

DOI: 10.24143/2073-5529-2018-1-124-131
УДК 639.371.5:639.381.3

В. В. Мунгин, Л. Н. Логинова, Е. А. Арюкова, Б. М. Куркембаева, А. А. Бахарева

ОСОБЕННОСТИ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА КРОВИ РЫБ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

Жиры имеют первостепенное значение в энергетическом обмене рыб. В основной состав жирных кислот липидов рыб входят насыщенные жирные кислоты и высоконенасыщенные, с преобладанием кислот с 18 атомами углерода, главным образом олеиновой, линолевой и их изомеров. При окислении они освобождают в два раза больше энергии и, являясь источником незаменимых жирных кислот, составляют в комплексе основу клеточных мембран. Эффективность тканевой проницаемости и ее адаптация к разным температурам зависит от липидов. Состав и соотношение жирных кислот обуславливаются рядом факторов, включающих биологические особенности организма (возраст, вид) и влияние внешней среды (время года, температура, соленость воды). Колебания в содержании жира у одной и той же особи в течение года могут быть весьма значительными, и эти колебания регулярно повторяются. Кроме того, с жирами связано поступление в организм рыб жирорастворимых физиологически активных веществ, каротиноидов и витаминов. Приведены результаты жирнокислотного состава крови рыб в зависимости от массы тела и сезонных изменений. Уровни изменения насыщенных и ненасыщенных жирных кислот показаны в межсезонном аспекте. Жирнокислотный состав крови у карпа, обитающего в прудах Республики Мордовия, представлен преимущественно жирными кислотами класса Омега-3, -6 и -9. Установлено, что при увеличении или снижении количества жирнокислотных радикалов происходит адаптация организма к изменению температуры среды, позволяющая существовать в пределах ареала.

Ключевые слова: жирные кислоты, карп, липиды, фосфатидилсерин, фосфатидилхолин, фосфатидилэтанолламин, полиненасыщенные жирные кислоты.

Введение

Кровь всех биологических объектов, в том числе и рыб, является устойчивой гомеостатической системой с достаточно узким коридором физиологической нормы, но по некоторым изменениям этих норм можно проследить процессы, отражающие состояние всего организма. Белкам сыворотки крови принадлежат почти все функции: они поддерживают рН крови, осмотическое давление, уровень каротиноидов в крови, образование комплексов с углеводами, липидами и другими веществами, играют важную роль в образовании иммунитета. Количество нейтральных жиров в сыворотке крови у животных увеличивается при кормлении их рационом, обогащенным жирами или легкодоступными углеводами, которые активизируют липогенез печени.

Система крови у рыб специфична. Физико-химические свойства крови изменяются в широких пределах. По данным [1], для рыб характерен клеточный полиморфизм. С помощью крови у рыб к органам и тканям доставляются гормоны и биологические активные вещества от желез внутренней секреции. Как утверждает В. А. Аминова, состав крови регулирует нервную и гормональную деятельность [2].

В среднем кровь рыб составляет 4 % от массы тела, имеет маслянистую консистенцию ярко-красного цвета, солоноватый вкус, специфический запах рыбьего жира, рН крови рыб равен 7,5 [3]. В связи с особенностями среды обитания, образа жизни морфологическая и биохимическая характеристики крови у разных видов рыб различаются и изменяются в зависимости от сезона года, условий содержания, возраста, пола, состояния рыбы [4].

Состав липидов пищи является одним из факторов, от которого зависит липидный состав тканей организма рыб, вкус и сроки хранения рыбной продукции. Это обусловлено тем, что высоконенасыщенные жирные кислоты способны легко окисляться и прогоркать, что делает продукты токсичными.

Потребность карпа в жирах точно не установлена. По обобщенным данным разных авторов, карп без видимых вредных последствий может переносить до 40 % доброкачественного жира в корме, при нижней границе 3–2,5 %. При содержании липидов в комбикормах менее 2,5 % нарушается нормальный ход обменных процессов, что приводит в организме рыб к снижению эффективности использования белков и комбикорма в целом [5–7].

Недостаток жира и жирных кислот, нарушение их соотношения в кормах приводит к задержке роста, нарушениям обменных процессов, снижению перевариваемости и эффективности использования питательных веществ кормов, продуктивности и качества получаемой продукции [8].

Для обоснования адаптационных возможностей организма карпа и оценки условий выращивания и кормления большое значение имеет исследование жирнокислотного состава крови рыб.

Известно, что основными признаками дефицита незаменимых жирных кислот являются замедление роста, снижение аппетита, заболевания кожи и плавников, выражающиеся в нарушении их пигментации и последующем некрозе, нарушение липидного обмена, которое проявляется в повышенном отложении жира в печени и на внутренних органах, в снижении иммунной защиты, восприимчивости к инфекциям и нарушении воспроизводительных функций рыбы.

Целью исследований являлось изучение влияния сезонных изменений температуры воды на жирнокислотный состав крови карпа парской породы. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучить жирнокислотный состав крови карпа массой 270–280 г в летний период;
- изучить жирнокислотный состав крови карпа массой 430–450 г перед зимовкой;
- изучить жирнокислотный состав крови карпа живой массой 650–670 г, выловленного в середине осени;
- изучить влияние сезонности на жирнокислотный состав карпа парской породы.

В своих исследованиях мы попытались выявить уровень сезонного влияния на жирнокислотный состав крови товарного карпа.

Материал и методы исследований

Для проведения исследований карп был выловлен из водоема рыбхоза «Левжинский» Рузаевского района Республики Мордовия. Жирнокислотный состав крови определяли в лаборатории биологического факультета Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева.

Взятие крови для исследования проводилось в начале эксперимента (1 июня) при массе рыбы 270–280 г., через 60 дней (1 августа) при массе рыбы 430–450 г, и еще раз через 60 дней в конце эксперимента (1 октября) при массе рыбы 650–670 г.

Кровь брали у голодной рыбы, выдержанной в хорошо аэрируемой воде в течение 10 минут после отлова, из хвостовой вены пастеровской пипеткой. Экстракцию липидов из крови проводили по методу Блайя-Дайера. Навеску крови брали 2,5 мл, фиксировали в жидком азоте и гомогенизировали в 3 мл смеси хлороформ – метанол – вода (1:2:0,8 по объему). Метилирование проводили по методу Моррисона и Смита. Силикагель, содержащий индивидуальные фосфолипиды, соскребали в пробирку со шлифом, заливали 4 мл смеси хлороформ – метанол (2:1). Элюирование проводилось при постоянном перемешивании на магнитной мешалке (12 ч). Супернатант сливали в пробирку со шлифом. Растворитель выпаривали и к сухому остатку липидов приливали 3 мл метанола, 50 мкл трехфтористого бора в метаноле и 10 мкл маргаринового кислоты. Пробирки плотно закрывали и помещали в термостат с температурой 64 °С на 1 ч. Затем пробы охлаждали, в каждую пробирку добавляли 1,5 мл воды, 2 мл гексана и 1,5 мл соляной кислоты. Пробирки закрывали, энергично встряхивали в течение 3-х минут и центрифугировали при 3 000 об/мин в течение 5 минут. Верхнюю фазу, содержащую метиловые эфиры, отбирали и выпаривали в канюле током азота. Метиловые эфиры растворяли в 10 мкл гексана.

Разделение метиловых эфиров жирных кислот проводили на газовом хроматографе с капиллярной колонкой HP-FFAP 50 m 0,32 mm 0,5 μm (США). Использовали программный комплекс «Хроматэк Аналитик», предназначенный для управления, сбора и обработки хроматографической информации компьютером. Скорости пропускания газа устанавливали следующие: водорода – 20 мл/мин; воздуха – 200 мл/мин. Давление азота было постоянным – 170 кПа. Температура испарителя составляла 200 °С, детектора – 250 °С, колонок – не выше 220 °С. При разделении смеси веществ применяли метод нелинейного программирования температур, т. е. программа включала несколько линейных участков с разной скоростью нагрева: $T_0 = 145$ °С в течение 6 мин; $V_1 = 4$ °С/мин; $T_1 = 203$ °С в течение 2 мин; $V_2 = 4$ мин; $T_2 = 220$ °С в течение 30 мин. Количественный анализ проводили методом внутреннего стандарта. Этот метод основан на добавлении известного количества определенного вещества, называемого внутренним стандартом, к анализируемым смесям. Для этого калибровали прибор с использованием смеси с известным содержанием анализируемых веществ и внутреннего стандарта. В качестве внутреннего стандарта использовали маргариновую кислоту.

Результаты исследования и их обсуждение

Жирнокислотный состав крови карпа представлен 21 жирными кислотами, из которых на насыщенные кислоты приходится в среднем 26,3 %, на ненасыщенные – 73,5 %. Процентное соотношение жирных кислот в течение периода наблюдений изменялось. Так, максимальная концентрация ненасыщенных жирных кислот наблюдалась в июне при стабильном температурном режиме в прудах – 31,62 %, а концентрация насыщенных составляла 41,8 % (табл.).

Жирнокислотный состав крови карпа

Кислота	Концентрация кислот, мг/мл								
	Июнь			Август			Октябрь		
	ФС*	ФХ**	ФЭА***	ФС	ФХ	ФЭА	ФС	ФХ	ФЭА
<i>Насыщенные жирные кислоты</i>									
Бутановая (C4:0)	0,04	0,03	0,03	0,56	0,50	0,04	0,02	0,03	0,04
Додекановая (C12:0)	–	0,04	0,32	0,11	0,01	0,28	–	0,61	0,10
Тридекановая (C13:0)	0,30	0,01	0,18	0,74	0,17	0,28	0,33	0,22	0,09
Миристиновая (C14:0)	0,20	0,04	0,52	2,25	0,25	0,50	3,80	0,22	0,08
Пентадекановая (C15:0)	1,16	1,70	1,90	2,32	1,50	1,79	0,18	1,21	0,93
Пальмитиновая (C16:0)	0,38	0,40	0,31	0,84	–	–	0,55	0,27	–
Стеариновая (C18:0)	0,21	0,38	0,20	0,24	0,37	0,21	0,22	0,23	0,19
Бегеновая (C22:0)	–	–	–	0,49	–	–	3,43	–	–
<i>Ненасыщенные жирные кислоты</i>									
Миристолеиновая (C14:1)	0,13	0,23	0,22	–	0,22	0,23	4,51	0,10	0,28
Цис-10-пентадекановая (C15:1)	5,98	0,12	28,43	0,15	8,14	26,1	6,43	11,91	14,35
Пальмитолеиновая (C16:1)	0,88	0,59	0,85	0,87	0,58	0,88	0,46	0,38	0,40
Цис-10-гексадекановая (C16:1 ω 7)	0,16	0,28	0,27	0,22	0,27	0,23	0,23	0,17	0,32
Линолевая (C18:2 ω 6)	0,11	0,97	0,71	0,78	0,84	0,73	1,34	0,67	0,70
Линолелаидиновая (C18:2n6t)	–	–	0,84	–	0,76	0,73	–	0,39	0,44
Олеиновая (C18:1 ω 9)	–	–	0,30	–	–	–	–	0,17	–
Элаидиновая (C18:1n9t)	0,21	–	–	0,23	–	0,33	0,15	–	0,12
Линоленовая (C18:3n6)	–	0,73	–	–	0,54	–	0,80	0,31	–
Цис-11;14-эйкозадиеновая (C20:2)	–	0,42	–	–	0,36	–	–	–	–
Арахидоновая (C20:4 ω 6)	0,52	0,28	–	0,61	–	–	–	0,28	–
Цис-8;11;14-эйкозатриеновая (C20:3n6)	–	–	–	–	–	–	–	0,13	–

* ФС – фосфатидилсерин; **ФХ – фосфатидилхолин; ***ФЭА – фосфатидилэтаноламин.

Ненасыщенные жирные кислоты представлены главным образом мононенасыщенными: миристолеиновой, пальмитолеиновой, цис-10-пентадекановой, линолелаидиновой, элаидиновой, цис-8-, 11-, 14-эйкозатриеновой кислотами. Ненасыщенными жирными кислотами, характеризующимися биологической активностью, являются линолевая и арахидоновая, входящие в состав Омега-6 жирных кислот. Содержание ненасыщенных жирных кислот улучшает текучесть крови, способствует восстановлению ДНК, а также усиливает доставку питательных веществ ко внутренним органам.

Среднее содержание в крови карпа мононенасыщенных кислот составляло 12,07 %, на долю полиненасыщенных приходилось 1,37 %.

Из группы мононенасыщенных кислот главенствующее место занимает цис-10-пентадекановая кислота (C15:1): ее концентрация в фосфатидилэтанолаmine наивысшая в июне (28,43 мг/мл), в августе она уменьшается на 10,8 %, а осенью (в октябре) – почти в 2 раза. На втором месте по концентрации находится пальмитолеиновая кислота, уровень которой также снижается с 0,88–0,85 мг/мл в июне до 0,46–0,40 мг/мл (в два раза) в октябре. В фосфолипидах крови карпа из мононенасыщенных кислот наименьшая концентрация отмечена по олеиновой кислоте: 0,30–0,17 мг/мл.

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) – кислоты с 2–6 и более двойными связями, входящие в состав полярных липидов – фосфолипидов, они являются составной частью клеточных мембран. Полиненасыщенные жирные кислоты играют важную роль в репродуктивных процессах рыб, являются основными донаторами энергии на разных стадиях развития. С возрастом количество фосфолипидов уменьшается. При этом количество ПНЖК по отношению к насыщенным и мононасыщенным снижается. Важной особенностью ПНЖК является способность быстро реагировать на изменяющиеся условия и участвовать в перестройке биомембран. Жирные кислоты, находясь в составе фосфолипидов, обеспечивают им соответствующую проницаемость и пла-

стичность при разных условиях среды. Хорошо известна связь ПНЖК с температурой воды. При низких температурах «жидкость» липидной фазы мембран увеличивается за счет повышения уровня моноеновых и полиеновых кислот, и наоборот, при высоких температурах текучесть жиров снижается путем уменьшения количества двойных связей и нарастания насыщенности жира.

Из полиненасыщенных кислот в крови карпа по концентрации на первом месте стоит линолевая кислота (в среднем 0,7–0,8 мг/мл). В фосфатидилсерине наблюдается увеличение линолевой кислоты с 0,11 мг/мл в июне в 7 раз к августу (0,78) и в 12 раз к октябрю (1,34 мг/мл). Также произошло увеличение концентрации линоленовой кислоты: с 0,54 мг/мл в августе до 0,80 мг/мл (или на 40 %) в октябре (рис. 1).

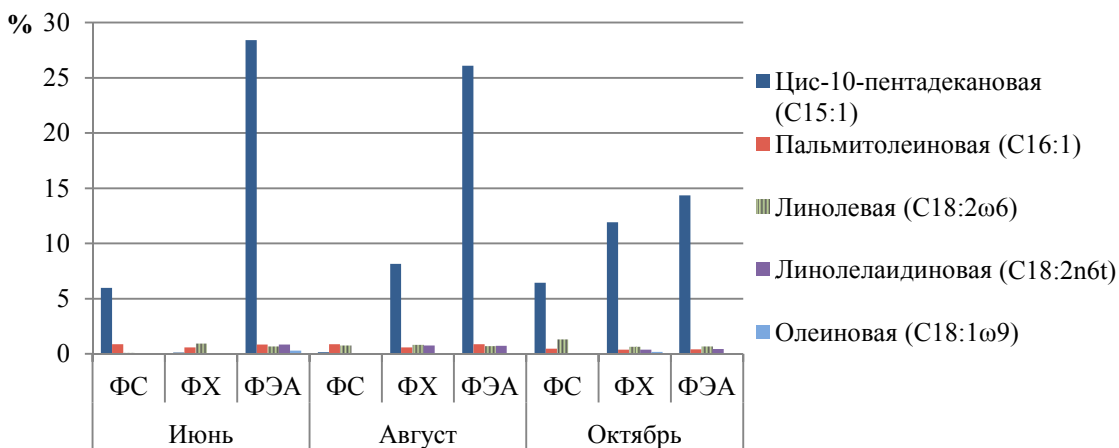


Рис. 1. Сезонные изменения концентраций ненасыщенных кислот

Из группы насыщенных кислот большое количество (3,8 мг/мл в октябре) составляет миристиновая кислота, концентрация которой увеличивается с 0,20 мг/мл в июне до 2,25 мг/мл в августе (в 11,2 раза), а в октябре – в 19 раз по отношению к концентрации в июне. Второе по величине место занимает бегеновая кислота, которая в июне наблюдалась в крови в следовых количествах, в августе имела концентрацию 0,49 мг/мл, а в октябре ее концентрация возросла в 7 раз и составила 3,43 мг/мл. На третьем месте находится пентадекановая кислота, обнаруженная во всех фосфолипидах в значительных количествах. Наибольшее ее количество (2,32 мг/мл) отмечено в фосфатидилсерине в августе. В наименьшем количестве из насыщенных кислот в крови карпа представлена бутановая кислота: в среднем за весь период эксперимента концентрация была на уровне 0,03–0,04 мг/мл и увеличивалась только в августе (до 0,5–0,56 мг/мл). Также следует отметить, что концентрация додекановой кислоты была максимальной в фосфатидилхолине рыбы в октябре (0,61 мг/мл), минимальной – в августе 0,01 мг/мл. (рис. 2).

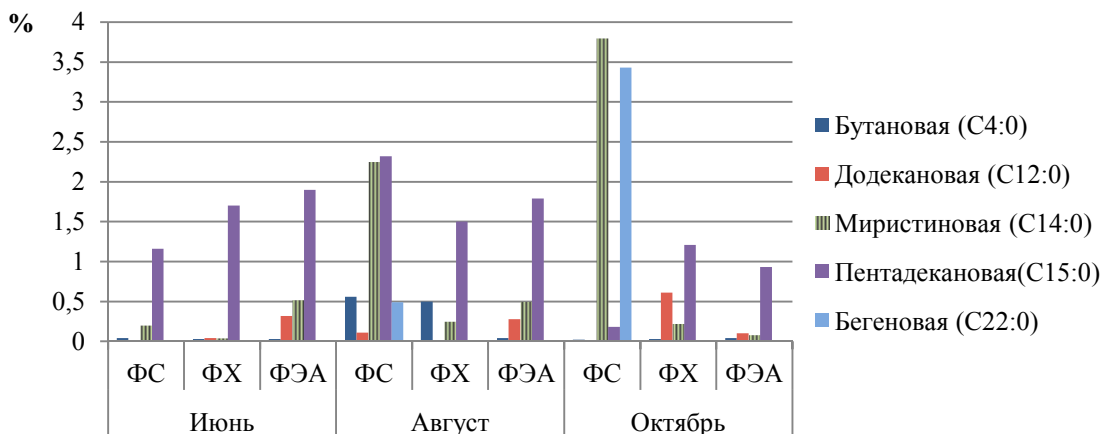


Рис. 2. Сезонные изменения насыщенных кислот

Долгое время жир в питании рыб оценивали только с энергетической точки зрения. В дальнейшем выяснилось, что биологическая ценность жира зависит от присутствия незаменимых (эссенциальных) ПНЖК. Основной особенностью липидов водных организмов является их высокая степень насыщенности. Входя в состав фосфолипидов, которые вместе с белками являются основой клеточных оболочек, ненасыщенные жирные кислоты обеспечивают текучесть жиров, повышают проницаемость мембран клеток. Определенную роль у гидробионтов, особенно пресноводных, играет линоленовая кислота, которая частично преобразовывается в арахидоновую. Выделяют морской и пресноводный тип жирнокислотного состава. Для обитателей моря характерны длинноцепочечные ПНЖК с 5 и 6 двойными связями семейства n-3 – эйкозапентаеновая и докозагексаеновая кислоты. Такой состав жиров обеспечивается не солесностью воды, а характером пищи. У пресноводных организмов преобладают ПНЖК с 18 атомами углерода и с 2–3 двойными связями, т. е. собственно линолевая и линоленовая кислоты [9].

Жирные кислоты типа n-3 и n-6 относятся к незаменимым факторам питания и должны обязательно присутствовать в пище. Для холодолюбивых рыб это преимущественно семейство линоленовой (n-3) кислоты и в меньшей степени линолевой (n-6). Полиненасыщенные жирные кислоты n-6 ряда являются предшественниками физиологически активных эндогормонов – эйкозаноидов (простагландинов, лейкотриенов, тромбоксанов), регулирующих процессы размножения, роста, иммунитета, углеводного обмена. Полиненасыщенные жирные кислоты n-3 ряда служат физиологическими активаторами сердечно-сосудистой системы. Дисбаланс в соотношении незаменимых жирных кислот, безусловно, является одной из главных причин снижения скорости роста молоди, ухудшения физиологического состояния, жизнестойкости, адаптационных возможностей [10].

У всех водных организмов, обитающих в различных условиях среды, отмечается структурное единство ненасыщенных жирных кислот. Определяющим фактором является температура среды. У всех организмов с изменением температуры меняется степень ненасыщенности жирных кислот. При увеличении или снижении степени ненасыщенности жирнокислотных радикалов, которые входят в состав мембранных липидов, происходит адаптация организма к изменению температуры среды, позволяющая им существовать в пределах ареала. Корреляция между температурой среды и жирнокислотным составом выражается в увеличении ненасыщенности липидов при более низких температурах. К примеру, для теплолюбивых рыб большую роль играют как n-3 (линоленовая), так и n-6 (линолевая) жирные кислоты. При их дефиците карпы плохо приспосабливаются к понижению температуры воды [11]. Карпы, получавшие при температуре 25 °С корма с недостатком линоленовой кислоты, не могли образовывать необходимое количество докозагексаеновой кислоты при снижении температуры до 5 °С. Известно, что зимовка является одной из проблем выращивания карповых в прудовом рыбоводстве. В течение зимы часто происходит массовая гибель рыб. Недостаток в летнем питании ПНЖК делает рыб слабыми перед зимними холодами, несмотря на высокое содержание общего жира в теле. Рыбы, получавшие летом фосфатиды, которые повысили ненасыщенность их жиров, более выносливы в условиях зимних температур.

Из полученных данных следует, что липиды исследованного вида рыбы имеют довольно значительный разброс по содержанию жирных кислот в зависимости от сезона вылова.

Выводы

В зависимости от сезона (с июня по октябрь) в крови карповых рыб происходят изменения жирнокислотного состава в широких пределах.

В начале лета в фосфатидилсерине значительную долю (66,54 %) составляли мононенасыщенные кислоты, тогда как в фосфатидилхолине они имели наименьший процент (17,47 %) от общего количества кислот, но к осеннему сезону они резко увеличили процентное содержание (до 71,7 % от общего количества жирных кислот).

Группа насыщенных кислот имела превосходство в фосфатидилсерине в начале лета (68,76 %) и наименьшей процент (18,25 %) в фосфатидилхолине. Из группы полиненасыщенных жирных кислот в фосфатидилсерине наименьшее значение (5,7 % от всех жирных кислот) отмечено в крови карповых рыб в начале лета и наивысшее (21,02 %) – в осенний период.

В заключение можно сказать, что к зимнему сезону в крови карповых рыб происходит снижение насыщенных и увеличение доли ненасыщенных и количества полиненасыщенных (в частности, линолевой и линоленовой) кислот, как наиболее значимых и важных для адаптации рыбы в зимний период. Кроме того, дефицит и дисбаланс незаменимых жирных кислот приводят к многочисленным нарушениям обмена веществ у рыб, вызывая патологию внутренних органов, снижение сопротивляемости организма к негативным воздействиям среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А. А. Физиология рыб. М.: Мир, 2003. 284 с.
2. Аминева В. А., Иванов А. А. Физиология рыб. М.: Легк. пром-сть, 1984. 200 с.
3. Камышников В. В. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. М.: МЕДпресс-информ, 2004. С. 234–297.
4. Мирошникова Е. П., Аринжанов А. Е., Килякова Ю. В. Изменение гематологических параметров карпа под влиянием наночастиц металлов // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 5. С. 55–57.
5. Федотенков В. И. Влияние различных долей естественных кормов в рационе сеголеток карпа на их зимостойкость и липидный обмен: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: 2000. 20 с.
6. Мирошникова Е. П. Биологические особенности и качество продукции кур и карпа при использовании различных энзимсодержащих рационов: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Волгоград, 2006. 46 с.
7. Скляр В. Я., Студенцова Н. А. Рекомендации по кормлению карпа с использованием нетрадиционного сырья. Краснодар: КрасНИИРХ, 2003. С. 22.
8. Алиев А. А. Липидный обмен и продуктивность жвачных животных. М.: Колос, 1980. 381 с.
9. Van der Meeren T., Olsen R. E., Hamre K., Fuhn H. J. Biochemical composition of copepods for evaluation of feed quality in production of juvenile marine fish // Aquaculture. 2008. Vol. 274. P. 375–397.
10. Остроумова И. Н. Биологические основы кормления рыб. СПб.: ГосНИОРХ, 2012. 564 с.
11. Farkas T., Csengery I., Majoros F., Olah J. Metabolism of fatty acids in fish. III. Combined effect of environmental temperature and diet on formation and deposition of fatty acids in the carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758 // Aquaculture. 1980. Vol. 20. P. 29–40.

Статья поступила в редакцию 29.01.2018

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мунгин Владимир Викторович – Россия, 430005, Саранск; Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева; г-р с.-х. наук, доцент; профессор кафедры зоотехнии; kafedra_zoo@agro.mrsu.ru.

Логинова Людмила Николаевна – Россия, 430005, Саранск; Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева; канд. с.-х. наук; доцент кафедры зоотехнии; kafedra_zoo@agro.mrsu.ru.

Арюкова Екатерина Александровна – Россия, 430005, Саранск; Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева; канд. с.-х. наук; доцент кафедры зоотехнии; kafedra_zoo@agro.mrsu.ru.

Куркембаева Бибигуль Махаббатовна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры аквакультуры и рыболовства; kurkembayevab@mail.ru.

Бахарева Анна Александровна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; г-р с.-х. наук, доцент; профессор кафедры аквакультуры и рыболовства; bahareva.anya@yandex.ru.



V. V. Mungin, L. N. Loginova, E. A. Aryukova, B. M. Kurkambaeva, A. A. Bakhareva

PECULIARITIES OF BLOOD FATTY ACID COMPOSITION OF FISHES DEPENDING ON SEASONAL CHANGES

Abstract. Fats play a critical role in energy metabolism of fish. The bulk of the fatty acids of fish lipids are saturated with fatty acids and highly unsaturated acids with a predominance of 18 carbon atoms of mostly oleic acid, linoleic acid and their isomers. During oxidation they liberate two times more energy and, being a source of essential fatty acids, account for the complex basis of cell membranes. Efficiency of tissue permeability and its adaptation to different temperatures depend on lipids. The composition and ratio of fatty acids depend on a number of factors, including biological characteristics of the organism (age, species) and external environment influence (time of the year, temperature, water salinity). Fluctuations of fat content in one and the same individual during the year can be considerable and these fluctuations are repeated regularly. In addition, fats are related to the fish intake of fat-soluble physiologically active substances. The article presents the results of fatty acid composition of fish blood, depending on body mass and seasonal changes. Change levels of saturated and unsaturated fatty acids are shown in the seasonal aspect. Blood fatty-acid composition of carps in the lakes of the Republic of Mordovia is represented mostly by omega-3, -6, -9 fatty acids. It has been stated that if the number of fatty acid radicals increase or decrease, an organism adapts to the temperature changes, which helps to survive within the areal.

Key words: fatty acids, carp, lipids, phosphatidylserine, phosphatidylcholine, phosphatidylethanolamine, polyunsaturated fatty acids.

REFERENCES

1. Ivanov A. A. *Fiziologiya ryb* [Physiology of fishes]. Moscow, Mir Publ., 2003. 284 p.
2. Amineva V. A., Ivanov A. A. *Fiziologiya ryb* [Physiology of fishes]. Moscow, Legkaia promyshlennost' Publ., 1984. 200 p.
3. Kamyshnikov V. V. *Spravochnik po kliniko-biokhimicheskim issledovaniyam i laboratornoi diagnostike* [Reference book on clinical and biochemical research and laboratory diagnostics]. Moscow, MEDpress-inform, 2004. Pp. 234-297.
4. Miroshnikova E. P., Arinzhano A. E., Kiliakova Iu. V. *Izmenenie gematologicheskikh parametrov karpa pod vliyaniem nanochastits metallov* [Changing hematological parameters of carp under the influence of metal nanoparticles]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2013, no. 5, pp. 55-57.
5. Fedotenkov V. I. *Vliyanie razlichnykh dolei estestvennykh kormov v ratsione segoletok karpa na ikh zimostoikost' i lipidnyi obmen: avtoreferat dis. ... kand. biol. nauk* [Influence of different portions of natural feeds in nutrition of carp yearlings on their winter resistance and lipid exchange: Diss.abstr. ...Cand.Biol.Sci.]. Moscow, 2000. 20 p.
6. Miroshnikova E. P. *Biologicheskie osobennosti i kachestvo produktsii kur i karpa pri ispol'zovanii razlichnykh enzimsoderzhashchikh ratsionov: avtoreferat dis. ... d-ra biol. nauk* [Biological characteristics and quality of chicken and carp products when using enzyme containing dietary intakes. Diss. abstr. ...PhD of Biol.]. Volgograd, 2006. 46 p.
7. Skliarov V. Ia., Studentsova N. A. *Rekomendatsii po kormleniiu karpa s ispol'zovaniem netraditsionnogo syr'ia* [Recommendation on carp feeding using nontraditional raw material]. Krasnodar, KrasNIIRKh, 2003. P. 22.
8. Aliev A. A. *Lipidnyi obmen i produktivnost' zhvachnykh zhivotnykh* [Lipid exchange and productivity of ruminants]. Moscow, Kolos Publ., 1980. 381 p.
9. Van der Meeren T., Olsen R. E., Hamre K., Fuhn H. J. Biochemical composition of copepods for evaluation of feed quality in production of juvenile marine fish. *Aquaculture*, 2008, vol. 274, pp. 375-397.
10. Ostroumova I. N. *Biologicheskie osnovy kormleniya ryb* [Biological grounds of fish feeding]. Saint-Petersburg, GosNIORKh, 2012. 564 p.
11. Farkas T., Csengeri I., Majoros F., Olah J. Metabolism of fatty acids in fish. III. Combined effect of environmental temperature and diet on formation and deposition of fatty acids in the carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758. *Aquaculture*, 1980, vol. 20, pp. 29-40.

The article submitted to the editors 29.01.2018

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Mungin Vladimir Viktorovich – Russia, 430005, Saransk; Ogarev National Research Mordovia State University; Doctor of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Zootechny; kafedra_zoo@agro.mrsu.ru.

Loginova Ludmila Nikolaevna – Russia, 430005, Saransk; Ogarev National Research Mordovia State University; Candidate of Agricultural Sciences; Assistant Professor of the Department of Zootechny; kafedra_zoo@agro.mrsu.ru.

Arykova Ekaterina Aleksandrovna – Russia, 430005, Saransk; National Research Ogarev Mordovia State University; Candidate of Agricultural Sciences; Assistant Professor of the Department of Zootechny; kafedra_zoo@agro.mrsu.ru.

Kurkembraeva Bibigul Mahabbatovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department of Aquaculture and Fisheries; kurkembraevab@mail.ru.

Bakhareva Anna Aleksandrovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Aquaculture and Fisheries; bahareva.anya@yandex.ru.

