

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖИРОВ В ПИТАНИИ**

В статье приведены сведения о значении жиров и в питании, физиологических функций жиров в организме, метаболизме полиненасыщенных жирных кислот групп омега-6 и омега-3 и их биологической роли, количестве и соотношении в пищевом рационе.

Полиненасыщенные жирные кислоты, линолевая,  $\alpha$ -линоленовая, эйкозапентаеновая, докозагексаеновая кислоты, простагландины, тромбоксаны, лейкотриены, эйкозаноиды.

Жиры и масла всегда занимали и занимают важное место в питании человека. В решении мировой продовольственной проблемы жиры и масла, а также созданные на их основе пищевые продукты, занимают второе место после зерна и всей гаммы зерновых продуктов [1].

Жиры и жировые продукты - один из важных незаменимых компоненты питания, энергетический и пластический материал, источник незаменимых полиненасыщенных кислот, жирорастворимых витаминов и других биологически активных соединений. Физиологическая роль жиров в питании велика, а функции жиров в организме многообразны [2,3,4,5].

Жиры в организме играют роль резервного энергетического материала, используемого при ухудшении питания или заболеваниях. Количество жира в организме человека различно и связано с физиологическими особенностями. Даже при нормальной массе тела запасы жира составляют 7-9 кг и могут обеспечить энергетические потребности человека при полном голодании почти в течение одного месяца [4,5]. Жиры как структурные элементы тканей, входят в состав клеточных оболочек и внутриклеточных образований. В нервной ткани содержится до 25 % жиров, в клеточных мембранах - до 40 % [6]. Жиры являются источником синтеза стероидных гормонов, которые во многом обеспечивают адаптацию организма к различным стрессовым ситуациям.

Очень важна транспортная функция жиров. Липопротеиды (соединения жиров с белками) являются переносчиками жирорастворимых витаминов (А, Д, Е, К) в организме, а также источниками для синтеза простагландинов, тромбоксанов, лейкотриенов и других биологически активных веществ [5,6,7].

Жиры участвуют в процессах терморегуляции, защищая организм от переохлаждения. Способствуют закреплению в определенном положении внутренних органов (почек, кишечника) и предохраняют их от смещения при сотрясениях.

Жиры являются источниками эндогенной воды в организме - при окислении 100 г жира образуется 107 см<sup>3</sup> воды [2].

Ограничение жиров в рационе, как и избыток, отрицательно сказывается на нормальном функционировании метаболических систем организма, приводит к возникновению специфических заболеваний [2,4,5,6].

Длительное ограничение жиров в питании приводит к отклонениям в физическом состоянии организма: ухудшается протекание всех видов обменных процессов, задерживается рост и развитие организма, нарушается деятельность центральной нервной системы, снижается иммунитет, а следовательно, и устойчивость к инфекционным заболеваниям, сокращается продолжительность жизни.

При избытке жиров в рационе питания снижается секреторная деятельность желудочно-кишечного тракта, возникает расстройство обменных процессов, сопровождающееся повышенным выделением солей кальция и магния, отложением жира в организме, что приводит к ожирению [5, 6]. Кроме того, при избыточном потреблении жиров происходит их накопление в крови, печени и других органах и тканях. Кровь становится вязкой, что предрасполагает к развитию атеросклероза [4]. Высказывается мнение, что существует прямая связь, между раком толстого кишечника и потреблением пищи, богатой жирами [5,6,8]. При избытке полиненасыщенных жирных кислот, поступающих в организм с растительными маслами и рыбьими жирами, образуется много свободных радикалов в результате перекисного окисления липидов в тканях из-за высокого обогащения их ПНЖК. Продукты перекисного окисления оказывают канцерогенное действие на организм, отравляют печень, почки, снижают иммунитет [2,5].

Рекомендуемый уровень потребления жиров в рационе питания 80-100 г в сутки, при этом 30 % их потребности должны составлять растительные масла [3,5,7]. Однако необходимо отметить, что практически ни один природный жир, используемый в питании, не является полноценным во всех отношениях. Биологическая полноценность пищевых жиров может быть достигнута сочетанием продуктов в рационах за счет использования растительных и животных источников.

Исследованиями, проведенными Институтом питания РАМН РФ и ВНИИ Жиров установлено, что полноценный пищевой жир, предназначенный для питания молодого, здорового организма, должен содержать около 10 % ПНЖК, примерно 60 % мононенасыщенных жирных кислот (олеиновой), около 30 % насыщенных, часть из которых должна быть со средней длиной цепи (соотношение средне- и высокомолекулярных кислот желательнее как 1:1) [45, 51]. Также определен необходимый жирнокислотный состав пищи, предназначенной для питания

лиц пожилого возраста и больных сердечно-сосудистыми заболеваниями: содержание линолевой кислоты должно составлять около 40 %, а соотношение полиненасыщенных кислот к насыщенным жирным кислотам 2:1 [5,7].

Важно иметь информацию о качественном составе ненасыщенных жирных кислот в липидах (например, о содержании моно- и полиненасыщенных жирных кислот). К тому же полиненасыщенные жирные кислоты, несинтезируемые в организме человека, относят к незаменимым (линолевая, линоленовая, арахидоновая. Арахидоновая кислота может образовываться в организме из линолевой при участии витамина В<sub>6</sub> и биотина. Линолевая кислота образует и другие ПНЖК.

По биохимической классификации линолевая кислота и продукты ее превращения объединяют в группу (семейство) омега-6 жирных кислот. Линоленовая кислота и продукты ее превращения составляют группу – омега-3 жирных кислот. Различие между этими группами состоит в положении первой двойной связи, считая от конечной метильной группы молекулы жирной кислоты.

Разное положение и число двойных связей обуславливают разное физиологическое действие кислот. Омега-3 и омега-6 жирные кислоты не могут превращаться друг в друга. Каждая из них превращается в длинноцепочечные кислоты с двадцатью и более атомами углерода в цепи.

В здоровом организме при наличии необходимого количества энзимов линолевая кислота, входящая в группу  $\omega$ -6 жирных кислот, обеспечивает в организме синтез арахидоновой кислоты (С<sub>20:4</sub>,  $\omega$ -6).

Линолевая кислота конвертируется в  $\gamma$ -линоленовую кислоту, которая является предшественником дигомо- $\gamma$ - линоленовой кислоты и далее в арахидоновую кислоту. Дигомо- $\gamma$ - линоленовая кислота является предшественником первой серии простагландинов, а арахидоновая – второй.

$\alpha$ -Линоленовая кислота (ЛНА), входящая в группу  $\omega$ -3, является предшественником синтеза в организме длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот (ДЦПНЖК) – эйкозапентаеновой (ЕРА, С<sub>20:5</sub>,  $\omega$ -3) и докозагексаеновой (ДНА, С<sub>22:6</sub>,  $\omega$ -3).

Установлена четкая обратная взаимосвязь между суточным потреблением омега-3 жирных кислот и степенью атеросклеротических поражений коронарных сосудов. При этом чем больше омега-3 жирных кислот содержится в тканях организма, тем меньше проявлений атеросклероза.

Длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты являются важными структурными компонентами фосфолипидов мембран клеток тканей всего организма, особенно много их в тканях головного мозга и нервной системы. Количество докозагексаеновой (ДНА, С<sub>22:6</sub>,  $\omega$ -3) в тканях организма человека невелико, однако в мозге, сетчатке глаз и сперматозоидах оно составляет до 36,4% всех жирных кислот.

Омега-3 и омега-6 жирные кислоты проходят одинаковый метаболический путь и поэтому кон-

курируют за одинаковые энзимы – элонгазу и десагуразу. В результате наблюдается ряд взаимодействий между  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6 жирными кислотами и дисбаланс в количестве предшественников (линолевой и линоленовой кислот), может привести к дисбалансу в других длинноцепочечных производных [4, 94, 51].

Биологическая роль полиненасыщенных жирных кислот (групп  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6) определяется их участием в качестве структурных компонентов биомембран клеток. Они содействуют регулированию обмена веществ в клетках, нормализации кровяного давления, агрегации тромбоцитов; влияют на обмен холестерина, стимулируя его окисление и выведение из организма; оказывают нормализующее действие на стенки кровеносных сосудов; участвуют в обмене витаминов группы В; стимулируют защитные механизмы организма, повышая устойчивость к инфекционным заболеваниям, действию радиации и других повреждающих факторов. Установлена четкая обратная зависимость между содержанием в рационе ПНЖК и распространенностью сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), являющихся наиболее частой причиной смерти, как в России, так и других странах [4, 5, 6, 8, 9, 10]. Имеется ряд примеров благоприятного влияния полиненасыщенных жирных кислот группы  $\omega$ -3 (ЛНА, ЕРА и ДНА) на загущение крови, тромбоз, состав липидов крови, аритмию, воспалительные процессы, которые взяты вместе объясняют снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний при достаточном их поступлении в организм [8,9]. Незаменимые жирные кислоты обладают антибиотическим действием в отношении кислотоустойчивых бактерий [7]. Линолевая и арахидоновая кислоты могут компенсировать недостаток в организме пиридоксина, а олеиновая – биотина [7,9,10].

Недостаток содержания в организме полиненасыщенных жирных кислот приводит к прекращению роста организма, некротическим поражениям кожи, изменениям проницаемости капилляров, к нарушению нормальной функции почек, жирового обмена, к ухудшению усвоения пищи, снижает устойчивость организма к неблагоприятным внешним воздействиям и инфекционным заболеваниям. С дефицитом ПНЖК связывают также образование злокачественных опухолей [3,4,5].

Однако количество длинноцепочечных ПНЖК в диете необходимо дозировать, так как большие дозы могут вызвать усиление перекисного окисления липидов в тканях из-за высокого обогащения их полиненасыщенными жирными кислотами. Поэтому, не менее большое значение имеет соотношение  $\omega$ -6 к  $\omega$ -3 ПНЖК в пищевом рационе.

По данным диетологов и института питания РАМ РФ рекомендуемое соотношение  $\omega$ -6 (линолевой,  $\gamma$ -линоленовой и арахидоновой кислот) к  $\omega$ -3 ( $\alpha$ -линоленовой, эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислот) в рационе питания здорового человека должно составлять 10:1, в лечебном питании – от 3:1 до 5:1 [2,7,9].

Линолевая и линоленовая кислоты могут превращаться в ПНЖК с 20 и более атомами углерода

и 4-6 двойными связями. Такие кислоты обеспечивают не только уникальные свойства клеточных мембран, но и являются предшественниками биосинтеза эйкозаноидов – универсальных медиаторов клеточного метаболизма [4,5,7].

Линолевая кислота и ее длинноцепочечные производные и длинноцепочечные производные линоленовой кислоты являются важными структурными компонентами фосфолипидов клеточных мембран тканей всего организма. Состав фосфолипидов влияет на такие характеристики клеточных мембран как текучесть и проницаемость для других молекул. Они по разному распределяются между классами липидов, в силу чего линоленовая кислота входит, главным образом, в состав эфиров холестерина, а эйкозапентаеновая и докозагексаеновая кислоты входят в состав фосфолипидов. У млекопитающих, включая и человека, сетчатка глаз, кора головного мозга, семенники и сперматозоиды богаты  $\omega$ -3 жирными кислотами, в особенности докозагексаеновой кислотой [4, 3]. Она является также основным компонентом структурных липидов мозга.

Длинноцепочечные  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6 жирные кислоты – арахидоновая ( $C_{20:4}$ ,  $\omega$ -6), дигомо- $\gamma$ -линоленовая ( $C_{20:3}$ ,  $\omega$ -6) и эйкозапентаеновая ( $C_{20:5}$ ,  $\omega$ -3) (в меньшей степени) являются предшественниками простагландинов, тромбоксанов и лейкотриенов.

Эти вещества являются высоко биоактивными, часто короткоживущими соединениями, состоящими из 20 атомов углерода с различной активностью. Их классифицируют как эйкозаноиды. Они являются важными посредниками в нормальных физиологических процессах, а также в воспалительных и иммунологических [1,3,10].

Эйкозаноиды подразделяют на: простаиноиды (простагландины, простациклины, тромбоксаны), лейкотриены.

К настоящему времени наиболее изученной группой эйкозаноидов являются простагландины. Простагландины являются регуляторами (модуляторами) действия гормонов, причем их физиологические концентрации ничтожны (порядка  $10^{-6}$ – $10^{-9}$  моль/л). Они не образуются, в каких либо эндокринных железах, а синтезируются клетками самых разных тканей. Физиологическое действие одного и того же простагландина в разных тканях может быть различным. Простагландины вызывают сокращение или расслабление гладкой мускулатуры, оказывают влияние на давление крови, деятельность сердечной мышцы, эндокринной системы. Они ответственны за воспалительные или аллергические реакции организма, влияют на транспорт ионов через некоторые мембраны, контролируют передачу нервного импульса через синапс.

Простациклины, вещества, предупреждающие образование тромбов и способствующие расширению сосудов.

Тромбоксаны – особая разновидность простагландинов – влияют на свертываемость крови.

Лейкотриены – синтезируются в лейкоцитах. Их физиологическое действие выражается в сильном сокращении гладких мышц в некоторых орга-

нах, что ведет к сужению их полости, например сужение кровеносных сосудов в определенных ситуациях или бронхов во время приступов астмы. Активной формой лейкотриенов являются их соединения (через серу) с глутатионом или цистеином [2,3].

Эйкозаноиды образуются в ответ на физиологические (гормональные) или не физиологические возбуждения в специфических клетках – макрофагах, тромбоцитах, лейкоцитах и клетках эндотелия и действуют в их ближайшем окружении.

Имеются два пути, приводящие к разным эйкозаноидам – циклооксигеназный и липоксигеназный. Арахидоновая и эйкозапентаеновая кислоты конкурируют за ряд энзимов для синтеза эйкозаноидов, что приводит к образованию разных тромбоксанов и простагландинов. Тромбоксаны и простагландины оказывают противоположное физиологическое действие. Так эйкозаноиды, синтезируемые из эйкозапентаеновой кислоты ( $\omega$ -3), менее способны к агрегации тромбоцитов или реакции на воспаление, чем соответствующие эйкозаноиды, полученные из арахидоновой кислоты ( $\omega$ -6). Кроме того, эйкозапентаеновая кислота ингибирует синтез тромбоксана  $A_2$ , замещая арахидоновую кислоту в фосфолипидах мембран тромбоцитов, в результате образуется тромбоксан  $A_3$ , действие которого заключается в снижении агрегации тромбоцитов, активации и сужения сосудов. Подобным образом эйкозапентаеновая кислота ингибирует образование лейкотриена  $B_4$ , вызывающего воспаление, и образует лейкотриен  $B_5$ , который имеет слабую реакцию на воспаление [3,7,9,12].

Таким образом, соотношение, в котором поступают с пищей линолевая и линоленовая жирные кислоты в организм, существенно влияет и на соотношение синтезируемых далее длинноцепочечных и более ненасыщенных метаболитов жирных кислот групп  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6, что в отдельных случаях может вызвать нежелательное нарушение обменных процессов [5,6,13].

В последние десятилетия качество и структура продуктов питания заметно изменилась. Мониторинг фактического питания населения России свидетельствует о том, что в пищевом рационе достаточно много масел, содержащих жирные кислоты группы  $\omega$ -6 (подсолнечное, соевое, кукурузное, хлопковое) и практически исключены из рациона растительные масла, богатые  $\omega$ -3 жирными кислотами (льняное, рыжиковое, горчичное, конопляное). Потребление рыбы и морских продуктов, богатых омега-3 жирными кислотами, также значительно сократилось. Всё это привело к существенному дисбалансу омега-6 : омега-3 жирных кислот в современной структуре питания (20-30 : 1) [2,3,9,12]. Поэтому, в связи с самостоятельной ролью омега 3 жирных кислот рассматривается необходимость обеспечения от 0,2 до 0,8 % энергетической ценности рациона за счет линоленовой кислоты (группа  $\omega$ -3).

Поскольку ПНЖК относятся к эссенциальным факторам питания их содержание должно постоянно составлять от 4 до 6 % (в пересчете на линоле-

вую кислоту) энергетической ценности рациона. Очень важно, чтобы соотношения ПНЖК групп  $\omega$ -6: $\omega$ -3 в рационе здорового питания составляло 10:1, в случае патологии липидного обмена 5:1, и даже 3:1 [5].

Таким образом, основной задачей производства пищевых жиров и масел различного назначения, наряду с выполнением технологических требований, является создание полноценных, высококачественных жировых продуктов с учетом их биологических свойств и метаболизма в организме.

#### Список литературы

1. Лищенко В.Ф., Лищенко В.В., Лищенко О.В. Мировое производство, потребление и торговля жирами и маслами в 1975-2000 гг. / В.Ф. Лищенко, В.В. Лищенко, О.В. Лищенко // Масложировая промышленность, 2001. – № 4. – С. 8-13.
2. Рогов И.А., Антипова Л.В., Дунченко Н.И. Химия пищи. – М.: КолоС, 2007. - 853 с.
3. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: Учебник для вузов / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 544 с.
4. Букин Ю.В. незаменимые жирные кислоты: природные источники, метаболизм, физиологические функции и значение для здоровья. – М.: 1999.- 140 с.
5. Пищевая химия / Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А., и др. Под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
6. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Безопасность пищевой продукции – М.: Пищепромиздат, 2001- 528 с.
7. Голубев В.Н. Основы пищевой химии. Курс лекций для студентов высших учебных заведений. М.: МГ ЗИПП, 1997.- 224 с.
8. Поверин А.Д., Полиненасыщенные жирные кислоты – важнейший компонент питания /А.Д. Поверин //Хранение и переработка сельхоз сырья, 2008. - №7.- С.35-38.
9. Язева Л.И., Филиппова Г.И., Федина Н.И. О биологических свойствах растительных масел, содержащих линоленовую кислоту ( $18:3 \omega$ -3) // Вопросы питания. – 1989. - №3. – С.45-50
10. Григорьева В.Н., Лисицин А.Н. Факторы, определяющие биологическую полноценность жировых продуктов.//Масложировая промышленность, 2002. - №4.- С.14-17
11. Мещерякова В.А., Плотникова О.А., Шарафетдинов Х.Х. Сравнительная оценка влияния диетотерапии с включением эйкозанонов или льняного масла на некоторые показатели липидного обмена у больных сахарным диабетом второго типа / В.А. Мещерякова, О.А. Плотникова, Х.Х. Шарафетдинов // Вопросы питания, 2001. - №1.- С.28-31.
12. Connor W.E. Importance of n-3 fatty acids in health and disease // Am. J. Clin. Nutr. 2000. 71: 171-175.
13. Etherton R., Taylor D.L., Yu-Poth S., Huth P., Moriarty K., Fishell V., Hargrove R., Zhao G. and Etherton T. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States // Am. J. Clin. Nutr. 2000. 71: 179-188.

ГОУ ВПО «Кемеровский технологический институт  
пищевой промышленности»,  
650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

#### SUMMARY

**M.A. Subbotina**

#### **Physiological aspects of the use of fats in the nourishment**

In the article are given the information about the value of fats and in the nourishment, the physiological functions of fats in the organism, the metabolism of the polyunsaturated fatty acids of groups the omega -6 and omega -3 and their biological role, a quantity and relationship in the food ration.

Polyunsaturated fatty acids, linoleic,  $\alpha$ - linolenic, eikozapentaenovaya, dokozageksaenovaya acids, prostaglandins, thromboxanes, leucotrienes, eicosanoids