

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНЬЮГИРОВАННОЙ ЛИНОЛЕВОЙ КИСЛОТЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*З.В. Василенко, П.А. Ромашихин, И. В. Милкова-Томова,  
Т.Н. Болашенко, О.В. Мацикова*

Показана целесообразность использования конъюгированной линолевой кислоты как физиологически функционального ингредиента для обогащения продуктов питания. Обнаружено, что майонез, обогащенный конъюгированной линолевой кислотой, обладает умеренным противовоспалительным потенциалом, снижает уровень свободного холестерина и холестерина липопротеинов низкой плотности в сыворотки крови и может характеризоваться как продукт питания функционального назначения.

### Введение

Обеспечение полноценного, качественного и безопасного питания для улучшения состояния здоровья населения является приоритетным направлением социально-экономической политики Республики Беларусь.

Пища является исходным материалом для создания живой ткани и ее постоянного обновления, а также одним из источников энергии для человека. С пищей организм получает вещества, необходимые для биосинтеза и обновления биологических структур [1]. Поэтому питание рассматривается как важнейший фактор, влияющий на предупреждение заболеваний инфекционной и неинфекционной природы, определяющий качество и продолжительность жизни современного человека, рождение здорового потомства и сохранение генофонда, что является критерием благосостояния общества и процветания нации.

Важно отметить, что применение современных технологий выращивания и переработки продовольственного сырья приводит к значительному снижению содержания в продуктах питания физиологически активных микронутриентов.

Практическое осуществление задач обеспечения населения качественными продуктами питания предполагает информирование населения о значении здорового питания, совершенствование законодательства, проведение доклинических испытаний и оценку эффективности новых видов пищевых продуктов в соответствии с требованиями надлежащей клинической практики.

Одним из перспективных физиологически функциональных ингредиентов для обогащения продуктов питания массового потребления является конъюгированная линолевая кислота.

Серьезное внимание врачей и диетологов было привлечено к КЛК в конце 90-х годов XX века после ряда публикаций в западных журналах результатов клинических испытаний использования КЛК у пациентов с ожирением, злокачественными новообразованиями, дисбактериозом, аллергией и другими заболеваниями обмена веществ [2].

Конъюгированная линолевая кислота (КЛК) – это полиненасыщенная жирная кислота природного происхождения, первоначально найденная в мясе крупного рогатого скота, молочных продуктах, подсолнечном и льняном маслах [2]. Однако функциональные свойства КЛК проявляет в достаточно больших дозах (4,2–4,7 г/сут), которые реально получить только используя КЛК как биодобавку к пище либо в составе продуктов, обогащенных ею [2–4].

С химической точки зрения КЛК представляет собой позиционные и стереоизомеры линолевой кислоты [2] (рисунок 1).

Как видно из рисунка 1, КЛК включает 2 изомера: цис-9, транс-11 изомер и транс-10, цис-12 изомер. При этом два изомера КЛК проявляют различную биологическую активность и опосредуют свои биологические эффекты через различные биохимические механизмы:

- транс-10, цис-12 изомер «расплавляет жиры» и защищает артерии от «затвердения»;
- цис-9, транс-11 изомер проявляет противораковые свойства. Это основной изомер КЛК, присутствующий в пище.

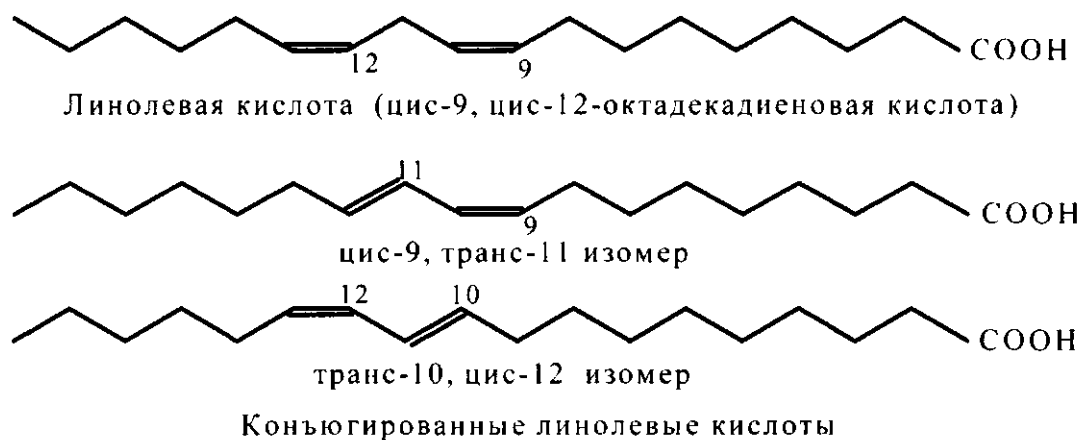


Рисунок 1 – Строение молекул линолевой и конъюгированной линолевой кислот

На основании анализа литературных источников можно определить несколько основных направлений получения КЛК [5]:

1 способ – биоконверсия линолевой кислоты в конъюгированную линолевою кислоту с помощью пробиотических бифидобактерий штаммов *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Bifidobacterium* в питательной среде, например, в восстановленном обезжиренном молоке;

2 способ – синтетическая изомеризация;

3 способ – использование корма (для скота), обогащенного линолевой кислотой, что приводит к повышению содержания КЛК в молочном жире и мясе крупного рогатого скота, по сравнению с молоком и мясом животных с традиционным силосным кормом.

Особенно интересны противораковые свойства КЛК, которые многократно подтверждены в экспериментах на животных, в опытах с культурами клеток человека в системе *in vitro*, эпидемиологическими наблюдениями [6]. В результате этих научных исследований было установлено, что прием КЛК приводит к повышению устойчивости организма к злокачественным новообразованиям, в т.ч. к раку простаты, прямой кишки, молочной железы. КЛК является мощным противораковым средством, поскольку повышает чувствительность раковых клеток к апоптозу или, другими словами, встраивание КЛК в состав мембран раковых клеток активирует их к «запрограммированной клеточной гибели», оказывая неоценимую помощь иммунной системе.

В результате анализа и обобщения доклинических исследований и клинических наблюдений, описанных зарубежными авторами, можно отметить следующие уникальные, с точки зрения физиологического воздействия на организм, свойства конъюгированной линолевой кислоты:

- ингибирует механизм образования подкожного жира и стимулирует организм к использованию жировых депо в качестве источника энергии;
- борется с развитием атеросклеротических бляшек в сосудах, снижая уровень холестерина липопротеинов низкой плотности (ЛПНП);
- стимулирует иммунную систему, проявляя противовоспалительные свойства;
- останавливает развитие раковых опухолей;
- останавливает и предупреждает развитие сахарного диабета II типа.

Важно отметить, что КЛК в рекомендуемых дозах является нетоксичной для человека, не вызывает побочных реакций и эффектов при поступлении в организм.

Сегодня компания «Cognis» (Германия) предлагает на рынке КЛК в виде пищевой добавки с торговым названием «Тоналин TG 80». С 2014 г. официальным поставщиком пищевой

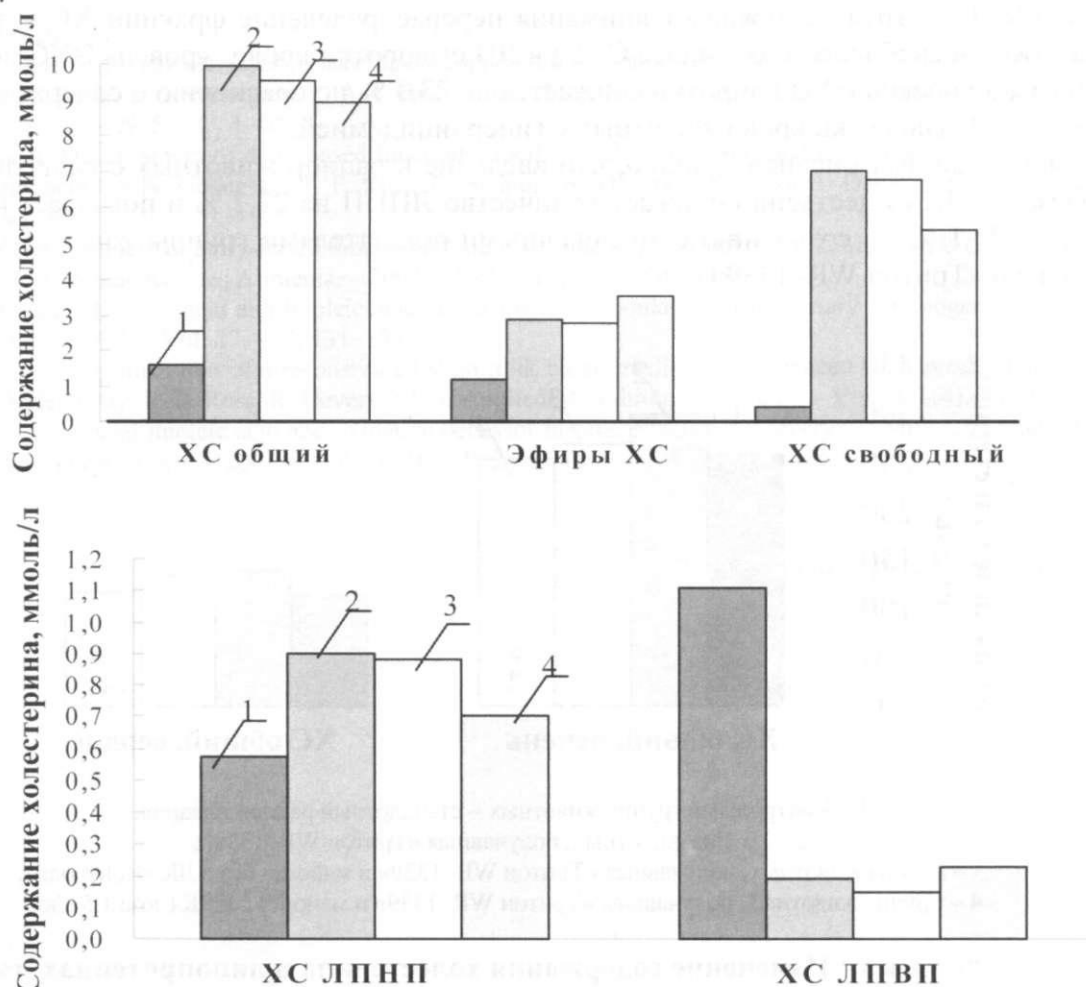
добавки «Тоналин TG 80» в РБ является компания «ПСБел» (г. Могилев).

«Тоналин TG 80» имеет ряд свойств (цвет, привкус, запах, химическую природу), которые, несомненно, окажут влияние на органолептические показатели качества продуктов питания и ведение технологического процесса их производства. Поэтому при разработке рецептур и технологий новых продуктов питания с КЛК необходимо определить ее оптимальную концентрацию в пищевой системе, которая, с одной стороны, будет обеспечивать ожидаемый физиологический эффект, а с другой – не изменит традиционные товарные и органолептические показатели качества продуктов питания.

Цель исследований – оценка биологической активности нового майонеза, обогащенного КЛК и установление возможного позитивного воздействия на организм КЛК в составе майонеза.

### Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных ранее комплексных исследований физико-химических характеристик пищевой добавки с торговым названием «Тоналин TG 80» и возможности ее использования в рецептурах майонезов и дрессингов нами была разработана технология производства и рецептуры майонезов различной жирности, обогащенных КЛК с рабочим названием «Здоровье».



1 – Контрольная группа животных – стандартный рацион вивария;

2 – Группа животных, получавшая «Тритон WR-1339»;

3 – Группа животных, получавшая «Тритон WR-1339» и майонез без КЛК «Контроль»;

4 – Группа животных, получавшая «Тритон WR-1339» и майонез с КЛК (доза 1,5 г/кг)

**Рисунок 2 – Изменение содержания холестерина и его фракций в липопротеинах сыворотки крови экспериментальных животных**

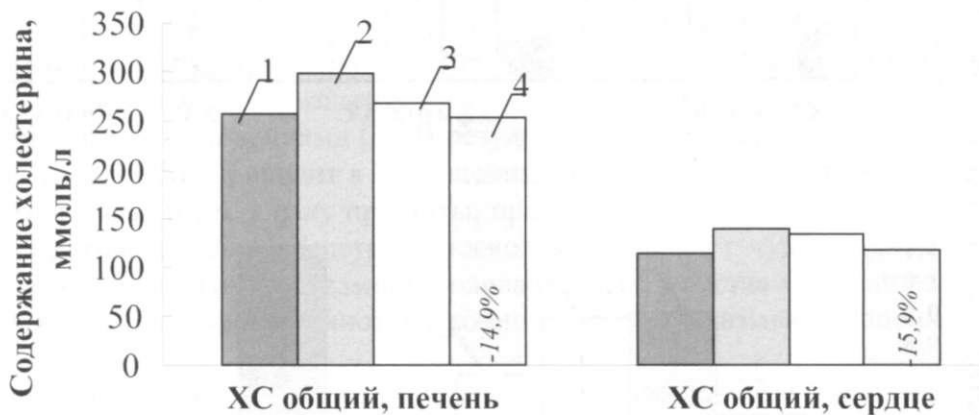
Для установления позитивного воздействия КЛК в составе майонеза были проведены доклинические исследования, одним из которых являлась оценка биологической активности испытуемого продукта у крыс с острой гиперхолестеринемией. Исследования проводились совместно с институтом фармакологии и биохимии НАН Беларуси (г. Гродно).

Гиперлипидемическое состояние, характеризующееся повышением уровня триглицеридов и/или холестерина в крови и нарушением транспорта липидов, моделировали в эксперименте с однократным введением неионогенного детергента «Тритона WR-1339».

Было исследовано влияние майонеза с КЛК на содержание холестерина (ХС) и его фракций в сыворотке крови, печени и сердце крыс с гиперлипидемией, вызванной введением «Тритона WR-1339». Результаты исследований представлены на рисунках 2, 3.

Как видно из данных, представленных на рисунке 2, при однократном введении «Тритона WR-1339» в дозе 250 мг/кг массы тела уровень ХС в липопротеинах (далее ЛП) сыворотки крови экспериментальных животных повышается в 6,3 раза и составляет 9,93 ммоль/л по сравнению с содержанием ХС в ЛП сыворотки крови контрольной группы животных, находящихся на стандартном рационе вивария (1,58 ммоль/л). При введении в рацион животных майонеза без КЛК (доза 1,5 г/кг) на фоне гиперлипидемического состояния, вызванного введением «Тритона WR-1339» уровень ХС в ЛП сыворотки крови снижается на 3,7 %, а при введении майонеза с КЛК – на 9,9 % в сравнении с группой животных, получивших «Тритон WR-1339». При этом заслуживает внимания перераспределение фракций ХС – эфиров ХС (далее ЭХС) и свободного ХС (далее СХС) в ЛП сыворотки крови: уровень ЭХС повышается на 22,6 %, а уровень СХС напротив снижается на 23,3 % по сравнению с содержанием фракций ХС в ЛП сыворотки крови животных с гиперлипидемией.

Также из данных рисунка 2 видно, что введение в рацион животных с гиперлипидемией майонеза с КЛК существенно снижает количество ЛПНП на 22,2 % и повышает количество ЛПВП на 21,1 % по сравнению с аналогичными показателями группы животных, получавших только «Тритон WR-1339».



1 – Контрольная группа животных – стандартный рацион вивария;  
 2 – Группа животных, получавшая «Тритон WR-1339»;  
 3 – Группа животных, получавшая «Тритон WR-1339» и майонез без КЛК «Контроль»;  
 4 – Группа животных, получавшая «Тритон WR-1339» и майонез с КЛК (доза 1,5 г/кг).

**Рисунок 3 – Изменение содержания холестерина в липопротеинах тканей экспериментальных животных**

Из данных, представленных на рисунке 3, видно, что при введении животным «Тритона WR-1339» уровень ХС в ЛП печени и сердца повышается на 15,5 % и 20,9 % соответственно по сравнению с содержанием ХС в ЛП печени и сердца контрольной группы животных (стандартный рацион вивария). При последующем введении в рацион животных майонеза без КЛК уровень ХС в ЛП печени и сердца снижается на 10,1 % и 3,1 % соответственно. При

введении майонеза с КЛК наблюдается более существенное снижение ХС в ЛП печени и сердца – на 14,9 % и 15,9 % соответственно.

### **Заключение**

На основании результатов доклинических исследований показано, что майонез, обогащенный конъюгированной линолевой кислотой, обладает умеренным противоатерогенным потенциалом, достоверно снижает уровень свободного холестерина и холестерина липопротеинов низкой плотности в липопротеинах сыворотки крови у крыс с острой гиперхолестеринемией. Установлено, что под влиянием майонеза «Здоровье» с конъюгированной линолевой кислотой происходит перераспределение фракций холестерина в липопротеинах сыворотки крови: увеличивается содержание эфиров холестерина за счёт снижения уровня свободного холестерина. В итоге содержание общего холестерина в сыворотке крови, как в печени, так и в сердце, снижается. Введение в рацион животных майонеза с конъюгированной линолевой кислотой достоверно снижает уровень липопротеинов низкой плотности в сыворотке крови, тогда как содержание липопротеинов высокой плотности повышается, что является положительным эффектом с точки зрения биохимических процессов, протекающих в организме.

### **Литература**

- 1 Вискунова, А.А. Роль алиментарного фактора в коррекции основных проявлений метаболического синдрома. Современные подходы к диетотерапии / А.А. Вискунова, Б. С. Каганов, Х. Х. Шарифетдинов // Вопросы питания. – 2009. – Т. 78. – № 5. – С. 4–10.
- 2 Hennessy, A.A. Development of dairy based functional foods enriched in conjugated linoleic acid with special reference to ruminic acid / A.A. Hennessy, R. P. Ross, C. Stanton, R. Devery // *Functional Dairy Products*. – 2007. – Vol. 4. – P. 443–495.
- 3 Stanton, C. Development of dairy-based functional foods / C. Stanton, M. Coakley, J. J. Murphy, G. F. Fitzgerald, R. Devery, R. P. Ross // *Sciences des Aliments*. – 2002. – Vol. 22(4). – P. 439–447.
- 4 Ip, C. Conjugated linoleic acid and linoleic acid are distinctive modulators of mammary carcinogenesis / C. Ip, J.A. Scimeca // *J.Nutr.* – 1997. – Vol. 27. – P. 131–135.
- 5 Hennessy, A. A. Optimization of a reconstituted skim milk based medium for enhanced CLA production by bifidobacteria / A. A Hennessy, R. P. Ross, R. Devery // *J. of Applied Microbiology*. – 2009. – Vol. 106 (4). – P. 1315–1327.
- 6 Devery, R. Conjugated linoleic acid and oxidative behavior in cancer cells / R. Devery, A. Miller, C. Stanton // *Biochemical Society Transactions*. – 2001. – Vol. 29(2). – P. 341–344.

*Поступила в редакцию 03.06.2014*