

УДК 664.34.098

М.А. Субботина

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ БИОЛОГИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ЖИРОВ

Масла и жиры являются не только незаменимыми факторами питания, но и носителями энергии, пластическим материалом, входящим в состав клеточных компонентов, особенно мембран. Липиды в организме человека вовлекаются в сложные обменные процессы и несут ответственность за их нормальное развитие.

Биологические свойства жиров обусловлены их жирнокислотным составом, структурой триацилглицеринов (триглицеридов), а также наличием биологически активных соединений: фосфолипидов, стеролов, углеводов, токоферолов, каротиноидов и др.) [1,2,3,4].

Основным исходным критерием качества пищевых жиров являются жирные кислоты. Жирные кислоты природных масел и жиров значительно различаются между собой по длине углеродной цепи, числу и положению в ней двойных связей, пространственной конфигурацией. Это обуславливает физические, химические и биологические свойства, определяющие специфические характеристики триацилглицеринов, участвующих в метаболических процессах в организме (структурные липиды) и формирующих жировую ткань (запасные липиды).

Именно запасные липиды несут в себе запас энергии и содержат значительные количества насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот. Структурные липиды принимают основное участие в метаболических процессах липидов в организме и имеют высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот. Они образуют основную часть биологических мембран клеток тканей и органов и состоят главным образом из триглицеридов, фосфолипидов, гликолипидов и эфиров холестерина. Физические, физико-химические и биологические свойства мембран зависят от состава и структуры жирных кислот групп липидов, образующих мембраны [2, 3, 4].

Не все жирные кислоты могут быть синтезированы в организме, так как синтез ненасыщенных жирных кислот в организме человека прерывается на олеиновой кислоте из-за отсутствия соответствующих ферментов. К не синтезируемым в организме ненасыщенным жирным кислотам относят линолевую и линоленовую, называемые поэтому незаменимыми. Основным источником поступления их в организм являются липиды растений. В небольших количествах эти кислоты содержатся в животных жирах.

Линолевая кислота, входящая в группу омега-6 жирных кислот, обеспечивает в организме синтез арахидоновой кислоты. К этой же группе принадлежит и гамма-линоленовая (цис-6,9,12-

октадекатриеновая) кислота, обладающая регуляторными функциями и принимающая участие в синтезе простагландинов [3, 5,6].

Альфа-линоленовая кислота (омега-3) является предшественником синтеза в организме длинноцепочечных жирных кислот группы омега-3 –эйкозапентаеновой и докозагексаеновой. Именно они обладают свойствами поддерживать сердечную и нервную деятельность, зрительную систему, ослаблять симптомы воспалительных заболеваний. 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. Жирные кислоты омега-3 снижают уровень триглицеридов в сыворотке крови, уменьшают риск образования тромбов в сосудах, способствуют синтезу простагландинов, поддерживающих иммунный статус организма, и необходимых для нормального функционирования надпочечников и щитовидной железы. Дефицит линоленовой кислоты резко проявляется в младенческом возрасте и в старости. Отсутствие или пониженный уровень ее метаболита (докозагексаеновой кислоты) в липидах мозга и сетчатке глаз влечет необратимые нарушения умственных способностей и восприятия у детей, ухудшение остроты зрения у людей старшего возраста [2,3, 7,8].

Дефицит этих кислот может быть частично восполнен за счет ввода в рацион жиров рыб и морских животных. Однако их количество в диете необходимо дозировать, так как большие дозы могут вызвать усиление перекисного окисления липидов в тканях из-за высокого обогащения их полиненасыщенными жирными кислотами.

Источником жирных кислот группы омега-6 являются подсолнечное, кукурузное, сафлоровое и кедровое масла. Дефицит жирных кислот группы омега-3 в пищевом рационе может быть восполнен за счет использования в пищу рыбы, льняного, соевого масел и масла грецкого ореха. Очень важно в пищевом рационе поддерживать оптимальный уровень соотношения между омега-6 и омега-3 жирными кислотами. Соотношение, в котором поступают в организм с пищей эти ненасыщенные кислоты, существенно влияет и на соотношение синтезируемых далее длинноцепочечных и более ненасыщенных метаболитов жирных кислот групп омега-6 и омега-3, что в отдельных случаях может вызвать нежелательное нарушение обменных процессов [3,6]. Поэтому от поступления незаменимых кислот с пищей зависят многие

функции липидов в организме. Рекомендуемое соотношение в пищевом рационе кислот групп омега-6 : омега-3 составляет для здорового человека 10:1, для лечебного питания – от 3 : 1 до 5 : 1 [6].

К настоящему времени установлены биологически благоприятные свойства насыщенных кислот ряда $C_8 - C_{10}$. Триглицериды, содержащие такие кислоты, являются источником энергии, непосредственно включаются в обменные процессы. Они быстро подвергаются бета-окислению в организме, быстро всасываются и ассимилируются, не откладываясь в жировой ткани. Такие триглицериды оказывают ингибирующее действие на липогенез, способствуют уменьшению запасных липидов и могут быть использованы при лечении некоторых типов гиперлипидемии [2,9].

Необходимо остановиться на группе жирных кислот, поступающих в организм с пищей – это трансизомеры жирных кислот, содержащиеся в небольших количествах в молочном жире (вакциновая - транс-11-октадеценовая кислота) и в значительных количествах в гидрированных жирах – саломасах. Основные трансизомеры гидрированных жиров – трансоктадеценовые кислоты, а также пространственные и геометрические изомеры линолевой и линоленовой кислот, в том числе с сопряженными двойными связями. Общее содержание трансизомеров в гидрированных жирах (саломасах) зависит от условий и глубины гидрирования, количества и состава ПНЖК в исходном масле и находится в пределах от 40 до 60 %.

Установлено, что трансизомеры жирных кислот более похожи на насыщенные кислоты, чем соответствующие им цис-изомеры, и преимущественно находятся в крайних положениях триглицеридов. Они влияют на уровень липопротеидов и холестерина, быстро вступают в обменные процессы и вызывают повышенную потребность в эссенциальных жирных кислотах, так как по всей вероятности ингибируют синтез длинноцепочечных жирных кислот [2,3,5,6].

Из-за включения трансизомеров жирных кислот в фосфолипиды мембран меняются функции связанных с ними энзимов и соответственно – клеточная реакция. Исследованиями установлено, что повышенное содержание трансизомеров в пищевых жирах увеличивает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний.

Исходя из физиологически неблагоприятных свойств трансизомеров жирных кислот, во всех развитых странах принимаются меры по максимальному снижению их содержания в жировых продуктах. В Европе это достигается в результате широкого использования в производстве пищевых жиров пальмового масла и его фракций, а также перэтерифицированных жиров, которые получают перэтерификацией смесей высокоплавких саломасов с низким содержанием трансизомеров, с

жидкими растительными маслами, или смесей подсолнечного масла с пальмовым маслом или пальмовым стеарином.

Необходимо остановиться еще на одной группе жирных кислот - изомерах линолевой кислоты – соединений с системой сопряженных двойных связей. В отличие от других жирных кислот с ними связывают уникальные хемозащитные и антиканцерогенные свойства [6,9].

Данные соединения содержатся в молоке, сливочном масле, сырах, йогуртах. Мясо жвачных животных содержит сопряженные диены в количестве от 3 до 8 мг/г жира. В растительных маслах их количество ничтожно – от 0,1 до 0,7 мг/г. Исследованиями установлено, что между собой сопряженные диены различаются по способности предупреждать или задерживать развитие рака, атеросклероза и инсулинонезависимого диабета. Они также включаются в регулирование образования цитокининов, приводя к усилению активности мышц. Имеются данные о способности этих соединений разрушать жиры. Предположительно биологическую активность цис-9, транс-11-изомера линолевой кислоты связывают с антиканцерогенными свойствами, а транс-10, цис-12-изомера – со способностью разрушать жир [3].

Как установлено, соевое масло после 10 минут гидрирования с селективным катализатором в условиях низкого давления водорода накапливает значительное количество сопряженных диенов до 48,16 мг в 1г масла. При этом общее количество трансизомеров в гидрированном продукте составляет не более 3,5 % . Это, почти, в 8 раз больше их уровня в основных источниках пищи – молочных продуктах и мясе жвачных животных. Это позволяет предположить, что потенциально полезные для здоровья человека растительные масла, содержащие достаточное количество сопряженных диенов, но низкое трансизомеров, можно получить при гидрировании растительных масел в строго контролируемых условиях с использованием специальных катализаторов.

К настоящему времени за рубежом разработаны методы концентрирования и капсулирования перечисленных выше сопряженных жирных кислот в размере дневной нормы. Кроме того, уже производят жиры, содержащие сопряженные диены в порошкообразном виде и используют в производстве печенья, йогуртов, десертов, батончиков из хлопьев и т.п. [9].

В силу специфики дальнейшего превращения липидов в организме важным является структура триглицеридов, так как основное количество липидов, поступающих с пищей, гидролизует панкреатической липазой с образованием 2-моноглицеридов, участвующих затем в ресинтезе триглицеридов и фосфолипидов. Как правило, в ресинтезе структурных липидов участвуют 2-моноглицериды ненасыщенных жирных кислот. 2-моноглицериды, содержащие насыщенные кисло-

ты участвуют, как правило, в ресинтезе запасных липидов [3,4].

Доля ненасыщенных жирных кислот в 2-моноглицеридах растительных масел (арахисового, кукурузного, подсолнечного, соевого др.) составляет 97-99 %. Несколько ниже их доля в масле какао и пальмовом- 79,6 % и 95,7 % соответственно. Следовательно, потребление этих масел с пищей будет способствовать синтезу структурных липидов.

В моноглицеридах животных жиров, в частности, свином, говяжьим, и других, наоборот, в положении 2 наблюдается высокая концентрация насыщенной пальмитиновой кислоты (до 71-78 %). Поэтому животные жиры используются организмом в основном, в ресинтезе запасных липидов, формирующих жировую ткань.

В биологической ценности жиров большое значение имеют сопутствующие триглицеридам вещества, обладающие биологически активными свойствами (токоферолы, стеролы, фосфолипиды, каротиноиды) [3,4,6].

Фосфолипиды, входя в состав клеточных оболочек, играют существенную роль для их проницаемости и обмена веществ между клетками и внутриклеточным пространством, способствуют лучшему усвоению жиров. Входящий в состав фосфолипидов лецитин участвует в регулировании холестерина обмена, способствует выведению его из организма. Лецитин и холин препятствует ожирению печени [3,4].

Сквален относится к важнейшим биологически активным соединениям и выполняет в организме роль регулятора липидного и стероидного обмена.

Основная биохимическая роль стероидов состоит в участии их в образовании клеточных мембран и превращении в различные биорегуляторы (половые гормоны, прогестины, кортикостероиды, витамины группы Д), регулирующие процессы жизнедеятельности организма человека. Содержащиеся в растительных маслах стерины также нормализуют холестериновый обмен, образуя с холестерином нерастворимые комплексы, которые препятствуют всасыванию холестерина в желудочно-кишечном тракте. Именно благодаря высокому содержанию в кукурузном масле бета-ситостерина (до 700 мг%), оно обладает противоматеросклеротическими свойствами [4,6].

Присутствующие в растительных маслах токоферолы в зависимости от соотношения изомеров обладают либо биологической, либо антиоксидантной активностью. Из известных в настоящее время изомерных форм токоферолов наибольшей антиоксидантной активностью обладают γ - и δ - токоферолы, а биологической – α -токоферол. Он не только эффективен в сдерживании окислительных процессов в маслах и жирах, но и является одним из основных биологических антиоксидантов, предохраняющих липиды клеток

и тканей от перекисления, участвует в регулировании ряда физиологических процессов в организме.

В растительных маслах токоферолы находятся преимущественно в свободном состоянии, т.е. гидроксильные группы, ответственные за антиоксидантные свойства их молекул, не этерифицированы. При защите масел от окисления токоферолы окисляются, реагируя со свободными радикалами, и теряют свои свойства [2,4].

Снижение содержания в растительных маслах биологически активных компонентов в процессе технологической обработки (рафинации) отражается на биологических свойствах масел, поэтому необходимо их обогащение.

В настоящее время развивается направление создания смесей масел не только со сбалансированным жирнокислотным составом, но и с вводом в них биологически активных веществ и витаминов с учетом возрастных категорий потребителей, традиций питания, географических особенностей регионов (климат, долгота, широта) проживания. Это позволяет нивелировать не только воздействия технологических обработок, но и придать продукту направленные свойства [6].

Для диетического питания лиц с нарушением жирового обмена и больных атеросклерозом (значительная часть населения нашей страны) созданы животные композиции с содержанием линолевой кислоты не менее 40 %, в которых соотношение между насыщенными и полиненасыщенными жирными кислотами приближается 1 : 2. Употребление жиров указанного состава, обогащенных биологически активными добавками (витаминами А, Е, фсфолипидами, β -ситостеролом), резко ограничивает уровень холестерина в сыворотке крови и в печени, дает отчетливый антисклеротический эффект.

Разработаны рецептуры смесей масел на основе подсолнечного масла с вводом витаминов А и Е для народов северных территорий России, учитывающие уровень потребления мононенасыщенных и полиненасыщенных кислот.

Так, использование в пищу подсолнечного масла, обогащенного глицеридами линоленовой кислоты до ее рационального содержания в смеси 1-1,5 %, способствует синтезу незаменимой арахидоновой кислоты. Добавление к такой смеси витамина А еще больше усиливает синтез арахидоновой кислоты, а введение в смесь еще и витамина Е (токоферола) покрывает его повышенную потребность при содержании в смеси указанных количеств линолевой кислоты.

Начато использование масел из нетрадиционного сырья (арбуза, тыквы, винограда, амаранта, кедровых орешков), обладающих, наряду с пищевыми достоинствами, биологически активными и фармакологическими свойствами. Возрождается производство льняного и конопляного пищевых масел, содержащих высокое количество линоле-

новой кислоты и обладающих фармакологическими свойствами.

Создание смесей подсолнечного масла с высоконасыщенным льняным и конопляным, с вводом в них витаминов и ситостерина позволяет получать стабильные к окислению масла с гиполипидемическим и противоатеросклеротическим действием.

Необходимо остановиться еще на одной проблеме – стабильности масел к окислению. Масла и жиры, содержащие триглицериды разной степени ненасыщенности, легко подвергаются окислению, глубина которого зависит от многих факторов и в первую очередь от степени неопределенности жирных кислот.

Значительную роль в окислительных реакциях играет активный кислород в синглетном состоянии, который образуется при диссоциации молекул атмосферного кислорода, например при фотохимических реакциях в присутствии сенсibilизаторов [4,6,10].

Фотосенсibilизаторами генерации синглетного кислорода служат хлорофиллы и некоторые красители. Важным источником синглетного кислорода являются реакции с участием ферментных систем. При ферментативном окислении жирных кислот (в частности, липоксигеназой) происходит образование синглетного кислорода и окисление с образованием свободных радикалов. Возникающие при окислении свободные радикалы атакуют компоненты клеток, вызывая повреждение молекул липидов, протеинов, ДНК др., участвуют в развитии заболеваний (атеросклероза, рака, повреждение печени и др.) [3,4,10].

Защита масел с высоким содержанием полиненасыщенных кислот от окисления может быть осуществлена с помощью ряда технологических приемов. Эффективна защита масел инертными газами от контакта с кислородом в процессе их получения и хранения, а также путем дополнительного введения в масло ингибиторов процесса окисления – природных или синтетических антиоксидантов и их смесей с синергистами.

В качестве синергистов окисления чаще всего используют лимонную, аскорбиновую кислоты, аскорбилпальмитат, лецитин. Роль синергистов, усиливающих действие антиоксидантов, состоит в блокировании металлов, являющихся катализатором окисления.

Действие ингибиторов окисления связано с образованием при реакции со свободным радикалом липида менее активного радикала самого ингибитора, не способного к продолжению цепной реакции с образованием стабильных продуктов

димеризации или вступления во взаимодействие со вторым радикалом цепи.

Появившиеся в последние годы новые данные о биологических свойствах синтетических антиоксидантов требуют осторожного отношения к их использованию, так как поступили сведения об их канцерогенных свойствах [1,2,4,6].

Больше внимания уделяется природным антиоксидантам и экстрактам, выделяемым из различных растений. Из всех природных антиоксидантов наибольшее значение имеют токоферолы, основным источником которых служат растительные масла, получаемые из масличных семян и зародышей злаковых культур (пшеницы, ржи, кукурузы), токотриенолы, содержащиеся в пальмовом масле и др. Примером наиболее изученных природных ингибиторов является галловая кислота, содержащаяся в чае, сеннамолин - кунжуте и др. [4, 6].

Следует упомянуть еще одну группу веществ растительных масел, активно взаимодействующих с кислородом, - каротиноиды [3,6]. Особенностью их химического строения является наличие в молекуле длинной цепочки сопряженных двойных связей. Каротиноиды реагируют с активным кислородом и по месту центральной двойной связи. Особые физические свойства системы сопряженных двойных связей обуславливают способность каротиноидов аккумулировать кислород. Переносить его через мембраны клеток и отдавать по мере увеличения потребности клеток организма животных и растений. Их биологические функции очень разнообразны и до сих пор полностью не изучены.

Помимо транспорта кислорода и переноса электронов и протонов через мембраны клеток, а также участия во многих метаболических процессах в организме человека, некоторые из каротиноидов выполняют роль протекторов при воздействии УФ-излучения и химических канцерогенов на развитие раковых опухолей.

Наиболее активным в этом отношении является бета-каротин, способный частично превращаться в организме в витамин А, и ксантоксантин, эффективный в снижении риска образования опухоли при облучении.

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. Тютюнников Б.Н. и др. Химия жиров.- М.: Пищевая промышленность,- 1974.- 447 с.
2. Химия липидов / Р.П. Евстигнеева, Е.Н. Звонкова, Г.А. Серебренникова и др.- М.: Химия, 1983. - 296 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. Субботина М.А. Химия жиров :Учебное пособие / М.А. Субботина, КемТИПП. – Кемерово, 2008. – 148 с.
5. Букин Ю.В. незаменимые жирные кислоты: природные источники, метаболизм, физиологические функции и значение для здоровья. – М.: 1999.- 140 с.
6. Пищевая химия / Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А., и др. Под ред.А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
7. Christansen M.M., Ноу С-Е. Раннее внесение с пищей структурных липидов, содержащих докозагексаеновую кислоту, влияние на липиды мозга, печени, тканей. – I.Lipids, 1997, v.32.N2.-P.185-191
8. Язева Л.И., Филиппова Г.И., Федина Н.И. О биологических свойствах растительных масел, содержащих линоленовую кислоту (18:3 ω-3) // Вопросы питания. – 1989. - №3. – С.45-50
9. Григорьева В.Н., Лисицин А.Н. Факторы, определяющие биологическую полноценность жировых продуктов.//Масложировая промышленность, 2002. - №4.- С.14-17
10. Лисицин А.Н., Альимова Т.Б., Прохорова Л.Т., Григорьева В.Н., Горшкова Э.И. Некоторые факторы, определяющие стабильность растительных масел к окислению // Масложировая промышленность, 2005.- № 3. – С.11-13.

□ Автор статьи:

Субботина
Маргарита Александровна
канд. хим. наук, доц., каф. каф. технологии жи-
ров, биохимии и микробиологии Кемеровского
технологического института пищевой промыш-
ленности
Тел.3842-64-01-67

УДК 663.914:634.745

Н.Н. Цехина, Н.Г. Хасьянова, С.В. Орехова

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ И АНТИОКИСЛИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ КАЛИНЫ И ПРОДУКТОВ ЕЕ ПЕРЕРАБОТКИ

Рациональное питание является важнейшей составной частью здорового образа жизни. Как показывает мировой и отечественный опыт, наиболее эффективным и экологически доступным путем улучшения обеспечения населения микро-нутриентами является коррекция питания путем включения в рацион витаминизированных продуктов питания.

В последние годы сложилась тенденция получения продуктов, обогащенных различными добавками растительного происхождения. Положительные свойства многих растений обусловлены их способностью активизировать ферментные системы и усиливать снабжение организма энергией.

Растительное сырье служит одним из основных источников биологически активных веществ, которые даже в минимальных дозировках оказывают оздоровительное и защитное действие. Этот

фактор связан с антиокислительными свойствами компонентов растительного сырья, таких как: витамины, фенольные соединения, каротиноиды. В качестве такого растительного сырья наиболее целесообразно использовать местные дикорастущие ресурсы, например, калину.

Калина обладает широким спектром биологически активных соединений. Химический состав плодов калины обыкновенной непостоянен и колеблется в определенных пределах в зависимости от сорта, места произрастания и других факторов. Вкус, питательная и лечебная ценность плодов калины определяются ее химическим составом.

Плоды калины, произрастающей в Сибири и на Дальнем Востоке, содержат большое количество сахаров (5,5%), аскорбиновой кислоты (32 мг%), каротиноидов (2 мг%), фенольных соединений (350 – 500 мг%). В созревших плодах находятся различные карбоновые кислоты: уксусная,

Таблица 1. Характеристика экстрактов калины

Экстракты	Содержание, мг%		Содержание жирных кислот, % к сумме				
	токоферолов	каротиноидов	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}
Образец 1 Э1	97,6	138,2	0,4	2,1	42,3	56,0	-
Образец 2 Э2	307,5	578,0	0,2	3,6	40,9	55,3	следы