

КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ КЦЖК В КРОВИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ПИЩЕВОГО ВОЛОКНА – ДОБАВКИ К РАЦИОНУ

Введение. Короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК), которые представляют собой конечные продукты метаболизма сахаро- и протеолитической микрофлоры кишечника и используются для интегральной оценки ее состояния, выполняют разнообразные функции в организме. Они участвуют в секреции слизи, регуляции ионного обмена в толстой кишке, блокируют адгезию и угнетают рост патогенной и условно-патогенной флоры, принимают участие в липидном, углеводном и энергетическом обмене [1]. При распаде КЦЖК образуется большое количество энергии, поэтому они служат дополнительным автономным источником энергообеспечения кишечного эпителия. Это относится, прежде всего, к масляной кислоте [1, 2], которая также является важным фактором регуляции пролиферации и дифференцировки эпителия толстой кишки и соответственно этим обеспечивается антиканцерогенная активность микрофлоры [3]. Пропионовая кислота регулирует микроциркуляцию в слизистой оболочке и поддерживает в ней трофические процессы, участвует в глюконеогенезе и синтезе биогенных аминов, блокирует адгезию патогенов [4]. Уксусная кислота участвует главным образом в липогенезе и регуляции местного иммунитета. Она же обеспечивает антимикробный эффект, регулирует уровень pH, моторную и секреторную активность кишечника. Снижение pH в просвете кишки создает оптимальные условия для роста и размножения нормальных симбионтов и угнетает рост условно-патогенных микроорганизмов [5]. Таким образом, продукция КЦЖК собственной микрофлорой является одним из важных механизмов саморегуляции ее роста и жизнедеятельности.

Диеты, содержащие ферментируемые пищевые волокна в качестве источника КЦЖК, играют фундаментальную роль в поддержании функции слизистой кишечника, не допуская ее атрофии и возможной бактериальной токсической транслокации из просвета слизистой в кровотоки, и могут снижать количество системных инфекций и диареи [6]. Вместе с тем разные пищевые волокна имеют разный химический состав и, по всей видимости, образуют разный по количественным соотношениям набор метаболитов. Поэтому установление качественного и количественного состава короткоцепочечных жирных кислот, образующихся из различных видов пищевых волокон под действием микрофлоры кишечника экспериментальных животных, является актуальной задачей.

Основная часть. В качестве объектов исследования исследовали образцы крови экспериментальных животных в нормальном функциональном состоянии, предоставленные Институтом Физиологии НАН Беларуси. Образцы были распределены по сериям в зависимости от вида и дозировки пищевой добавки к рациону:

1 серия: сыворотка крови экспериментальных животных в нормальном физиологическом состоянии, находящихся на обычном рационе вивария (10 образцов);

2 серия: сыворотка крови экспериментальных животных, получающих в качестве добавки к пищевому рациону пектин цитрусовый в количестве 100% (10 образцов);

3 серия: сыворотка крови экспериментальных животных, получающих в качестве добавки к пищевому рациону пектин цитрусовый в количестве 150% (10 образцов);

4 серия: сыворотка крови экспериментальных животных, получающих в качестве добавки к пищевому рациону клетчатку льняную в количестве 100% (10 образцов);

5 серия: сыворотка крови экспериментальных животных, получающих в качестве добавки к пищевому рациону клетчатку льняную в количестве 150% (10 образцов).

Пробоподготовку биологического материала осуществляли в соответствии с ранее установленными параметрами [7]. Качественный анализ проводили по наличию соответствующих пиков на хроматограмме в соответствии с временами удерживания отдельных кислот, количественный анализ – методом стандартной добавки. В качестве стандартной добавки использовали изомасляную кислоту [8]. Основные экспериментальные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Относительное содержание КЦЖК в группах экспериментальных животных, находящихся на обычном рационе вивария и при добавке различных пищевых волокон

Кислота	Относительное содержание КЦЖК в крови экспериментальных животных, %				
	1 серия	2 серия	3 серия	4 серия	5 серия
Изомасляная					
Уксусная	0,989±0,117	0,996±0,207	0,978±0,083	0,978±0,181	0,989±0,124
Пропионовая	0,0079±0,0017	0,0023±0,0021**	0,018±0,003**	0,015±0,002**	0,010±0,002
Масляная	0,0024±0,0008	0,0020±0,0006	0,004±0,001*	0,007±0,002**	0,0010±0,0001*

* – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$

Как видно из представленных данных, при введении в рацион экспериментальных животных как цитрусового пектина, так и клетчатки льна наблюдаются достоверные изменения в относительном содержании пропионовой кислоты (2, 3 и 4 серия) и масляной кислоты (3, 4 и 5 серия), в то время, как изменения относительного содержания уксусной кислоты не зарегистрировано. Следует также отметить дозозависимый эффект изменения концентраций указанных метаболитов. Так, при введении в рацион цитрусового пектина в количестве 100 % от суточной потребности достоверно уменьшалась относительная концентрация только пропионовой кислоты, а при дозе 150% от суточной потребности отмечено увеличение относительной концентрации как пропионовой, так и масляной кислоты. Введение в рацион клетчатки льна в дозе 100% приводит к достоверному увеличению в крови экспериментальных животных относительной концентрации пропионовой и масляной кислот, а в дозе 150% – только к снижению относительной концентрации масляной кислоты.

Проведен сравнительный анализ полученных данных, в частности – относительного содержания изо-кислот к суммарному содержанию н-кислот в образцах крови экспериментальных животных (рисунок 1).

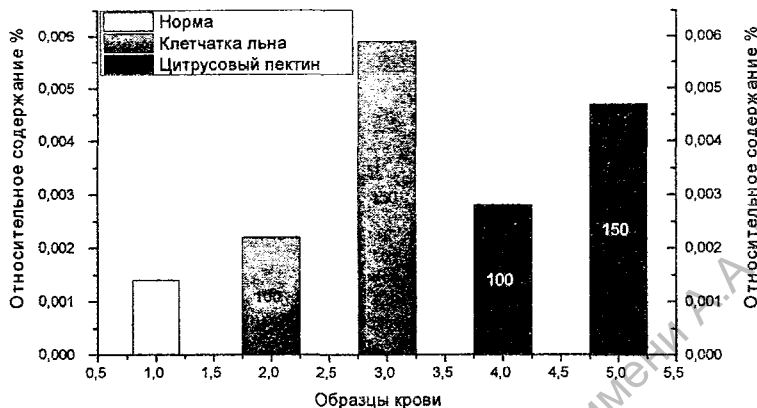


Рисунок 1 – Зависимость относительного содержания изо-кислот/н-кислотам в образцах крови от вида добавки и дозировки

Как видно из представленных данных, при введении в рацион питания экспериментальных животных как клетчатки льна, так и цитрусового пектина наблюдается увеличение относительного содержания изо-кислот к н-кислотам. Причем чем больше доза добавки, тем больше увеличивается данный показатель.

Сравнительный анализ относительного содержания КЦЖК в крови экспериментальных животных получающих в качестве добавки к рациону клетчатку льна либо пектин цитрусовый представлен на рисунках 2 и 3.



Рисунок 2 – Зависимость относительного содержания КЦЖК в образцах крови экспериментальных животных при добавлении в рацион клетчатки льна



Рисунок 3 – Зависимость относительного содержания КЦЖК в образцах крови экспериментальных животных при добавлении в рацион цитрусового пектина

Как видно из представленных данных, изменения в спектрах КЦЖК, обнаруживаемых в крови экспериментальных животных несут разнонаправленный характер при добавлении в рацион клетчатки льна и пектина цитрусового, что, возможно, связано с различием в химическом составе исследуемых гетерополисахаридов [9, 10]. В то же время, увеличение содержания пропионовой и масляной кислоты должны оказывать положительный эффект как в целом на организм, так и на кишечную микрофлору [1, 6].

Закключение. В результате проведенных исследований установлено, что выраженный эффект увеличения относительного количества КЦЖК в крови экспериментальных животных наблюдается при добавке в рацион кормления животных пектина цитрусового в количестве 150 %, льняной клетчатки в количестве 100 %.

Список использованных источников

1. Ерофеев, Н.П. Клиническая физиология толстой кишки. Механизмы действия коротко-цепочечных жирных кислот в норме и при патологии / Н.П. Ерофеев, В.Г. Радченко, П.В. Селиверстов. – СПб. : Форте Принт, 2012. – 56 с.
2. Головенко, О.В. Лечение заболеваний кишечника масляной кислотой [Текст] / О.В. Головенко, И.Л. Халиф, А.О. Головенко // Поликлиника : Проф.мед.журнал для руководителей и врачей всех специальностей ЛПУ России. – 2012. – № 2/1. – С. 84–87.
3. Westerbeek, E.A. The intestinal bacterial colonisation in preterm infants: a review of the literature / E.A. Westerbeek, A. van den Berg, H.N. Lafeber, J. Knol, W.P. Fetter et al. // *Clin Nutr.* – 2006. – V. 2. – P. 361–368. doi: 10.1016/j.clnu.2006.03.002.
4. Парахонский, А.П. Кишечная эндоэкология и нарушения гомеостаза / А.П. Парахонский // Журнал «Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований». – 2013. – № 3. – С. 150–151.
5. Хавкин, А.И. Пробиотические продукты питания и естественный иммунитет / А.И. Хавкин // *Лечащий врач.* – 2009. – № 8. – С. 84–86
6. Ramakrishna, B.S. Bacterial short chain fatty acids: their role in gastrointestinal disease / B.S. Ramakrishna, W.E.W. Roediger // *Dig Dis.* – 1990. – V. 8. – P. 337–45.
7. Седакова, В.А. Определение короткоцепочечных жирных кислот в крови человека / В.А. Седакова, А.В. Клебанов, Е.С. Барашкова, О.Н. Королева, Н.А. Клебанова, Е.В. Седаков / Проблемы устойчивого развития регионов Республики Беларусь и

сопредельных стран : сб. науч. статей III Международной научно-практической конференции. Могилев, 4 апреля 2014 г / Могилев: МГУ имени А.А. Кулешова, 2014. – С. 444–448.

8. Седакова, В.А. Определение короткоцепочечных жирных кислот в биологических объектах методом газожидкостной хроматографии / В.А. Седакова, А.В. Клебанов, А.Н. Осипенко, Н.А. Клебанова // Вестник фармации, 2013. – № 3(61).
9. Pryde, S.E. The microbiology of butyrate formation in the human colon. / S.E. Pryde, S.H. Duncan, G.L. Hold // FEMS Microbiol. Lett. – 2002. – Vol. 17. – P.133–139.
10. Sun, Y. Regulation of Bacterial Pathogenesis by Intestinal short chain fatty acids / Y. Sun, M.X.D. O'Riordan // Advances in Applied Microbiology. – 2013. – Vol. 85. – P. 93–118.

Электронный архив библиотеки МГУ имени А.А. Кулешова