

**ИКРА САМОК ФОРЕЛИ БЕЛОРУССКИХ ПОПУЛЯЦИЙ – БОГАТЫЙ ИСТОЧНИК ПОЛИ-
НЕНАСЫЩЕННЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ, НЕЗАМЕНИМОГО ФАКТОРА ПИТАНИЯ****Е. В. ТАРАЗЕВИЧ***УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь**(Поступила в редакцию 12.04.2021)*

Продукты питания, призванные удовлетворять потребности человека, должны быть доброкачественными, хорошо усвояемыми, обладать высокими органолептическими показателями, характеризоваться высокой энергетической и биологической ценностью. Здоровье человека неразрывно связано с потреблением натуральных продуктов питания, изготовленных из экологически-чистого сельскохозяйственного пищевого сырья, предпочтительнее и полезнее продуктов, произведенных с использованием синтетических, химических и генетически модифицированных ингредиентов. В настоящее время учеными ведущих экономически развитых стран мира предлагаются функциональные пищевые продукты, которые содержат ингредиенты, повышающие сопротивляемость организма человека к заболеваниям и способность сохранить активный образ жизни. По своему предназначению они относятся к продуктам массового потребления и предназначены для питания в составе обычного рациона основных групп населения, но содержат функциональные ингредиенты, оказывающие биологически значимое позитивное воздействие на здоровый организм в ходе происходящих в нем обменных процессов. Потребление таких продуктов помогает предупредить некоторые болезни и старение организма. Для создания новых функциональных продуктов питания используются семь основных групп ингредиентов: пищевые волокна; витамины (С, Д, группа В); минеральные вещества; липиды, содержащие полиненасыщенные высшие жирные кислоты; антиоксиданты; олигосахариды; некоторые виды полезных микроорганизмов.

В статье представлены данные по биохимическому составу неоплодотворенной икры радужной форели белорусских популяций: белка, жира, холестерина и её жирнокислотного состава. Обозначена роль икры форели в питании человека, как богатого источника полиненасыщенных жирных кислот.

Ключевые слова: *биохимический состав икры, радужная форель, функциональные пищевые продукты, полиненасыщенные жирные кислоты.*

Food products designed to satisfy human needs must be sound, well digestible, have high organoleptic characteristics, and be characterized by high energy and biological value. Human health is inextricably linked with the consumption of natural food products made from ecologically pure agricultural food raw materials, preferable and healthier than products made using synthetic, chemical and genetically modified ingredients. Currently, scientists from the leading economically developed countries of the world offer functional food products that contain ingredients that increase the human body's resistance to diseases and the ability to maintain an active lifestyle. According to their purpose, they belong to mass consumption products and are intended for nutrition as part of a usual diet of the main groups of population, but they contain functional ingredients that have a biologically significant positive effect on a healthy body in the course of metabolic processes occurring in it. The consumption of such foods helps to prevent certain diseases and aging of the body. Seven main groups of ingredients are used to create new functional food products: dietary fiber; vitamins (C, D, group B); minerals; lipids containing polyunsaturated higher fatty acids; antioxidants; oligosaccharides; some types of beneficial microorganisms.

The article presents data on the biochemical composition of unfertilized eggs of rainbow trout of Belarusian populations: protein, fat, cholesterol and its fatty acid composition. The role of trout roe in human nutrition, as a rich source of polyunsaturated fatty acids, is indicated.

Key words: *biochemical composition of caviar, rainbow trout, functional foods, polyunsaturated fatty acids.*

Введение

В структуре функционального питания важное место занимают продукты и пищевые добавки с повышенным содержанием полиненасыщенных жирных кислот и в первую очередь семейства омега-3 и омега-6. В группу полиненасыщенных жирных кислот семейства омега-3 входят: α – линоленовая кислота, эйкозапентаеновая кислота, докозагексаеновая кислота; к группе полиненасыщенных жирных кислот семейства омега-6 – относятся: линолевая кислота, γ – линоленовая кислота, арахидоновая. Количество жирных кислот омега-6 в структуре питания современного человека заметно возросло благодаря увеличению потребления в пищу таких растительных масел, как кукурузное, подсолнечное, хлопковое и соевое. Вместе с тем потребление рыбы и морских продуктов, богатых жирами омега-3, значительно сократилось в силу ряда объективных и субъективных причин. Все это привело к тому, что соотношение жиров омега-6 к омега-3 в современной структуре питания находится в пределах (20–30): 1, вместо необходимых человеку (2–3): 1.

Суточное потребление 6–8 % от общей калорийности рациона полиненасыщенных жирных кислот способствует снижению риска сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, повышению функций иммунной системы, снижению уровня холестерина, повышению устойчивости организма к инфекционным и простудным заболеваниям, профилактике кишечных заболеваний [1, 2].

Типы жиров и их природное содержание в различных сырьевых субстратах существенно различаются, что необходимо учитывать при организации системного функционального питания различных групп населения. Отсутствие или недостаток полиненасыщенных жирных кислот семейства омега-3 подавляет рост молодого организма, снижает репродуктивные функции, отрицательно сказывается на процессе тромбообразования, тонусе кровеносных сосудов и некоторых других функциях. При недостатке полиненасыщенных жирных кислот омега-3 их место занимают поступающие с пищей кислоты омега-6.

По современным представлениям, потребление полиненасыщенных жирных кислот, как эссенциального фактора питания, должно соответствовать 6–8 % энергетической ценности суточного рациона. Соотношение омега-6 к омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в рационе здорового человека должно составлять (5–10): 1. Оптимальное суточное поступление линолевой кислоты составляет 8–10 г в сутки, линоленовой – 0,9–1,2 г и эйкозапентаеновой – 0,3–0,4 г.

Выявление функций омега-3 полиненасыщенных жирных кислот, установление их оптимального соотношения с кислотами семейства омега-6, определяющих их физиологические функции, подтвердили их статус незаменимого фактора питания. Основной задачей на современном этапе является введение в состав пищевых рационов таких жировых продуктов, которые обеспечили бы поступление в организм человека всех эссенциальных кислот в количествах, удовлетворяющих его физиологические потребности.

Основными источниками жиров омега-3 являются: морская рыба: скумбриевые, сельдевые, лососевые, тунцовые, палтус, тресковые, креветки; пресноводные виды: лососевые, растительноядные (белый и пестрый толстолобик и их гибридные формы, белый амур); головной и костный мозг, растительные масла.

В целях обеспечения населения Беларуси высококачественными продуктами питания, в том числе содержащими относительно высокое количество полиненасыщенных жирных кислот, была разработана и реализована Государственная программа развития рыбохозяйственной деятельности на 2011–2015 годы, обеспечившая введение в эксплуатацию четырех рыбоводных комплексов по выращиванию ценных видов рыб. Общая мощность введенных в эксплуатацию хозяйств составляет 770 тонн товарной продукции форели в год и один рыбопитомник по выращиванию посадочного материала форели, мощностью 3 млн экз. стандартной среднештучной массой 50 г [3].

Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы планировалось достичь объема производства ценных видов рыб до 1200 тонн [4].

Выполнение данных программ планируется проводить на основе завозного посадочного материала (оплодотворенной икры, на стадии глазка) из стран ближнего и дальнего зарубежья: России, Франции, США, Польши и др. Завозной материал из стран дальнего зарубежье (Франция, США) обеспечивает производство только форелевого мяса, а производство высококачественной икры самки обеспечивать не могут, так как они являются триплоидами.

Только в форелевом хозяйстве ЗАО «Птичь» Логойского района Минской области имеется четырехлинейное ремонтно-маточное стадо форели, которое обеспечивает производство собственного качественного посадочного материала из икры, полученной от самок чистых линий.

Цель исследования – оценить биохимический состав неоплодотворенной икры радужной форели белорусского происхождения.

Основная часть

Материалом для исследований послужили пробы икры радужной форели по 50 граммов каждая. Пробы неоплодотворенной икры были отобраны у самок в период нерестовой компании (23 января) в форелевом хозяйстве ЗАО «Птичь» Логойского района Минской области – и в тот же день были транспортированы в изотермическом контейнере со льдом при температуре 9 °С для исследований. В отобранных образцах определялось содержание белка, жира, холестерина, и спектр жирнокислотного состава.

Биохимические исследования неоплодотворенной икры проводили на базе Научно-методического испытательного отдела республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены». Измерительное оборудование и средства измерений, применяемые при исследовании образцов икры, имели гарантийную поверку. Наименование оборудования: весы аналитические АС–210Р; водяная баня В-480; хроматограф газовый Хроматэк Кристалл 5000.2; хроматограф газовый *Perkin Elmer*, шкаф сушильный «*Heraeus*», титратор автоматический *Titrol Line Easy*.

Методы исследования:

– ГОСТ 26889-86 Продукты пищевые и вкусовые. Общие указания по определению содержания азота методом Кьельдаля [5].

– ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки [6].

– ГОСТ 31665-2012 Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот [7].

– ГОСТ 31663-2012 Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме [8].

– МВИ.МН 1364-2000 Методика газохроматографического определения жирных кислот и холестерина в продуктах питания и сыворотке крови [9].

Условия проведения исследований икры соответствовали следующим параметрам: температура – 18,2–22,0 °С; влажность – 30,0–41,0 %, давление 740–754 мм рт. ст.

Статистическую обработку данных осуществляли общепринятыми методами [10, 11].

Эмбриональное развитие и жизнеспособность потомства форели напрямую зависят от биохимического состава икры. Икра лососевых содержит большое количество желтка, что благоприятно обеспечивает будущий зародыш питательными веществами [12]. Питательные вещества необходимы для обеспечения процессов биосинтеза белка (ферментами, рибосомами, РНК), регуляторными факторами процессов оплодотворения, и с веществами, непосредственно обеспечивающие развитие эмбриона. Большой объем желтка у лососевых можно объяснить как эволюционный процесс приспособления к длительному процессу инкубации и недостатку кормовых объектов до перехода личинок форели к активному питанию. Наиболее ценными и энергоемкими веществами являются белки и липиды. Показатели содержания белка, жира и холестерина представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты биохимического исследования неоплодотворенной икры радужной форели в период нерестовой кампании

Наименование показателя, единицы измерения	Результаты испытания образцов										Литературные Данные [13]
	№ 1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	Среднее	Cv	
Массовая доля белка, %	27,8	27,8	25,1	26,6	26,4	27,3	28,6	28,7	27,28±0,48	0,04	27,5
Массовая доля жира, %	4,3	5,1	6,6	4,3	4,9	4,7	5,1	4,8	4,97 ±0,26	0,15	3,8
Холестерин, %	0,21	0,22	0,32	0,17	0,18	0,20	0,19	0,18	0,21 ±0,02	0,20	–

Примечание: здесь и далее, Cv – значение коэффициента вариации.

Как показывают результаты исследований, среднее значение содержания массовой доли белка в пробах составляет 27,28±0,48, стандартное отклонение – 1,21, коэффициент вариации – 0,04; содержание массовой доли жира – 4,98±0,26, стандартное отклонение – 0,73, коэффициент вариации – 0,15; содержание холестерина – 0,21±0,02, стандартное отклонение – 0,04, коэффициент вариации – 0,20, что практически на одном уровне со значениями литературных данных [13].

То есть, различия в содержании белка, жира и холестерина в различных пробах икры лососевых незначительные.

К незаменимым жирным кислотам относят олеиновую, арахидоновую, линолевую и линоленовую. Организм не способен их синтезировать самостоятельно, ранее эту группу веществ называли «витамин F» из-за ценного физиологического значения. Помимо важнейших диетических функций в рационе человека, велика роль жирных кислот и для биологического развития рыб, то есть и для рыболовных целей. Дефицит жирных кислот в икре может приводить к аномальному развитию личинок, низким уровням выклева и выживаемости личинок. В эмбриональном развитии форели велика роль докозагексаеновой кислоты, дефицит которой приводит к аномалиям развития и низкой выживаемости.

Биохимические исследования жирнокислотного состава проб икры радужной форели представлены в табл. 2.

Основными из жирных кислот в составе неоплодотворенной икры радужной форели являются: линолевая – 10,38±0,05, стандартное отклонение – 0,16, коэффициент вариации – 0,02; докозагексаеновая – 10,44±0,27, стандартное отклонение – 0,80, коэффициент вариации – 0,07 и третье место занимает полиненасыщенная жирная арахидоновая кислота – 3,71±0,03, стандартное отклонение – 0,07, коэффициент вариации – 0,02 [11, 12]. В исследуемых пробах установлено высокое содержание олеиновой кислоты, которая относится к мононенасыщенным – 25,65±0,12 %, коэффициент вариации 0,01. Среди насыщенных жирных кислот максимальное содержание отмечено пальмитиновой кислоты – 11,90±0,12 %, коэффициент вариации 0,03.

Таблица 2 Результаты исследований жирнокислотного состава икры радужной форели в разрезе

Жирная кислота, % от суммы жирных кислот	Результаты испытания образцов									
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	Среднее	Cv
Миристиновая	1,5	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,40±0,02	0,05
Пентадекановая	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,23±0,01	0,19
Пальмитиновая	12,8	11,8	11,7	11,6	11,8	11,7	11,7	12,1	11,90±0,12	0,03
Пальмитолеиновая	6,6	5,9	5,9	5,8	6,0	5,9	5,9	5,8	5,98±0,08	0,04
Гептадекановая	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,29±0,01	0,11
Цис-гептадеценная	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,25±0,02	0,2
Стеариновая	3,0	3,1	2,9	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	3,04±0,02	0,02
Элаидиновая	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,28±0,01	0,15
Олеиновая	25,5	25,6	25,7	25,9	25,3	25,1	25,8	26,3	25,65±0,12	0,01
Линолевая	10,2	10,4	10,1	10,6	10,4	10,3	10,4	10,6	10,38±0,05	0,02
γ – линоленовая	1,5	1,3	1,3	1,3	1,1	1,1	1,2	1,4	1,28±0,04	0,1
Цис-11-эйкозеновая	0,8	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,95±0,02	0,07
α – линоленовая	1,5	1,6	1,5	1,6	1,7	1,6	1,6	1,6	1,59±0,02	0,04
Цис – 11, 14 – эйкозодиеновая	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,88±0,01	0,05
Бегеновая	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,20±0,01	0,1
Цис – 8, 11, 14 – эйкозатриеновая	1,5	1,7	1,6	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,61±0,03	0,07
Цис – 8, 14, 17 – эйкозатриеновая	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,20±0,01	0,14
Арахидоновая	3,6	3,7	3,7	3,6	3,8	3,8	3,8	3,7	3,71±0,030	0,02
Цис – 13,16-доказадиевая	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,49±0,01	0,07
Эйкозапентаеновая	2,7	3,1	2,9	3,2	3,1	3,1	3,0	2,9	3,00±0,05	0,05
Догзагексаеновая	9,2	10,3	9,6	10,4	11,5	11,6	10,9	10,0	10,44±0,27	0,07

Сгруппировав полученные данные по каждому типу кислоты по группам, в зависимости от молекулярной структуры нами была получена следующая диаграмма (рис. 1).

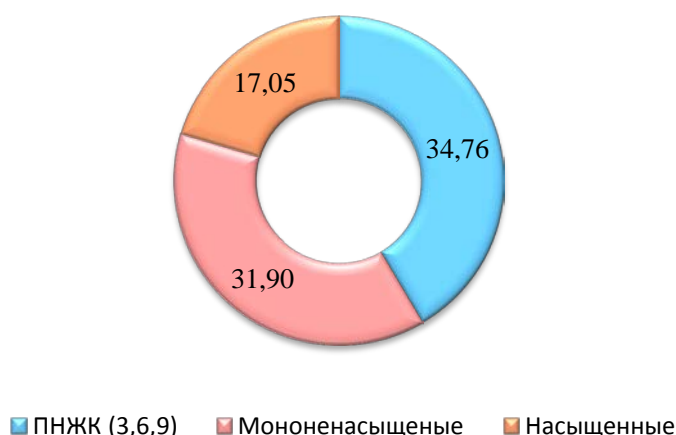


Рис. Распределение жирных кислот по группам в составе неоплодотворенной икры радужной форели, %

Как показывают результаты исследований жирнокислотного состава общих липидов проб икры радужной форели, значительную часть в них составляют полиненасыщенные жирные кислоты – 34,76 % суммы жирных кислот. Содержание насыщенных жирных кислот составляет 17,05 % от всего количества жирных кислот, оставшиеся – 31,9 % занимают мононенасыщенные жирные кислоты.

Закключение

Таким образом, можно утверждать, что введение в состав пищевого рациона икры самок радужной форели белорусских популяций, в количествах 4–6 %, полностью обеспечивает поступление в организм человека всех эссенциальных кислот в количествах, удовлетворяющих его физиологические потребности. Поэтому в целях обеспечения населения Беларуси высококачественными продуктами питания, в том числе содержащими относительно большое количество полиненасыщенных жирных кислот, необходимо начать массовое формирование маточных стад форели икорного направления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агеец, В. Ю. О выполнении Государственной программы развития рыбохозяйственной деятельности на 2011–2015 годы, перспективах развития и научное обеспечение отрасли на 2016–2020 годы / В. Ю. Агеец // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Минск: РУП «Институт рыбного хозяйства». 2016. Вып. 32. – С. 8–26.
2. Груданов, В. Я. Основы рационального питания / В. Я. Груданов, Е. С. Пашкова, Л. А. Расолько // Минск: УО БГАТУ, 2016. – 255 с.
3. Инновационные технологии переработки сельскохозяйственной продукции: учебное пособие / Н. В. Казаровец [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 288 с.

4. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 11 марта 2016 г., №196 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь.
5. ГОСТ 26889-86 Продукты пищевые и вкусовые. Общие указания по определению содержания азота методом Кельдаля.
6. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки.
7. ГОСТ 31665-2012 Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот.
8. ГОСТ 31663-2012 Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме.
9. МВИ.МН 1364-2000 Методика газохроматографического определения жирных кислот и холестерина в продуктах питания и сыворотке крови.
10. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск: «Вышэйшая школа», 1973. – С. 24–53.
11. Мастицкий, С. Э. Методическое пособие по использованию программы STATISTIRA при обработке данных биологических исследований / С. Э. Мастицкий. – Минск: РУП «Институт рыбного хозяйства».
12. Породы радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* W.) / под ред. А. К. Богерук. – М.: «Росинформагротех», 2006. – 316 с.
13. Титарев, Е. Ф. Форелеводство / Е. Ф. Титарев. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 250 с.