

УДК 597.0/5–14

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2020.2.12>

## **МИКРОАНАТОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА КОРМОВ НА СТРУКТУРУ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ БЕЛОГО АМУРА (*STENOPHARYNGODON IDELLA VALENCIENNES*, 1844)**

*Козий М.С. – д. биол. наук, профессор,  
Государственное высшее учебное заведение  
«Черноморский национальный университет имени Петра Могилы»,  
kozij67@gmail.com*

В статье показаны результаты оценки влияния различных кормов на формирование миометрической мускулатуры у белого амура. Определено, что динамика роста красного и белого мускула зависит от состава корма. Установлено, что наиболее интенсивно растут белые мышечные волокна. Наиболее контрастно это прослеживается при потреблении рыбами корма с оптимизированным составом. У особой опытной группы наблюдалось различие в толщине волокон, которое по сравнению с контрольным аналогом составило 5,6 мкм. На момент завершения эксперимента интенсивность роста белых волокон у рыб была несколько снижена и составляла в разнице 3,6 мкм. На протяжении всего периода кормления красная мышца отличалась невыразительной динамичностью роста (что составило в разнице 1,5 мкм). Данный факт можно объяснить особенностями метаболизма и сократительной активности красной мышечной ткани. Количество стромального компонента в мышечной ткани находится в зависимости от увеличения диаметра поперечного сечения волокон. На фоне роста толщины волокон, количество соединительной ткани в мышцах постепенно сокращается.

При учёте физиологических особенностей роста белой мышцы следует ожидать утолщения волокон за счёт продольного расщепления миофибрилл и активации деления миосателлитоцитов с последующей их трансформацией в сократительные элементы. Использование специальных методов окрашивания позволило выявить в дифференцированных белых волокнах рыб опытной группы содержание небольшого количества миофибрилл. Данная особенность гистологического строения характеризует высокие показатели нежности белого мяса. Обнаруженная повышенная наполняемость миофибриллами красных волокон рыб опытной группы свидетельствует о способности мяса дополнительно удерживать и сохранять биологически связанную воду. Данный факт свидетельствует в пользу качества сочности, что востребовано при технической и кулинарной обработке рыбохозяйственной продукции.

Потребление рыбами неадекватных кормов приводит к уменьшению количества миофибрилл в пределах мышечного волокна. Слабая восприимчивость волокнами цитоплазматических красителей формирует специфическую картину водянистого мяса. Данное обстоятельство указывает на несоответствие нормативным показателям качества рыбохозяйственной продукции и демонстрирует невыполнение одного из условий решения вопроса качества питания.

Полученные результаты экспериментальных исследований могут быть использованы в рыбоводстве при оценке степени влияния разнообразных кормов на интерьерные показатели объектов аквакультуры. Это позволит решать производственные задачи и своевременно находить пути предупреждения возникающих проблем.

Ключевые слова: белая мышца, красная мышца, паренхима, строма, мышечное волокно, рост.

**Постановка проблемы.** В последние годы на потребительском рынке Украины наблюдается расширение ассортимента рыбохозяйственной продукции. Как правило, официальное оценивание её качества направлено преимущественно на определение безвредности, в связи с чем фактически не затрагивает как идентификации составляющих сырья, так и выявления соответствия продукции существующим нормам [9]. Необходимо также отметить, что органолептическая оценка качества мяса рыб предоставляет истинную информацию далеко не всегда. В данной связи, своевременный и поэтапный микроанатомический мониторинг с последующим анализом является надёжным и объективным методом контроля состояния организма [10].

Гистологический анализ представляет собой метод прямого определения истинного состава и состояния органов рыб. Он принадлежит к числу достаточно давно известных. При своём широком применении в биологических исследованиях, в рыбоводстве метод используется весьма нечасто, так как работа с тканями рыб отличается специфичностью. Микроскопированию подвергаются объекты после технологического воздействия [9], либо нативный материал [10]. В отличие от микроанатомических исследований продуктов питания, изучение нативных тканей позволяет адекватно судить о направленности механизмов и связанных с ними изменений, происходящих в отдельных органах рыб. Таким образом, на основе знаний морфологических особенностей различных тканевых структур представляется возможным не только установить факт тканевой или клеточной модификации, но и определить степень оптимальности или негативности воздействия фактора.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Наблюдающееся в пределах акваторий Украины сокращение численности популяций промысловых видов рыб провоцирует возникновение ряда проблем, нуждающихся в рациональном и интенсивном решении. Существующий потенциал к восстановлению утраченных объёмов рыбной продукции основывается на интенсификации производства специализированных рыбохозяйственных комплексов [5, 7]. Известно также, что внедрение ценных видов в аквакультуру ощутимо сдерживается дефицитом качественного рыбопосадочного материала, получение которого часто трудноосу-

шествимо даже в соответствующих стандартах условиях содержания и кормления [2]. В данной ситуации, важной составляющей экспериментов по изучению действия составляющих кормов на развитие и рост молоди рыб является контроль состояния естественной резистентности организма [3; 11]. В конечном итоге, при повышении физиологического статуса рыб достигается обеспечение требуемого количества мясной продукции и, что немаловажно, её качества. Исходя из этого, возможность получения данных о процессах формирования мускулатуры рыб в индустриальных условиях и оперирование ими в целях устранения и корректировки отдельных производственных недостатков определяет актуальность выбранного направления.

**Постановка задания и методы исследования.** В основу данной работы легли результаты исследований, проведенных в весенний период 2020 г. на кафедре водных биоресурсов и аквакультуры ХГАУ. В моделирующем эксперименте, поставленном с целью изучения воздействия составляющих кормов на микроструктурную организацию миометрической мускулатуры, по принципу аналогов были сформированы две группы: контрольная и опытная, численностью 12 особей каждая. В целях проведения сравнительного анализа действия качества корма, отдельно была сформирована группа рыб (12 особей), получавших неадекватный корм. Принадлежность к полу во всех случаях не учитывалась.

Первая группа получала исключительно естественную пищу (в соответствии с особенностями питания вида); вторая – оптимизированный корм следующего состава (40 % естественной пищи + 60 % искусственного корма). Искусственный корм имел следующий состав: шрот соевый (20 %), шрот подсолнечный (20 %), ячмень (10 %), пшеница (10 %), горох (15 %), мука травяная (6 %), мука рыбная (4 %), дрожжи (5 %), отруби пшеничные (4 %), мел (1 %), премикс «Бустерпэк» (5 %). Отдельная группа получала корм, идентичный по составу последнему, но с грубым нарушением технологии хранения.

Кормление подопытных сеголеток белого амура проводили в аквариальных условиях, при температуре воды 22-23°C. По истечении 40 суток от начала эксперимента изучали гистологические показатели волокон красной и белой туловищной мускулатуры. С целью соблюдения чистоты эксперимента, из миомеров туловища рыб предварительно забирались биопсийные пробы, что позволило максимально унифицировать исходные гистологические показатели мышечных волокон. Численность выборки для каждой группы составила 8 особей.

Обработку полученного материала проводили с помощью авторского оборудования и оригинальных методик, специально адаптированных для гистологической диагностики тканей гидробионтов [4].

Точные исследования были выполнены с привлечением оптической аппаратуры высокого класса («E. Leitz – Diaplan», Plan-Apochromat-10-IRIS; «K. Zeiss – Axioplan», Plan-Apochromat-10, Германия).

Биометрические исследования тканей выполнены согласно общепринятым методикам [1].

Полученные результаты обрабатывали методом вариационной статистики с использованием пакета прикладных программ «Microsoft Excel» с акцентированием внимания на ошибках средних величин [6].

**Изложение основного материала исследования.** Результаты исследований мышц подопытных рыб показали, что гистологическая структура красного и белого мускула однотипна – волокна собраны в отдельные пучки и окружены прослойками соединительной ткани. Вместе с тем, волокна разнообразны по своим формам и размерам, отличаются гистоархитектоникой ядер и толщиной, в особенности – динамикой роста (табл. 1, 2).

Таблица 1. Гистологические особенности белого и красного мускула сеголеток белого амура,  $M \pm n$ ,  $n=8$

Группа	Белая мышца			Красная мышца		
	диаметр волокна, мкм	соотношение, %		диаметр волокна, мкм	соотношение, %	
		паренхима	строма		паренхима	строма
начало эксперимента						
контрольная	22,3±0,19	67,2±0,78	32,8±0,45	18,4±0,19	84,2±0,09	15,8±0,17
опытная	22,8±0,14	66,3±0,56	33,7±0,92	18,1±0,37	85,5±0,32	14,5±0,19
40 суток						
контрольная	28,4±0,31*	73,4±0,68*	26,6±0,39*	21,2±0,39	87,7±0,97	12,3±0,77
опытная	34,0±0,18**	80,3±0,35**	19,7±0,54**	22,4±0,78*	92,6±0,58**	7,4±0,10**

Примечание: \* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ ;

Проба ткани взята на уровне 10-го миотома (локус боковой линии).

Судя по данным таблицы 1, спустя 40 суток от начала эксперимента толщина белых мышечных волокон у рыб опытной группы отличалась от контрольного аналога на 5,6 мкм. Красная мышца, на фоне возрастания числа волокон, в протяжении всего эксперимента отличается менее выразительными показателями их утолщения (2,8 и 4,3 мкм соответственно). Полученные результаты находят объяснение в различных типах метаболизма и сократительной активности.

Опираясь на данные сравнительного анализа таблицы 2, можно сказать что на 40-е сутки эксперимента у рыб опытной группы развитие белой мышечной ткани происходит с достаточной интенсивностью. Как видно, доля доминирующего класса включает значительный объём – 34 % от общего числа вариант выборки, что на 6 % превосходит показатели кон-

трольного аналога. Смещение модального класса (показатели встречаемости) вправо является свидетельством присутствия в мышечной ткани большего количества утолщённых волокон. Примечательно, объём правого (лимитирующего) класса также значителен (30 %), что бесспорно характеризует высокие показатели ростовой активности белой миометрической мускулатуры. Следует отметить, что плавное правостороннее смещение модальных классов в ряду «контрольная группа ... опытная группа» отражает поступательную тенденцию активности ростовых процессов мышечных пучков, что присуще в заключительной фазе эксперимента.

**Таблица 2. Динамика роста белой и красной мышцы однолетних особей белого амура,  $M \pm n$ ,  $n=8$**

Группа	Белая мышца		Красная мышца	
	диаметр волокна, мкм	частота встречаемости, %	диаметр волокна, мкм	частота встречаемости, %
начало эксперимента				
контрольная	20; 21; <b>22</b> ; 23; 24	7; 11; <b>42</b> ; 25; 15	16; 17; <b>18</b> ; 19; 20	10; 20; <b>29</b> ; 24; 17
опытная	20; 21; <b>22</b> ; 23; 24	6; 12; 40; <b>26</b> ; 16	16; 17; <b>18</b> ; 19; 20	12; 22; <b>31</b> ; 18; 18
40 суток				
контрольная	26; 27; <b>28</b> ; 29; 30	3; 6; <b>38</b> ; 25; 28	17; 18; <b>19</b> ; 17; 18	16; 17; <b>31</b> ; 20; 16
опытная	32; 33; <b>34</b> ; 35; 36	4; 7; 14; <b>45</b> ; 30	20; 21; <b>22</b> ; 21; 22	18; 19; <b>32</b> ; 15; 16

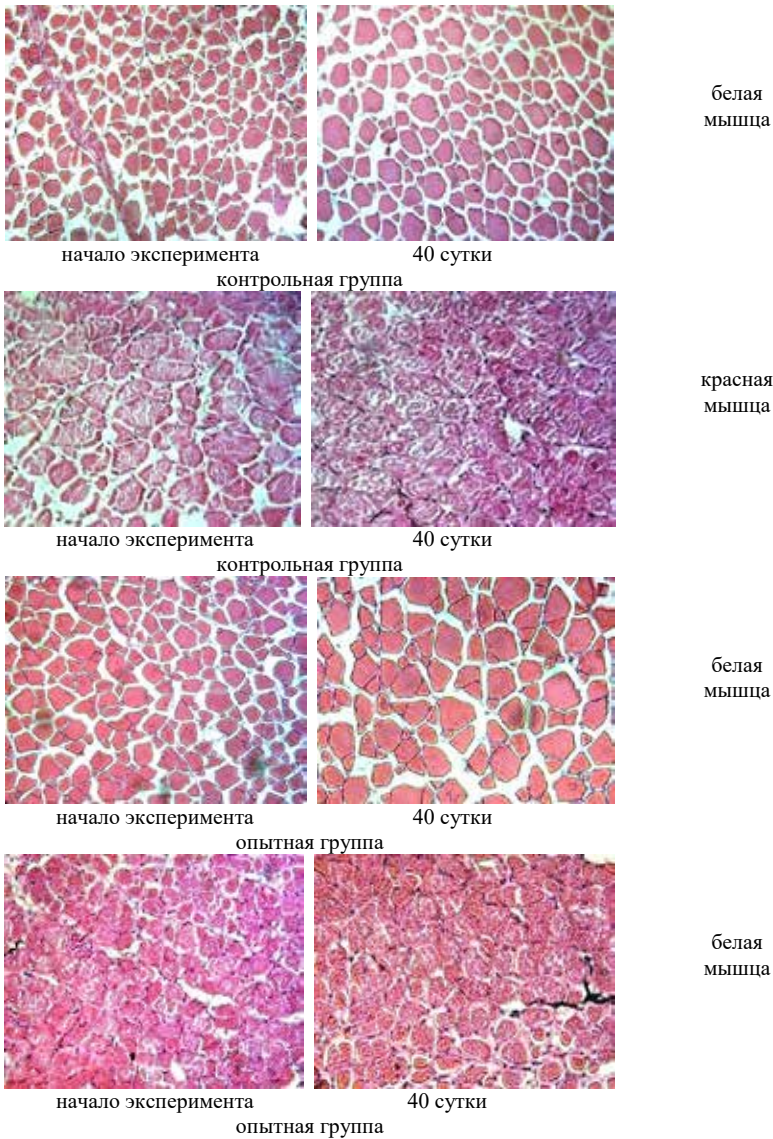
Согласно данным таблицы 2, динамичность ростовых процессов красной мышцы в ряду «контрольная группа ... опытная группа» в протяжении всего периода кормления сравнительно невысока. Свидетельством тому является медиальное положение модальных классов при их сравнительно небольших объёмах в общем числе вариант выборки (31 % и 32 % соответственно), что характеризует весьма умеренный темп роста.

Количество стромального (мускульного) компонента в ткани зависит от увеличения размеров волокон, происходящего за счёт продольного расщепления миофибрилл. Специфичность роста мышц рыб сеголеток состоит также в пролиферации сопутствующих волокнам миосателлитов, что количественно определяет ростовой «резервный» фонд. Особенности гистологического строения мышечной ткани рыб показано на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, в белой мышце рыб контрольной группы волокна в пределах пучков расположены рыхло, между ними обнаруживается большое количество соединительной ткани. Волокна отличаются значительной вариабельностью толщины. Периферически ориентированные ядра мелкие и уплощённые, располагаются в саркоплазме равномерно. У рыб опытной группы фиксируется уплотнение мышечных пучков, что происходит за счёт роста мышечных волокон в толщину при сокращении в межпучковом пространстве стромального компонента. Наиболее круп-

ные мышечные волокна в поперечном сечении полигранные. Присутствие межпучковых коллагеновых волокон не обнаружено.

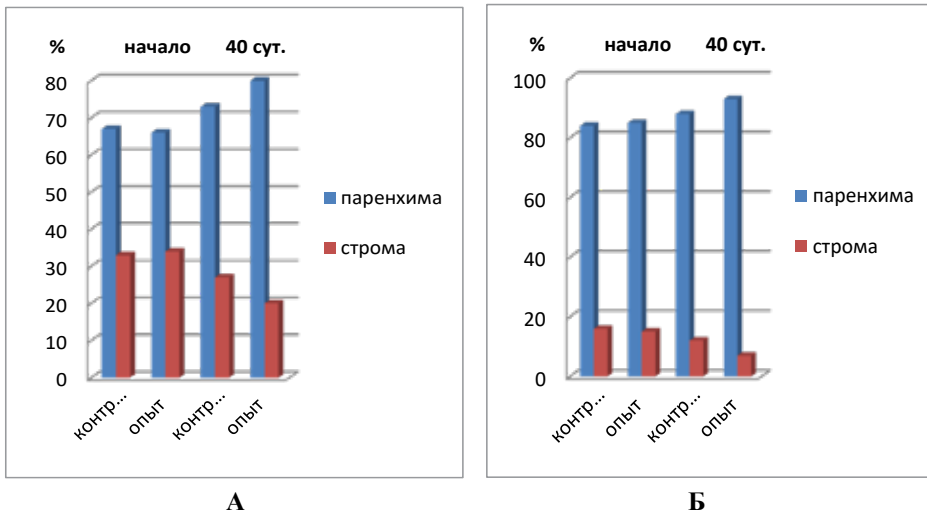
Проведенный по принципу аналогов сравнительный анализ гистологической структуры красной мышцы показал, что у особей контрольной группы в мышечных пучках присутствует небольшое количество волокон с малыми значениями диаметра.



**Рис. 1. Гистологическое строение мышечной ткани сеголеток белого амура. Гематоксилин Бёмера, фукселин Харта (в модификации). X80; X120**

Количество стромального компонента в пучках весьма незначительно. У рыб опытной группы утолщение мышечных волокон невыразительно. При сравнительно плотном их взаиморасположении, на гистосрезах наблюдается присутствие отдельных мышечных элементов с малыми значениями диаметра. Мышечные пучки отличаются ещё меньшим количеством волокнистой соединительной ткани. Наблюдаемый во всех случаях стереотипный внешний вид ядер, особенность их топографии прямо свидетельствуют об отсутствии в мышцах признаков старения.

Мониторинг состояния соотношения паренхиматозного и стромального компонентов имеет немаловажное практическое значение. Согласно полученным данным, в протяжении всего срока эксперимента количество соединительной ткани в обоих типах мышц постепенно сокращается. Динамика составляющих мышечной ткани представлена на рисунке 2.



**Рис. 2. Изменение соотношения паренхиматозного и стромального компонентов в белой (А) и красной (Б) мышцах сеголеток белого амура**

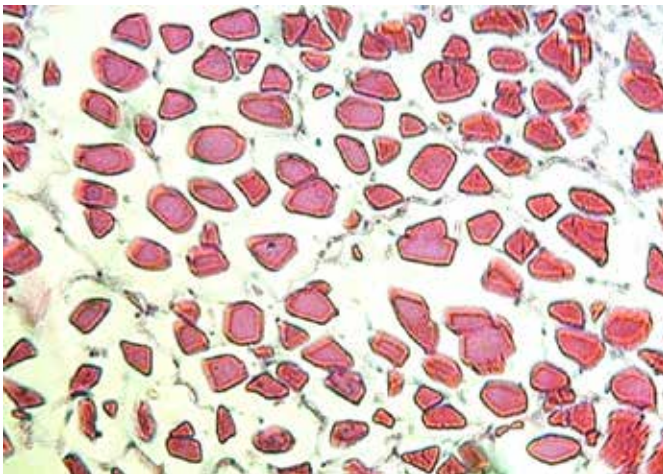
Сравнительный анализ гистограмм, отражающих динамику развития белой мышцы позволяет заключить, что в финальном этапе периода кормления рыб опытной группы на долю паренхиматозного компонента приходится 80 %, что превышает показатели контрольного аналога на 7 %. Объёмы классов в отношении красной мышцы весьма значительны, но различаются не столь контрастно (88 % и 93 % соответственно).

Учитывая особенности роста белой мышцы, в прогнозе следовало ожидать, что при питании рыб кормом оптимизированного состава произойдёт утолщение мышечных волокон как за счёт продольного их расщепления, так и активации пролиферативных процессов в сопут-

ствующей популяции миосателлитов. Специфическое окрашивание гистологических срезов белой мышцы опытных рыб насыщенным раствором модифицированного фукселина Харта позволило выявить в дифференцированных волокнах содержание сравнительно небольшого количества миофибрилл. В сочетании с незначительным содержанием стромального компонента, указанное качество характеризует высокие показатели нежности белого мяса. В то же время, повышенная «фибрилярная наполняемость» волокон усиливает способность красного мяса удерживать и в дальнейшем сохранять биологически связанную воду, что весьма востребовано при технической и кулинарной обработке. Таким образом, при согласовании с данными рисунка 1, можно заключить, что красное мясо рыб опытной группы более сочное, чем у контрольного аналога.

Практика показывает, что приведенные выше закономерности не находят подтверждения при гистологической оценке качества мяса рыб, получавших неадекватные корма. Микрокартина трансформации миомерической мускулатуры, как результат потребления особями такого корма, демонстрируется на рисунке 3.

Как видно из содержания рисунка 3, в мышечной ткани обнаруживаются характерные признаки аномального развития составляющих. Волокна в поперечном сечении преимущественно неправильной эллиптической формы, узкие, содержат мало ядер, что однозначно указывает на сбой ростовых процессов. Преобладание в мышечных пучках стромального компонента свидетельствует о дисбалансом замещении структурных составляющих ткани.



*Рис. 3. Гистологическое строение белой мышцы сеголеток белого амура. Корм низкого качества. Гематоксилин Бёмера, фукселин Харта (в модификации). X200*



При анализе содержания рисунка 3 обращает на себя внимание неравномерная восприимчивость отдельными волокнами цитоплазматического красителя. Специфическая картина возникает на фоне недостаточного количества миофибрилл и, как выяснилось, их хаотического сосредоточения в волокне. Как правило, в отсутствие достаточной «фибриллярной наполняемости» волокна проявляется характерная ахромазия, что диагностируется как гидратация саркоплазмы («водянистое мясо») и позволяет при этом сделать заключение о низком качестве продукции.

**Выводы и предложения.** Следствием получения рыбой корма улучшенного состава явилось увеличение значений диаметра мышечных волокон, уменьшение доли стромального компонента, что определило приобретение тканью улучшенных показателей сочности и нежности. При гистологической оценке мяса рыб, получавших некачественный корм, фиксируется своеобразная его «водянистость», что определяется специфическими методами окрашивания. Гидратация саркоплазмы возникает вследствие недостаточной «фибриллярной наполняемости» мышечных волокон. Полученные данные не соответствуют нормативным показателям и демонстрируют при этом невыполнение одного из условий решения проблемы качественного питания. Основные материалы, вытекающие из результатов исследований, могут быть использованы при оценке степени влияния разнообразных кормов на интерьерные показатели рыб, что позволит не только профессионально решать имеющиеся проблемы, но и своевременно находить методы их предупреждения.

## **МІКРОАНАТОМІЧНА ОЦІНКА СТУПЕНЯ ВПЛИВУ СКЛАДУ КОРМІВ НА СТРУКТУРУ М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ БІЛОГО АМУРА (*STENOPHARYNGODON IDELLA* *VALENCIENNES, 1844*)**

*Козій М.С. – д.біол.н., професор,  
Державний вищий навчальний заклад «Чорноморський національний  
університет імені Петра Могили»,  
kozij67@gmail.com*

У статті показані результати оцінки впливу різних кормів на формування миометричної мускулатури у білого амура. Визначено, що динаміка зростання червоного і білого м'язів залежить від складу корму. Встановлено, що найбільш інтенсивно ростуть білі м'язові волокна. Найбільш контрастно це простежується при споживанні рибами кормів з оптимізованим складом. У особин дослідної групи спостерігалось розходження в товщині волокон, яке в порівнянні з контрольним аналогом склало 5,6 мкм. На момент завершення експерименту інтенсивність

росту білих волокон у риб була дещо знижена і складала в різниці 3,6 мкм. Протягом всього періоду годування червоний м'яз відрізнявся невиразною динамічністю росту (що склало в різниці 1,5 мкм). Даний факт можна пояснити особливостями метаболізму і скоротливою активністю червоної м'язової тканини. Кількість стромального компонента в м'язовій тканині залежить від збільшення діаметра поперекового перерізу волокон. На тлі зростання товщини волокон, кількість сполучної тканини в м'язах поступово скорочується.

При обліку фізіологічних особливостей росту білого м'язу слід очікувати потовщення волокон за рахунок поздовжнього розщеплення міофібрил і активації поділу миосателітоцитів із подальшою їх трансформацією у скоротливі елементи. Використання спеціальних методів фарбування дозволило виявити вміст в диференційованих білих волокнах риб дослідної групи невеликої кількості міофібрил. Дана особливість гістологічної будови характеризує високі показники ніжності білого м'яса. Підвищена наповнюваність міофібриллами червоних волокон риб дослідної групи, що була виявлена, свідчить про здатність м'яса додатково утримувати і зберігати біологічно зв'язану воду. Даний факт свідчить на користь якості соковитості, що є затребуваним при технічній і кулінарній обробці рибогосподарської продукції.

Споживання рибами неадекватних кормів призводить до зменшення кількості міофібрил в межах м'язового волокна. Слабка сприйнятливості волокнами цитоплазматичних барвників формує специфічну картину зволоженого м'яса. Дана обставина вказує на невідповідність нормативним показникам якості рибогосподарської продукції і демонструє невиконання однієї з умов вирішення питання якості харчування.

Отримані результати експериментальних досліджень можуть бути використані в рибництві при оцінці ступеня впливу різноманітних кормів на інтер'єрні показники об'єктів аквакультури. Це дозволить вирішувати виробничі завдання, також своєчасно знаходити шляхи попередження виникаючих проблем.

Ключові слова: білий м'яз, червоний м'яз, паренхіма, строма, м'язове волокно, ріст.

## **MICROANATOMIC ASSESSMENT DEGREES OF INFLUENCE OF FEED COMPOSITION ON THE STRUCTURE OF THE MUSCLE TISSUE OF CTENOPHARYNGODON IDELLA**

*Kozij M.S. – Doctor of Biology sciences, Professor;  
State higher educational institution Petro Mohyla Black Sea National University,  
kozij67@gmail.com*

The article shows the results of assessing the effect of various feeds on the formation of myometric muscles in grass carp. It has been determined that the dynamics of the growth of red and white muscles depends on the composition of the feed. It has been found that white muscle fibers grow most intensively. This is most pronounced when fish consume feed with an optimized composition. In individuals of the experimental

group, there was a difference in the thickness of the fibers, which, in comparison with the control analogue, was 5,6  $\mu\text{m}$ . At the end of the experiment, the growth rate of white fibers in fish was slightly reduced and amounted to a difference of 3,6  $\mu\text{m}$ . Throughout the entire feeding period, the red muscle was characterized by inexpressive dynamism of growth (which amounted to a difference of 1,5  $\mu\text{m}$ ). This fact can be explained by the peculiarities of metabolism and contractile activity of red muscle tissue. The amount of stromal component in muscle tissue depends on the increase in the diameter of the fiber cross-section. Against the background of increasing fiber thickness, the amount of connective tissue in the muscles gradually decreases.

Taking into account the physiological characteristics of the growth of the white muscle, thickening of the fibers should be expected due to the longitudinal splitting of myofibrils and the activation of division of myosatellitocytes with their subsequent transformation into contractile elements. The use of special staining methods made it possible to reveal the content of a small amount of myofibrils in the differentiated white fibers of the fish of the experimental group. This feature of the histological structure characterizes the high tenderness of white meat. The revealed increased filling of red fibers with myofibrils of fish from the experimental group indicates the ability of meat to additionally retain and retain biologically bound water. This fact testifies in favor of the quality of juiciness, which is in demand in the technical and culinary processing of fishery products.

The consumption of inadequate food by fish leads to a decrease in the number of myofibrils within the muscle fiber. Weak susceptibility to fibers of cytoplasmic dyes forms a specific picture of watery meat. This circumstance indicates a discrepancy with the normative indicators of the quality of fishery products and demonstrates the failure to fulfill one of the conditions for resolving the issue of nutritional quality.

The obtained results of experimental studies can be used in fish farming to assess the degree of influence of various feeds on the interior indicators of aquaculture objects. This will allow solving production problems and timely finding ways to prevent emerging problems.

Keywords: white muscle, red muscle, parenchyma, stroma, muscle fiber, growth.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Автандилов Г.Г. Морфофункциональные методы исследования в норме и патологии. Киев: Здоровье, 1983. 168 с.
2. Богерук А.К. Маслова Н.И. Рыбоводно-биологическая оценка продуктивных качеств племенных рыб (на примере карпа). Москва: ФГНЦ «Росинформротех», 2002. С. 39–40.
3. Гилберт С. Биология развития. Москва: Мир, 1994. Т. 2. 235 с.
4. Козий М.С. Оценка современного состояния гистологической техники и пути усовершенствования изучения ихтиофауны. Херсон, Олди-плюс, 2009. 310 с.
5. Лагуткина Л.Ю. Создание кормов на основе биомассы растительного и животного планктона прудовых экосистем для объектов тепловодной аквакультуры. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, 2010. Т. 12. № 1(3). С. 748–753.
6. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва: Колос, 1969. 255 с.

7. Склярів В.Я. Корм и кормление рыб в аквакультуре. Москва: ВНИРО, 2008. С. 56–58.
8. Хвьяля С.И. Микроструктурный анализ мяса и мясных продуктов. Саратов, СГАУ. 2008. 132 с.
9. Хвьяля С.И. Определение дисперсности продуктов детского питания гистологическим методом. *Мясная индустрия*, 2010. № 11. С. 33–36.
10. Хвьяля С.И. Стандартизованные гистологические методы оценки качества мяса и мясных продуктов. *Все о мясе*, 2011. № 6. С. 32–35.
11. Яржомбек А.А. Временные рекомендации по определению физиологического состояния рыб по физиолого-биохимическим данным. Москва: 1981. 54 с.

### REFERENCES

1. Avtandilov G.G. (1983). Morfofunkcionalnye metody issledovaniya v norme i patologii. Kyiv: Zdorov'e, 1983. 168 p. [in Russian].
2. Bogeruk A.K. Maslova N.I. (2002). Rybovodno-biologicheskaya ocenka produktivnykh kachestv plemennykh ryb (na primere karpa). Moscow: FGNCz «Rosinformagrotekh», 2002. P. 39-40. [in Russian].
3. Gilbert S. Biologiya razvitiya. (1994). Moscow: Mir, 1994. T. 2. 235 p. [in Russian].
4. Kozij M.S. (2009). Ocenka sovremennogo sostoyaniya gistologicheskoy tekhniki i puti usovershenstvovaniya izucheniya ikhtiofauny. Kherson, Oldi-plyus, 2009. 310 p. [in Russian].
5. Lagutkina L.Yu. (2010). Sozdanie kormov na osnove biomassy rastitelnogo i zhivotnogo planktona prudovykh ekosistem dlya obektov teplovodnoj akvakultury. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoy akademii nauk*, 2010. T. 12. № 1(3). P. 748–753. [in Russian].
6. Plokhinskij N.A. (1969). Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov. Moscow: Kolos, 1969. 255 p. [in Russian].
7. Sklyarov V.Ya. (2008). Korm i kormlenie ryb v akvakulture. Moscow: VNIRO, 2008. P. 56–58. [in Russian].
8. Khvylya S.I. (2008). Mikrostrukturnyj analiz myasa i myasnykh produktov. Saratov, SGAU. 2008. 132 p. [in Russian].
9. Khvylya S.I. (2010). Opredelenie dispersnosti produktov detskogo pitaniya gistologicheskim metodom. *Myasnaya industriya*, 2010. № 11. P. 33–36. [in Russian].
10. Khvylya S.I. (2011). Standartizovanny'e gistologicheskie metody ocenki kachestva myasa i myasnykh produktov. *Vse o myase*, 2011. № 6. P. 32–35. [in Russian].
11. Yarzhombek A.A. (1981). Vremenny'e rekomendaczii po opredeleniyu fiziologicheskogo sostoyaniya ryb po fiziologo-biokhimicheskim dannym. Moscow: 1981. 54 p. [in Russian].