в 10%-ном растворе формалина. Для получения гистологических срезов на замораживающем микротоме использовали образцы, залитые в желатин. Окраска срезов осуществлялась суданом III и гематоксилином. Диаметр белых мышечных волокон определяли с помощью окуляр-микрометра. Рассчитывали количество волокон на 1 мм<sup>2</sup>, среднюю площадь одного волокна, после чего определяли общую площадь, занимаемую мышечными волокнами. Поскольку линь является рыбой с невысоким содержанием жира в мышцах, на гистопрепаратах он не обнаружен. В связи с этим площадь, незанятую мышечными волокнами, относили к соединительной ткани.

При изучении связи морфометрических показателей и частей тела с длиной и массой рыб использовали формулу простой аллометрии  $y=ax^b$ . Статистическая оценка степенного коэффициента  $b$  аллометрических уравнений проводилась согласно А.А. Зотину [4]. Полученный материал обработан по стандартным программам статистической обработки.

### Результаты и обсуждение

Исследуемые особи линя по массе тела обладали достаточно высокой вариабельностью. Несмотря на это, изменчивость большинства относительных морфометрических показателей оказалась невысокой (табл. 1).

Наиболее высокие значения коэффициента вариации морфометрических показателей наблюдаются при исследовании относительной толщины тела, которая

## Морфологические показатели линия

Показатель	<i>M</i>	<i>m</i>	$\sigma$	<i>C<sub>v</sub></i> , %	Min–Max
Масса рыб, г	380	31	132	34,9	235–810
Длина, <i>L</i>	29,6	0,71	3,0	10,1	25,5–38,0
В % от длины рыб ( <i>L</i> ) ( <i>n</i> =18)					
Длина, <i>l</i>	86,3	0,44	1,9	2,2	82,1–88,9
Тушка	57,7	0,67	2,8	4,9	53,5–63,9
Голова	23,5	0,28	1,2	5,1	21,3–25,7
Высота	26,7	0,27	1,2	4,4	23,8–28,5
Толщина	13,9	0,26	1,1	8,1	12,4–16,3
Обхват	67,0	0,55	2,3	3,5	63,7–70,4
В % от массы рыб ( <i>n</i> =15)					
Порка	90,3	0,78	3,0	3,3	83,9–93,8
Тушка	66,1	0,81	3,1	4,7	61,1–70,3
Голова с жабрами	18,6	0,35	1,4	7,3	17,0–21,5
Голова без жабр	16,3	0,35	1,4	8,9	12,0–17,4
Плавники	4,4	0,17	0,66	15,1	3,2–5,4
Кожа	13,3	0,23	0,9	6,8	12,2–15,2
Мышцы	39,3	0,64	2,3	6,3	34,4–43,9
Стволовой скелет	13,5	0,60	2,3	15,5	9,4–18,4
В % от массы порки ( <i>n</i> =15)					
Тушка	73,0	0,69	2,66	3,6	67,7–76,3
Голова с жабрами	20,6	0,46	1,77	8,6	18,4–24,7
Голова без жабр	17,0	0,32	1,26	7,4	15,1–19,9
Плавники	4,9	0,48	1,84	10,7	13,9–19,9
Кожа	14,3	0,13	0,19	3,4	13,4–15,2
Мышцы	42,4	0,34	1,32	3,1	39,5–43,9
Стволовой скелет	16,2	0,48	1,85	1,9	13,9–19,9

связана непосредственно с развитием гонад и, соответственно, с полом рыб. Вместе с тем следует отметить, что рыба не анализировалась по полу.

Масса внутренних органов составляет у рыб около 10% от ее массы. Доля тушки, включающей мышцы, кожу и стволовой скелет, равняется 66,1%, а съедобных частей, кожи и мышц – 52,6%. Голова без жабр, которую можно использовать для приготовления некоторых блюд, на 2,3% меньше, чем голова с жабрами. Относительная масса плавников невысокая. Наибольшая изменчивость отмечена для относительной массы плавников и стволового скелета (15,1–15,5%), а наименьшая – для такой крупной структуры, как порка (3,3%) (табл. 1).

Соотношение соматических структур в порке выше, чем в целой рыбе, %: тушки – на 10,4; голове с жабрами – 10,8; голове без жабр – 4,3; плавников – 11,1; кожи – 7,5; мышц – 7,9 и скелета – 20. Повышение доли различных структур тела находится в соответствии с уменьшением массы порки в связи с удалением висцеральных систем.

Изменения величин относительных показателей в сторону их увеличения в порке происходит на фоне уменьшения ошибки средней, среднеквадратичного отклонения и коэффициента вариации признаков, что свидетельствует об уменьшении вариабельности отдельных частей тела рыб. Это является следствием уменьшения крайних значений изучаемых показателей.

Величина морфометрических показателей, характеризующих продуктивные качества рыб (высота, толщина, обхват тела и длина головы), существенно отстает от роста их массы ( $b=0,305-0,417$ ). При этом коэффициент детерминации относительно низкий, что особенно видно на примере толщины тела.

Т а б л и ц а 2

**Связь морфологических параметров с массой целой рыбы и ее поркой**

Показатель	Коэффициенты уравнения $y=axb$		
	A	$b \pm m$	$R_2$
Масса рыб (238–810 г)			
Длина головы, см	0,875	0,351±0,048	0,53
Длина тушки, см	2,728	0,311±0,066	0,79
Высота тела, см	1,308	0,305±0,026	0,64
Толщина тела, см	0,364	0,417±0,649	0,38
Обхват тела, см	2,198	0,351±0,010	0,65
Порка, г	1,092	0,968±0,024	0,82
Тушки, г	0,951	0,939±0,028	0,71
Голова с жабрами, г	0,102	1,102±0,134	0,84
Голова без жабр, г	0,109	1,058±0,193	0,70
Кожа, г	0,204	0,922±0,057	0,78
Плавники	0,028	1,081±0,674	0,87
Мышц, г	0,695	0,899±0,055	0,85
Стволовой скелет, г	0,111	1,058±0,086	0,85
Масса порки (220–705 г)			
Тушка, г	0,874	0,970±0,010	0,84
Голова с жабрами, г	0,095	1,130±0,199	0,71
Голова без жабр, г	1,010	1,090±0,208	0,70
Плавники	0,024	1,124±0,456	0,87
Кожа, г	0,187	0,954±0,026	0,78
Мышцы, г	0,635	0,930±0,016	0,85
Стволовой скелет, г	0,102	1,084±0,136	0,85

Гистологическая структура белых мышц линя ( $n=50$ )

Масса рыбы, г	Диаметр мышечных волокон, мкм	Площадь мышечного волокна, мкм <sup>2</sup>	Количество волокон, шт./мм <sup>2</sup>	Площадь, занимаемая волокнами, %
234	22,2±0,84	387,7±29,4	1892	73
320	23,7±0,82	439,3±31,3	1826	80
505	29,5±1,05*	680,9±46,9*	1236	83
810	30,6±0,91*	735,2±42,2*	1188	87

Примечания:  $n$  – количество измеренных волокон в каждой массовой группе; \* – разность между особями из первой и другими группами достоверна при  $P \leq 0,05$ .

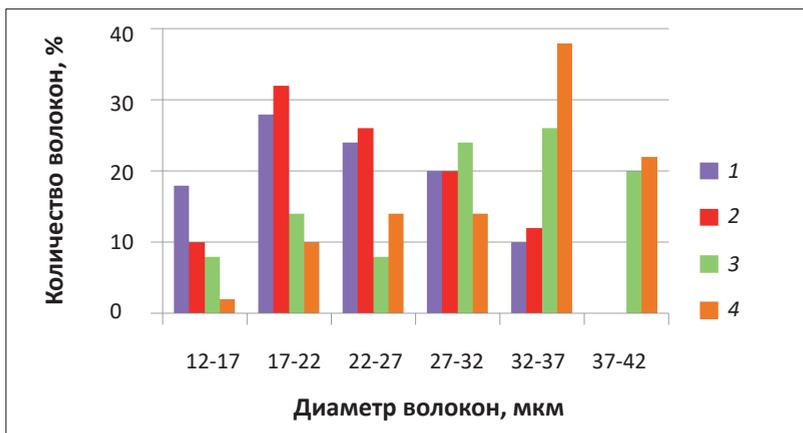
Показатели, определяющие мясную продуктивность (порка, тушка, мышцы), характеризуются невысокой отрицательной аллометрией, то есть интенсивность наращивания их массы отстает от скорости роста общей массы рыб. В то же время голова с жабрами и без них, а также стволовой скелет, судя по степенному коэффициенту, отличаются несколько большей скоростью роста ( $b=1,058-1,102$ ) (табл. 2).

Соматические части относительно их комплекса (порка) растут фактически таким же образом, как и структуры относительно всего организма, однако значения параметров уравнения регрессии (коэффициенты  $a$  и  $b$ ) в первом случае несколько выше. Коэффициенты детерминации аллометрической зависимости различных частей организма достаточно высокие ( $R_2=0,71-0,87$ ) (табл. 2).

Соматическая мускулатура (мясо) образована волокнами (симпласт большого количества мышечных клеток) различного типа (белыми – быстрыми и красными – медленными). Основная масса мышц представлена белыми мышечными волокнами, размеры которых изменяются в процессе роста рыб. Морфометрические показатели мышечной ткани линя различной массы представлены в табл. 3.

По мере роста рыб отмечается увеличение среднего диаметра мышечных волокон на 32,9 и 37,8% (средняя масса рыб 243 г против 505 и 810 г, разность достоверна). Судя по этим данным, изометрического роста мышечных волокон не наблюдается, поскольку масса рыб в конце выращивания увеличивается в 4,5 раза, а диаметр волокон – в 1,4 раза. Аналогичные данные получены и для площади мышечного волокна. Количество мышечных волокон связано обратной зависимостью с их размерами. У рыб со средней массой 810 г в начале (234 г) и конце (810 г) исследования величина этого показателя уменьшается в 1,6 раза. Однако это не приводит к снижению плотности волокон. Площадь, занимаемая ими, возрастает с 73 до 87% (табл. 3). Поскольку на гистопрепаратах белых мышц нами отмечено включение жира, вся свободная от мышечных волокон площадь занята соединительной тканью эндо- и перимизия (27–13%). Судя по количеству соединительнотканного компонента, качество мяса с увеличением размеров рыб повышается. Соотношение мышечного и соединительнотканного компонентов увеличивается с 3,2 до 6,7.

Размерная характеристика мышечных волокон и их динамика представлена на рисунке.



Количество мышечных волокон разного диаметра в группах рыб с различной массой:  
 1 – средняя масса рыб – 234 г; 2 – средняя масса рыб – 320 г;  
 3 – средняя масса рыб – 505 г; 4 – средняя масса рыб – 810 г

По мере роста рыб наблюдаются изменения в классовом составе волокон, что характеризуется двумя процессами, определяющими рост мышц: гиперплазией и гипертрофией. У мелких и средних групп рыб (масса 234–320 г) преобладающими являются волокна с классовым промежутком их диаметров в пределах 12–32 мкм (до 89%). У рыб массой 505–810 г наблюдается появление в большом количестве относительно крупных волокон – 32–42 мкм (42–62%), а доля более мелких – снижается или они исчезают совсем, как у рыб массой 810 г. В данном случае наблюдается смена фазы увеличения количества волокон и их роста.

Взаимосвязь диаметра белых мышечных волокон с массой и длиной рыб выражается относительно низкими значениями степенного коэффициента  $b$  (табл. 4). Это свидетельствует об отставании увеличения размеров волокон от основных показателей роста линия – длины и массы. Степенной коэффициент уравнения регрессии при установлении связи площади волокон с размерами рыб по сравнению с их диаметром увеличивается в два раза. Однако количество волокон на единицу площади с увеличением размеров существенно снижается, и коэффициенты

Т а б л и ц а 4

**Параметры уравнения относительного роста гистологических структур белых мышц в зависимости от массы и длины рыб ( $y=axb$ )**

Показатели	Масса рыб, г		Длина рыб, см	
	$a$	$b$	$a$	$b$
Диаметр волокон, мкм	5,01	0,28±0,12	1,61	0,81±0,13
Площадь волокна, мкм <sup>2</sup>	18,41	0,56±0,48	1,85	1,68±0,49
Количество волокон, шт./мм <sup>2</sup>	19899	-0,43±0,48	118066	-1,27±0,72

Примечание.  $R_2=0,80-0,88$ .

$b$  имеют отрицательное значение, которое наиболее выражено в случае с длиной рыб ( $b=-1,27$ ).

Морфометрические показатели широко используются для установления биологических особенностей рыб и их коммерческих качеств, в частности мясной продуктивности. Многие промеры и индексы телосложения имеют непосредственное отношение к росту мускулатуры рыб, что позволяет говорить с той или иной вероятностью о степени развития мышечной массы. Они широко используются в селекции и установлении выхода филе [9, 12, 15, 26]. Изменчивость морфометрических показателей относительно невысокая, несмотря на существенные различия длины и массы исследуемых особей линя.

Линь обладает относительно невысоким выходом мяса, которое в основном составляют белые мышцы (от массы рыб). По данным итальянских исследователей, у линя с массой 75,5 г филе составляет 30,6% от массы рыбы [17]. При увеличении массы гибридных линий до 322 г отмечено повышение доли филейного мяса до 34,4%.

Полученные данные выше, чем у других исследователей. Средняя масса мышц линей, изученных авторами данной статьи, составляет 39,3% от массы рыб и 42,4% от массы порки при невысокой вариабельности этого показателя (соответственно  $C_v=6,3\%$  и  $C_v=3,1\%$ ). В литературе встречаются и более высокие показатели мясисто-сти этих карповых рыб (50–57%) [18]. Довольно существенные различия по выходу мышечной массы у линя, полученные разными исследователями, по мнению авторов статьи, определяются методикой получения данных, размером и полом рыб, а также направленностью селекционного процесса.

Невысокие значения мышечной массы у линя обоснованы интенсивностью роста различных морфологических структур. К ним относятся порка, тушка и непосредственно мышцы. Степенной коэффициент  $b$  рассчитанных аллометрических уравнений свидетельствует о низких процессах накопления мышечной массы, поскольку соматические структуры отстают по росту от массы целой рыбы или ее порки (табл. 2). При этом более интенсивно растут такие структуры, как голова с жабрами и без жабр ( $b=1,058-1,13$ ), плавники ( $b=1,081-1,124$ ) и скелет (1,058–1,084). Для многих видов отмечен положительный аллометрический рост мышечной составляющей, особенно в раннем постнатальном онтогенезе, чему посвящен ряд работ [3, 6, 8]. Дается морфометрическая характеристика миотомной мускулатуры в связи с кислородными условиями (нормоксии и гипоксии) [14, 15]. В этих исследованиях процессы роста мышечных волокон не рассматриваются. Известно, что рост мышечной ткани связан непосредственно с изменением ее структуры. У быстрорастущей линии радужной форели по сравнению с медленно растущими рыбами в белых мышцах наблюдается более продолжительное и интенсивное увеличение количества волокон. У медленно растущих рыб наиболее существенное значение при увеличении массы мышц имеет гипертрофия волокон.

Рост мышечной ткани линя осуществляется в данном размерном диапазоне, в большей степени за счет гиперплазии мышечных волокон, а не за счет увеличения их диаметров, несмотря на то что размеры мышечных волокон несколько увеличиваются. Количество волокон на 1 мм<sup>2</sup> с увеличением размеров рыб снижается, а площадь одного волокна увеличивается, что приводит к уменьшению доли соединительной ткани (эндомизия). Это происходит на фоне отставания увеличения диаметра мышечных волокон от скорости роста массы и размеров рыб. Однако увеличение площади волокон опережает рост рыб в длину ( $b=1,68$ ), что в целом сказывается на их

плотности, которая имеет отрицательную зависимость с массой и длиной рыб. Судя по полученным результатам, плотность мяса линя и его технологические свойства с увеличением размеров повышаются.

### Заключение

Морфология коммерческих видов рыб, рост мышц и связанных с ними различных частей тела является базисом для углубления знаний с целью оценки объектов рыбного хозяйства как продукта питания. Для более полной характеристики необходимо знать не только их количественную составляющую (соотношение частей тела), но и внутреннюю структуру основной и наиболее ценной части рыб – мышц. Безусловно, подобным исследованиям должны подвергаться не только массовые виды рыб (каarp, форель, семга и др.), но и не так широко распространенные, но при этом не менее ценные виды рыб (например, линь). Знание анатомо-гистологических особенностей линя, его пищевой ценности, внутренней структуры мышечной ткани и ее изменений в процессе роста позволит в полной мере раскрыть значение этого вида для аквакультуры нашей страны. Дальнейшие исследования линя, его адаптационных особенностей, сочетаемости при совместном выращивании с другими видами предоставят широкие возможности для повышения его товарных качеств.

### Библиографический список

1. Вавилкин А.С. Линь как добавочная рыба в карповых прудах // Известия московской рыбоводно-мелиоративной опытной станции. 1956. Т. 1. С. 209–221.
2. Вербицкас Ю.Б. Линь в водоемах Литвы (среда обитания, биология и перспективы развития): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Вильнюс, 1968. 12 с.
3. Золотова А.В., Панов В.П., Есавкин Ю.И. Рост соматических структур и морфометрическая характеристика скелетной мускулатуры нильской тилляпии (*Oreochromis niloticus* L.) // Известия ТСХА. 2013. Вып. 2. С. 76–87.
4. Зотин А.А. Статистическая оценка параметров аллометрических уравнений // Известия РАН. Сер.: Биологическая, 2000. № 5. С. 517–524.
5. Кублицкас А.К. Методы изучения жировых запасов, мясистой и весовых соотношений частей тела // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс: Мокслас, 1976. Ч. II. С. 104–109.
6. Кулинич Ю.И. Особенности технологии выращивания радужной форели в связи с неравномерностью ее роста: дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1998. 179 с.
7. Маслова Н.И., Серветник Г.Е. Рыбоводно-биологическая оценка видов рыб, пригодных для выращивания в поликультуре. М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016. 197 с.
8. Панов В.П. Мясная продуктивность рыб. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 320 с.
9. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 96 с.
10. Bosworth B.G., Holland M., Brazil L. Evaluation of ultrasound imagery and density as traits for indirect selection for dress-out percentage of channel catfish // Prog. Fish-Cult. 1985. Vol. 47. P. 169–175.
11. Fullner G. Aufzucht von Speisescheien in Teichen // Fischer & Teichwirt, 1996. Bd. 47. P. 402–404.

12. Fullner G., Pfeifer M. Möglichkeiten zur Verbesserung der Ergebnisse bei der Aufzucht von Schleien (*Tinca tinca* L.) in Teichen. Teil 1: Emsommerige Satzschleien // Fischer & Teichwirt. 1994. Bd. 45. P. 134–138.

13. Fullner G., Pfeifer M. Möglichkeiten zur Verbesserung der Ergebnisse bei der Aufzucht von Schleien (*Tinca tinca* L.) in Teichen. Teil 2: Zweisommerige Satzschleien // Fischer & Teichwirt. 1994. Bd. 45. P. 261–264.

14. Johnston I.A., Bernard L.M. Routine oxygen consumption and characteristics of the myotomal muscle in tench: Effects of long-term // Cell Tissue Res. 1982. Vol. 227. P. 161–177.

15. Johnston I.A., Bernard L.M. Ultrastructure and metabolism of skeletal muscle fibres in the tench: Effects of long-term acclimation to hypoxia // Cell Tissue Res. 1982. Vol. 227. P. 179–199.

16. Johnston I.A., Alderson D., Sandeham C. et al. Muscle fibre recruitment in early and late maturing strains of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) // Aquaculture, 2000. Vol. 189. P. 307–333.

17. Laura G., Gai L.P., Lussiana C. et al. Morphometry, slaughtering, performances, chemical and fatty acid composition of protected designation of origin «Golden hump tench of Poirino highland» product // Rev. Fish. Biol. Fisheries. 2010. Vol. 20. P. 357–365.

18. Luhman M., Mann H. Jahreszeitliche veränderungen der Antile einzelner organe am Gewioht Schleie (*Tinca tinca* L.) // Verh. Ent. ver. Theoret und angen. Limnol. 1966. Bd. 16. P. 1116–1122.

19. Nguyen N.H., Ponzoni R.W., Abu-Bakar K.R. et al. Correlated response in fillet weight and yield to selection for increased harvest weight in genetically improved farmed tilapia (GIFT strain), *Oreochromis niloticus* // Aquaculture. 2010. Vol. 305. P. 1–5.

20. Rennert B., Kohlmann K., Hack H. A performance test with five different strains of (*Tinca tinca* L.) under controlled warm water // J. Appl. Ichthyol., 2003. Vol. 19. P. 161–164.

## ANATOMICAL AND HISTOLOGICAL FEATURES OF TENCH (*TINCA TINCA* L.)

V.P. PANOV, Yu.I. ESAVKIN, S.A. GRIKSHAS, A.V. ZOLOTOVA

(Russian Timiryazev State Agrarian University)

*The paper presents a sort of data on such an insufficiently studied aquaculture object as tench. This species is grown up together with other fish species in polyculture. Tench is very popular in Western Europe, where it is widely selected. In general, tench meat features high quality. At the same time specific features of ensuring high tench meat productivity are studied insufficiently. To study this parameter; alongside with morphometric and anatomic research methods, histologic methods should also be used. The paper presents indicators determining body proportions (the length of a trunk and a head, the thickness and height of a body), fish meat qualities (splitting weight, a trunk, and fillet). The ratio of somatic structures in splitting is higher than that in the whole fish: a trunk – by 10,4%; a head with gills – by 10,8%; a head without gills – by 4,3%; fins – by 11,1%; skin – by 7,5%; muscles – by 7,9% and a skeleton – by 20%. Specific features of the growth of morphological structures have been considered with the use of regression equations.*

The authors present the allometric growth parameters of quantitative indices of tench. The degree coefficient  $b$  of the calculated allometric equations demonstrates low processes of accumulation of muscle bulk, i.e. somatic structures lag behind in body height as compared with the mass of the whole fish and its splitting. At the same time such structures as a head with gills and without gills ( $b=1,058-1,13$ ), fins ( $b=1,081-1,124$ ) and a skeleton ( $b=1,058-1,084$ ) grow more intensively. The structure of white muscles of fish (their diameter, the area and density of fibers, the ratio of tissues) is shown as well. Fish growth is accompanied by an increase in average diameter of muscle fibers by 32,9 and 37,8% (the fish mass of 243 g as contrasted to 505 and 810 g, the difference is reliable). With account of these data, the isometric growth of muscle fibers is not observed as the fish weight increases by 4,5 times, and the diameter of fibers – by 1,4 times at the end of growing. Information on morphological features of tench, its nutrition value, the internal structure of muscular tissue and its change in the process of growing up will allow revealing the full value of this fish species for the aquaculture of our country. Further investigation of tench, its adaptive features, compatibility with joint growing with other species will provide opportunities of enhancing its commercial properties.

**Key words:** growth, morphometry, muscles, splitting, trunk, muscle fibers, fish meat quality.

## References

1. Vavilkin A.S. Lin kak dobavochnaya ryba v karpovykh prudakh [Lin as an additional fish in carp ponds] // Izvestiya moskovskoy rybovodno-meliorativnoy opytnoy stantsii, 1956. Vol. 1. P. 209–221.
2. Verbitskas Yu.B. Lin v vodoyemakh Litvy (sreda obitaniya, biologiya i perspektivy razvitiya) [Lin in the reservoirs of Lithuania (habitat, biology and development prospects)]: Self-review of PhD (Bio) thesis. Vilnius, 1968. 12 p.
3. Zolotova A.V., Panov V.P., Yesavkin Yu.I. Rost somaticheskikh struktur i morfometricheskaya kharakteristika skeletnoy muskulatury nil'skoy tilyapii (*Oreochromis niloticus* L.) [The growth of somatic structures and the morphometric characteristics of the skeletal musculature of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.)] // Izvestiya TSKhA. 2013. Issue 2. P. 76–87.
4. Zotin A.A. Statisticheskaya otsenka parametrov allometricheskikh uravneniy [Statistical estimation of the parameters of allometric equations] // Izvestiya RAN. Ser.: Biologicheskaya, 2000. No. 5. P. 517–524.
5. Kubliiskas A.K. Metody izucheniya zhirovykh zapasov, myasistosti i vesovykh sootnosheniy chastey tela [Methods for studying fat reserves, fleshiness and weight ratios of body parts] // Tipovyve metodiki issledovaniya produktivnosti vidov ryb v predelakh ikh arealov. Vilnius: Mokslas, 1976. P. II. P.104–109.
6. Kulinich Yu.I. Osobennosti tekhnologii vyrashchivaniya raduzhnoy foreli v svyazi s neravnomernost'yu yeye rosta [Peculiarities of the technology of growing rainbow trout in connection with the uneven trout growth]: Self-sevieu of PhD (Ag) thesis. M., 1998. 179 p.
7. Maslova N.I., Servetnik G.Ye. Rybovodno-biologicheskaya otsenka vidov ryb, prigodnykh dlya vyrashchivaniya v polikulture [Fishery-biological assessment of fish species suitable for cultivation in polyculture]. M.: RGAU-MSKhA imeni K.A. Timiryazeva, 2016. 197 p.
8. Panov V.P. Myasnaya produktivnost ryb [Meat productivity of fish]. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 320 p.
9. Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb [Guide to the study of fish]. M. Pischevaya pro-st, 1966. 96 p.

10. *Bosworth B.G., Holland M., Brazil L.* Evaluation of ultrasound imagery and density as traits for indirect selection for the dress-out of the channel catfish // *Prog. Fish-Cult.* 1985. Vol. 47. P. 169–175.

11. *Fullner G.* Aufzucht von Speisescheien in Teichen // *Fischer & Teichwirt.* 1996. Issue 47. P. 402–404.

12. *Fullner G., Pfeifer M.* Möglichkeiten zur Verbesserung der Ergebnisse bei der Aufzucht von Schleien (*Tinca tinca* L.) in Teichen. Teil 1: Emsom-merige Satzschleien // *Fischer & Teichwirt.* 1994. Issue 45. P. 134–138.

13. *Fullner G., Pfeifer M.* Möglichkeiten zur Verbesserung der Ergebnisse bei der Aufzucht von Schleien (*Tinca tinca* L.) in Teichen. Teil 2: Zweisom-merige Satzschleien // *Fischer & Teichwirt.* 1994. Issue 45. P. 261–264.

14. *Johnston I.A., Bernard L.M.* Routine oxygen consumption and characteristics of the myotomal muscle in tench: Effects of long-term // *Cell Tissue Res.* 1982. Vol. 227. P. 161–177.

15. *Johnston I.A., Bernard L.M.* Ultrastructure and metabolism of skeletal muscle fibres in the tench: Effects of long-term acclimation to hypoxia // *Cell Tissue Res.* 1982. Vol. 227. P. 179–199.

16. *Johnston I.A., Alderson D., Sandeham C.* et al. Muscle fiber recruitment in early and late maturing strains of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) // *Aquaculture.* 2000. Vol. 189. P. 307–333.

17. *Laura G., Gai L. P., Lussiana C.* et al. Morphometry, slaughtering, performances, chemical and fatty acid composition of protected designation of origin «Golden hump tench of Poirino highland» product // *Rev. Fish. Biol. Fisheries.* 2010. Vol. 20. P. 357–365.

18. *Luhman M., Mann H.* Jahreszeitliche Veränderungen der Anteile einzelner Organen am Gewicht Schleie (*Tinca tinca* L.) // *Verh. Ent. ver. Theoret und angew. Limnol.* 1966. Issue 16. P. 1116–1122.

19. *Nguyen N.H., Ponzoni R.W., Abu Bakar K.R.* et al. Correlated harvesting in the genetically improved farmed tilapia (GIFT strain), *Oreochromis niloticus* // *Aquaculture.* 2010. Vol. 305. P. 1–5.

20. *Rennert B., Kohlmann K., Hack H.A.* The transformation test with five different strains of (*Tinca tinca* L.) under controlled warm water // *J. Appl. Ichthyol.* 2003. Vol. 19. P. 161–164.

**Панов Валерий Петрович** – д. б. н. проф. кафедры морфологии и ветеринарии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 44; Тел. (499) 977-14-47; e-mail: panovval@gmail.com).

**Есавкин Юрий Иванович** – д. с-х. н., проф. кафедры аквакультуры и пчеловодства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Пасечная, 4; тел. (499) 976-00-09; e-mail: panovval@gmail.com).

**Грикшас Стяпас Антанович** – д. с-х. н., проф. кафедры технологии хранения и переработки продуктов животноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел. (499) 976-46-12; e-mail: stepangr56@mail.ru).

**Золотова Анастасия Владимировна** – к. б. н., зав. музеем кафедры морфологии и ветеринарии, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел. (499) 976-64-52).

**Valery P. Panov** – DSc (Bio), Professor of the Department of Morphology and Veterinary, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 44; phone: +7 (499) 977-14-47; e-mail: panovval@gmail.com).

**Yuri I. Esavkin** – DSc (Ag), Professor of the Department of Aquaculture and Beekeeping Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Pasechnaya str., 4; phone: +7 (499) 976-00-09; e-mail: panovval@gmail.com).

**Styapas A. Grikshas** – DSc (Ag), Professor of the Department of Technology, Storage and Processing of Livestock Products Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazeskaya str., 49; phone: +7 (499) 976-46-12; e-mail: stepangr56@mail.ru).

**Anastasia V. Zolotova** – PhD (Bio), Head of the Museum at the Department of Morphology and Veterinary Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazeskaya str., 49; phone: +7 (499) 976-64-52).