

УДК 664

**Ф.Б. Волотка, В.Д. Богданов**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

**ЖИРНО-КИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ФОРМОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ  
ИЗ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ КРАСНОПЕРКИ (TRIBOLODON BRANDTII)  
И КЕФАЛЬ-ЛОБАНА (MUGIL CEPHALUS)**

*Представлены результаты исследования жирно-кислотного состава формованных изделий из дальневосточной красноперки и кефаль-лобана. Данные исследования показывают, что разработанные формованные изделия имеют высокую биологическую эффективность.*

**Ключевые слова:** дальневосточная красноперка, *Tribolodon brandtii*, фарш, кефаль-лобан, *Mugil cephalus*, жирно-кислотный состав, нормы, биологическая эффективность, липиды.

**F.B.Volotka, V.D. Bogdanov**

**FATTY ACID COMPOSITION OF MOLDED PRODUCTS  
FROM THE FAR EAST RUDD (TRIBOLODON BRANDTII)  
AND STRIPED MULLET (MUGIL CEPHALUS)**

*The results of the study of fatty acid composition of molded products from the Far East and the red-eye mullet, striped mullet. These studies show that the molded articles have developed a high biological efficacy.*

**Keywords:** Far rudd, *Tribolodon brandtii*, stuffing, striped mullet, *Mugil cephalus*, fatty acid composition, norms, biological efficiency, lipids.

Продукты питания (в том числе формованные рыбные продукты) по теории сбалансированного питания в повседневном рационе должны содержать такое количество компонентов: аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, антиоксидантов и т.д., – которое достаточно для благотворного воздействия на организм человека (Diplock, 1998). В этой связи расширение ассортимента формованных изделий из дальневосточной красноперки и кефаль-лобана и оценка их качественных показателей, в том числе жирно-кислотного состава, является актуальной задачей.

Жирно-кислотный состав продуктов питания – второй по значимости после аминокислотного состава комплексный показатель, с помощью которого можно качественно и количественно оценивать функционально-метаболическую адекватность продуктов целям повседневного или специального питания (Липатов, 2003). Добавляемые в рецептурные композиции жиры положительно влияют на пластичность массы, а также на органолептические показатели.

В целях повышения питательной ценности рыбных формованных изделий в рецептуру включают растительные и животные жиры. Также известно, что липиды морских рыб отличаются от пресноводных, прежде всего, по содержанию полиненасыщенных жирных кислот: линолевой, линоленовой, арахидоновой, эйкозапентаеновой и докозагексаеновой, – которые не синтезируются в организме человека (Мглинец и др., 2000 г.; Сторожук, 1970), в связи с этим представляет интерес исследование жирно-кислотного состава разработанных рыбных формованных изделий.

Целью нашей работы являлось исследование жирно-кислотного состава формованных изделий на основе дальневосточной красноперки и кефаль-лобана; объектами исследования – рыбные формованные изделия.

Основным сырьем для производства рыбных формованных изделий являлась дальневосточная красноперка, или мелкочешуйный угай (*Tribolodon brandtii*), и кефаль-лобан (*Mugil cephalus*), соответствующие ГОСТ 814-96 Рыба охлажденная.

Состав жирных кислот определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе GC-2010 («Shimadzu», Япония), использовали капиллярную кварцевую колонку (0,25 мм × 25 м) с неподвижной фазой Carbowax-20.

Особую важность для нормального функционирования организма человека имеют полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), в том числе  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6. Дефицит  $\omega$ -3 приводит к снижению способностей к обучению и психомоторного развития у детей, нарушению функций сердечно-сосудистой системы. Известно, что  $\omega$ -3 жирные кислоты нормализуют тромбообразование и свертываемость крови, снижают риск инфаркта миокарда (Акулин и др., 1995). Физиологическая потребность для взрослых составляет 8-10 г/сут  $\omega$ -6 жирных кислот и 0,8-1,6 г/сут  $\omega$ -3 жирных кислот (Нормы..., 2008). ПНЖК типа  $\omega$ -6 очень полезны и жизненно необходимы организму. Однако их эффекты становятся чрезмерными и очень опасными на фоне дефицита  $\omega$ -3 жирных кислот. Такая ситуация провоцирует развитие атеросклероза, инфаркта, усиливает некоторые формы гипертонической болезни; способствует хроническим воспалениям суставов и внутренних органов; стимулирует аллергии.

Жирные кислоты  $\omega$ -3 семейства являются биологически активными веществами, действующими как профилактические лекарственные средства на организм человека при сердечно-сосудистых, онкологических и других заболеваниях. Главные жирные кислоты этого семейства: эйкозапентаеновая (20:5) и докозагексаеновая (22:6) – играют важную роль для организма человека как биологически активные соединения, участвуют в регулировании обменных процессов, воздействуют на иммунную систему человека, препятствуют развитию астматических и некоторых опухолевых процессов (Поверин, 2008).

Жиры с повышенным содержанием олеиновой кислоты отличаются повышенной усвояемостью, также олеиновая кислота ингибирует активность лецитиназы, в результате чего уменьшается активность протекания гидролитических и окислительных процессов при хранении продукта, что служит фактором увеличения сроков хранения готового продукта (Трофимчук, 1971; Jurkowski, 1965).

Присутствующие в липидах ненасыщенные линолевая (18:2), линоленовая (18:3) и арахидоновая (20:4) кислоты являются важными физиологически необходимыми для человека веществами и составляют витамин F (Лещанская, 2003).

Из литературных данных известно, что наилучшее соотношение жирных кислот в обычном рационе питания человека ПНЖК:МНЖК:НЖК – 10:60:30. Более полное представление о полноценности жира дает характеристика соотношения насыщенных и ненасыщенных жирных кислот (ПНЖК+МНЖК):НЖК – 2,3:1 (Левачев, 1980, Липатов и др., 2001).

Для проведения исследования нами приготовлены образцы формованных изделий из дальневосточной красноперки и кефаль-лобана с добавлением компонентов растительного происхождения, специй и других ингредиентов (табл. 1).

Качественный состав и количественное содержание жирных кислот формованных изделий из дальневосточной красноперки и кефаль-лобана представлен в табл. 2.

Анализ жирно-кислотного состава липидов рыбных формованных изделий, представленный в табл. 1, показывает, что общее количество полиненасыщенных жирных кислот колеблется от 13,79 (рецептура № 7) до 45,00 % (рецептура № 6). Основное процентное содержание среди ПНЖК во всех рецептурах приходится на линолевую кислоту: от 8,32 (рецептура № 9) до 42,68 % (рецептура № 6). В рецептурах № 7 и 9 с добавлением шпика самое низкое содержание ПНЖК 13,79 и 17,70 % соответственно. Содержание линоленовой кислоты составляет 0,28-0,88 %, арахидоновой – 0,20-1,10 %, небольшое содержание этой кислоты в исследуемых образцах восполняется из незаменимой омега-6 ненасыщенной линолевой жирной кислоты, среднее содержание которой в большинстве образцов превышает 30 %. В клеточных мембранах человека линолевой кислоты содержится в сред-

нем в 10 раз больше, чем омега-3 ненасыщенной  $\alpha$ -линоленовой жирной кислоты, что доказывает критическую важность линолевой кислоты и всего класса омега-6 ненасыщенных жирных кислот для нормального функционирования клеточных и субклеточных мембран. Наиболее оптимальное соотношение, по справочным данным ФАО/ВОЗ, линолевой, линоленовой и арахидоновой кислот в рецептурах № 7 и 9.

Суммарное количество жирных кислот (МНЖК) для формованных изделий составляет от 33,48 (рецептура № 6) до 51,08 % (рецептура № 7). Основной мононенасыщенной кислотой является олеиновая, минимальное содержание которой составляет 30,68 % (рецептура № 6), максимальное – 44,17 % (рецептура № 4). Высокое содержание олеиновой кислоты является положительным фактором в увеличении сроков хранения готового продукта, также она участвует в построении биологических мембран и в значительной степени определяет свойства этих липидов.

Таблица 1

**Рецептура приготовления формованных изделий из дальневосточной красноперки и кефаль-лобана (котлет и сосисок)**

Table 1

**Recipe preparation of molded articles from the Far East the redeye and striped mullet (cutlets and sausages)**

Компоненты, кг на 100 кг	Номер рецептуры									
	Котлеты					Сосиски				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дальневосточная красноперка	52,5	39,0	35,0	51,0	60,0	83,5	-	20,0	40,6	71,2
Кефаль-лобан	-	19,0	20,0	-	-	-	67,9	35,2	40,6	-
Лук репчатый свежий	4,0	5,0	5,0	3,0	4,0	4,0	-	-	-	-
Чеснок	-	1,7	1,0	-	1,0	-	0,3	-	-	0,5
Морковь	-	-	1,0	-	3,0	-	5,0	-	-	-
Свекла	-	9,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Перец черный молотый	0,2	0,2	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-	0,2
Перец душистый молотый	-	0,1	0,2	-	-	-	0,05	-	0,2	0,1
Перец красный молотый	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,2	-
Мускатный орех молотый	-	-	-	-	-	-	0,05	0,05	-	-
Соль поваренная пищевая	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5
Сахар	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,7	0,9	0,5
Панировка из пивной дробины	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	-	-	-	-
Мука из дробины	3,0	-	-	-	-	-	3,0	3,0	-	-
Вода	5,0	6,0	4,0	6,0	5,0	5,0	7,5	10,0	10,0	14,0
Яичный порошок	3,0	4,0	3,0	3,5	-	-	2,0	2,0	2,0	2,0
Картофель	-	3,0	-	10,0	-	-	-	-	-	-
Кукумария	-	-	-	-	16,5	-	-	-	-	-
Капуста белокочанная	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-
Перец сладкий	-	2,6	2,0	-	-	-	-	-	-	-
Грибы лесные	-	-	14,0	-	-	-	-	12,0	-	-
Молоко сухое	-	-	-	3,0	-	-	2,0	2,0	1,0	-
Сыр	-	-	3,0	-	-	-	-	3,0	-	-
Творог	20,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Масло оливковое	-	5,0	3,0	6,0	4,0	-	-	-	-	-
Масло сливочное	6,0	-	3,0	-	-	-	-	-	-	-
Масло растительное	-	-	-	-	-	-	-	10,0	-	10,0
Шпик	-	-	-	-	-	-	10,0	-	14,0	-

Таблица 2

**Состав жирных кислот формованных изделий  
из дальневосточной красноперки и кефаль-лобана**

Table 2

**The fatty acid composition of molded products from the Far East redeye and mullet**

Жирные кислоты	Содержание жирных кислот, % от суммы жирных кислот									
	Номер рецептуры									
	Котлеты					Сосиски				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Насыщенные</i>	22,49	24,20	21,49	16,34	13,96	14,82	34,38	25,67	33,41	22,83
10:0	0,11	0,09	0,12	-	-	-	-	0,19	-	-
12:0	1,08	1,21	0,72	0,15	-	-	0,05	0,49	0,07	-
14:0	1,15	1,18	1,17	0,4	0,47	0,47	1,03	2,17	1,32	0,82
15:0	0,15	0,14	0,15	0,10	0,16	0,10	0,17	0,33	0,28	0,14
15:0 – iso	-	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-
16:0	15,31	16,91	14,89	11,62	8,93	10,58	22,99	16,72	22,03	16,16
16:0 – iso	-	-	-	-	0,06	-	-	0,06	0,1	-
17:0	0,13	0,13	0,12	0,11	0,15	0,09	0,37	0,19	0,42	0,20
17:0 – iso	0,12	0,08	-	0,08	0,20	-	-	0,12	0,15	0,10
17:0 – aiso	0,11	0,07	-	0,07	0,15	-	0,05	0,13	0,19	0,12
18:0	4,07	4,16	4,06	3,51	3,46	3,32	9,54	5,04	8,62	5,07
18:0 – iso	-	-	-	-	0,07	-	-	-	0,06	-
20:0	0,26	0,23	0,26	0,30	0,25	0,26	0,18	0,23	0,17	0,22
<i>Мононенасыщенные</i>	35,32	35,28	44,49	48,07	42,83	38,48	51,08	34,46	48,43	41,89
14:1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-
16:1n-7	1,34	1,70	1,62	1,36	2,33	1,39	2,84	1,74	4,37	3,85
16:1n-?	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-
17:1n-9	0,13	0,16	0,17	0,12	0,19	0,16	0,59	0,29	0,64	0,46
18:1n-11	0,06	0,06	-	-	0,14	-	0,10	0,06	0,19	-
18:1n-9	31,50	31,23	40,73	44,17	36,81	35,68	43,14	30,26	37,63	32,72
18:1n-7	1,33	1,39	1,47	1,55	2,23	0,90	3,11	1,52	3,91	2,95
18:1n-5	0,05	-	-	0,06	0,09	-	0,10	0,12	0,14	-
19:1	-	-	0,06	0,07	-	0,06	0,19	-	-	0,27
20:1n-11	0,34	0,25	0,18	0,27	0,55	0,08	0,05	0,21	0,39	1,11
20:1n-9	0,32	0,25	0,26	0,31	0,43	0,21	0,96	0,26	0,99	0,53
20:1n-7	0,25	0,24	-	0,16	0,06	-	-	-	0,06	-
<i>Полиненасыщенные</i>	41,02	39,67	32,81	34,61	41,80	45,00	13,79	38,23	17,70	31,91
16:2n-4	0,05	0,07	0,08	-	0,10	-	0,08	0,12	0,16	-
16:3n-3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-
16:4n-1	-	-	-	-	-	-	0,08	0,05	0,07	-
18:2n-9	-	-	-	-	-	-	0,12	-	0,11	-
18:2n-6	38,18	36,86	31,03	32,45	36,20	42,68	9,27	34,28	8,32	27,18
18:2n-4	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-
18:3n-6	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-
18:3n-3	0,28	0,29	0,36	0,35	0,29	0,88	0,58	0,36	0,52	0,60
18:4n-3	-	-	-	-	-	0,14	0,05	0,06	0,10	0,06
20:2n-6	0,08	-	-	-	0,15	-	0,42	0,11	0,48	0,84
20:3n-6	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-
20:3n-3	-	-	-	-	-	-	0,09	-	0,6	-
20:4n-6	0,29	0,41	0,25	0,26	0,51	0,20	0,69	0,50	1,10	0,48

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20:4n-3	-	-	-	-	0,14	-	-	0,08	0,22	-
20:5n-3	0,91	1,04	0,66	0,78	1,83	0,60	1,06	1,21	2,67	1,47
22:4n-6	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-
22:4n-3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22	-
22:5n-3	0,23	-	-	-	0,49	0,28	0,31	0,27	0,54	0,27
22:6n-3	1,00	0,94	0,43	0,77	2,09	0,22	0,94	1,13	2,43	1,01
Сумма жирных кислот	98,83	99,15	98,79	99,02	98,59	98,30	99,25	98,36	99,54	96,63
$\omega$ -3	2,42	2,27	1,45	1,90	4,84	2,12	3,03	3,11	7,36	3,42
$\omega$ -6	38,55	37,33	31,28	32,71	36,86	42,88	10,48	34,89	10,00	28,50

Сумма насыщенных жирных кислот в представленных образцах составляет 13,96-34,38 %, основной насыщенной кислотой является пальмитиновая (C16:0). Данная кислота способствует активизации синтеза собственных коллагена, эластина, гликозаминогликанов и гиалуроновой кислоты. Таким образом, происходит обновление межклеточного вещества дермы.

Из представленных в табл. 2 образцов наибольшее количество  $\omega$ -3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) находится в рецептуре № 9 (7,36 %), а наименьшее (1,45 %) – в рецептуре № 3, что в 5 раз меньше. При этом сумма  $\omega$ -6 ПНЖК в формованных изделиях составляет 10,00-42,88 %. Содержание эйкозапентаеновой и докозагексаеновой жирных кислот семейства  $\omega$ -3 колеблется в пределах 0,60-2,67 % и 0,22-2,43 % соответственно. При этом наибольшее содержание данных кислот приходится на рецептуру № 9, наименьшее – на рецептуру № 6.

Для нормального функционирования организма человека очень важно оптимальное соотношение в пище полиненасыщенных жирных кислот омега-6 и омега-3 типа, которое должно составлять 10:1. В представленных образцах наиболее оптимальное соотношение  $\omega$ -6:  $\omega$ -3 составляет 11,2:1 в рецептуре № 8, а также 8,3:1 – в рецептуре № 10. Для остальных образцов соотношение  $\omega$ -6:  $\omega$ -3 выше рекомендуемых значений (кроме образцов № 6 и № 9). Возможно, это связано с высоким содержанием линолевой кислоты, входящей в состав растительного масла, добавленного в рецептуры.

Суммарное количество жирных кислот (ПНЖК)  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6 семейства для образцов составляет: минимальное – 13,51 %, максимальное – 45,00 %. Согласно нормам физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах (Нормы ..., 2008), употребление в пищу разработанной формованной рыбной продукции поможет повысить уровень потребления жирных кислот  $\omega$ -3 семейства, так как их содержание составляет от 1,45 до 7,36 % от суммы всех жирных кислот.

Для количественной оценки соответствия жирно-кислотного состава липидов потребности организма в жирных кислотах использовали отношение насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Как показали результаты анализа, отношение насыщенных и ненасыщенных жирных кислот – (ПНЖК+МНЖК): НЖК – в формованных изделиях из кефаль-лобана и дальневосточной красноперки составляет: минимальное – 1,8:1 (рецептура № 7), максимальное – 6,0:1 (рецептура № 5), наиболее приближено к оптимальному соотношению 2,0:1 в рецептуре № 9, что говорит о полноценности жира.

Формованные изделия, составленные по рецептурам 7 и 9, наиболее максимально близко приближены к эталону ФАО/ВОЗ по содержанию линолевой, линоленовой и арахидоновой кислот, а также по рекомендуемому соотношению НЖК, МНЖК и ПНЖК. На основании проведенных экспериментов и полученных данных можно утверждать, что разработанные рыбные формованные изделия имеют высокую биологическую эффективность и при потреблении могут обеспечивать здоровое функционирование организма.

### Список литературы

1. Мглинец А.И., Ловачева Г.Н., Алешина Л.М. Справочник технолога общественного питания. – М.: Колос, 2000.
2. Сторожук П.Г. Гидролитическое расщепление белковых продуктов животного происхождения протеолитическими ферментами желудочно-кишечного тракта // Вопр. питания. – 1970. – № 4. – С. 3-8.
3. Липатов Н.Н., Башкиров О.И., Геворгян А.Л. Анализ алиментарной адекватности жировых компонентов перспективных видов сырья, балансирующего продукты питания детей в возрасте до 10 лет // Научные и конкурентоспособные технологии продуктов питания со специальными свойствами: сб. науч. тр. (г. Углич, ВНИИМС). – М., 2003. – С. 255-258.
4. Акулин В.Н., Швидкая З.П., Блинов Ю.Г. и др. Консервированные продукты из лососевых – источник полиненасыщенных жирных кислот в питании человека // Изв. ТИНРО. – Владивосток, 1995. – Т. 118. – С. 48-54.
5. Трофимчук Г.Д., Первуинская Т.А. Изменение жирно-кислотного состава липидов рыбы при хранении // Рыб. хоз-во. – 1971. – № 9. – С. 50-51.
6. Лещанская О. Роль транзисомеров жирных кислот в жизнедеятельности человека глазами химика, специалиста по питанию и кардиолога // Пищ. пром-сть. – 2003. – № 7. – С. 54-55.
7. Поверин А.Д. Полиненасыщенные жиры – важнейший компонент продуктов функционального питания // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 7. – С. 35-38.
8. Левачев М.М. Роль липидов пищи в обеспечении процессов жизнедеятельности организма // Вопр. питания. – 1980. – № 2.
9. Липатов Н.Н., Сажинов Г.Ю., Башкиров О.И. Формализованный анализ аминокислотной сбалансированности сырья, перспективного для проектирования детского питания с задаваемой пищевой адекватностью // Хранение, переработка сельхозсырья. – 2001. – № 8. – С. 11.
10. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: метод. рекомендации МР 2.3.1.2432-08 приняты Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор). 18.12.2008 г.
11. Jurkowski M., Brockerhoff H. Lysolecithinase of cod muscle // J. Fish. Res. Bd Canada. – 1965. – № 22. – P. 643-652.

**Сведения об авторах:** Волотка Федор Борисович, аспирант, e-mail: volotka@bk.ru;  
Богданов Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор;  
e-mail: pro\_ur@dalrybvtuz.ru.