

УДК 613.2
ББК 51.23
Д 93

Дьяченко Ю.А.

Аспирант кафедры ботаники факультета естествознания, эксперт-биохимик лаборатории нутрициологии и экологии НИИ комплексных проблем Адыгейского государственного университета, Майкоп, e-mail: jesi-001@mail.ru

**Оценка содержания сорбиновой кислоты в рационах питания старшекласников и студентов и ее влияния на активность панкреатической липазы
(Рецензирована)**

Аннотация. Проводится мониторинг уровня поступления в организм школьников старших классов и студентов сорбиновой кислоты из продуктов питания в сутки. Определяется воздействие сорбиновой кислоты на активность панкреатической липазы, устанавливается ее уровень ингибирующего действия.

Ключевые слова: сорбиновая кислота, мониторинг питания школьников и студентов, уровень потребления, панкреатическая липаза, ингибирующая доза (ID_{50})_{СК}

Dyachenko Yu.A.

Post-graduate student of Botany Department of Natural Science Faculty, Expert-Biochemist of Laboratory of Nutrition and Ecology of Research Institute of Complex Problems, Adyghe State University, Mai-kop, e-mail: jesi-001@mail.ru

Evaluation of the content of sorbic acid in the diet of senior pupils and students and its influence on the pancreatic lipase activity

Abstract. The monitoring is made of the level of intake by senior pupils and students of sorbic acid from food per day. Impact of sorbic acid on the activity of pancreatic lipase and its inhibitory effect are defined.

Keywords: sorbic acid, monitoring of the diet of pupils and students, the consumption level, pancreatic lipase, inhibitory dose (ID_{50})_{SA}.

В настоящее время экспериментально подтверждена важная роль в регуляции клеточного метаболизма пищеварительных ферментов, обеспечивающих адаптацию организма к различным экзогенным факторам, потому большой научный интерес представляет изучение факторов, влияющих на ферментативный катализ, а также раскрытие механизмов их эффекторного воздействия на организм в целом [1]. В связи с этим особую актуальность приобретают биохимические аспекты пищеварения на фоне резкого и интенсивного, в количественном выражении, изменения химического состава пищи, и, в первую очередь, за счет увеличения содержания в нем химических компонентов, искусственно добавляемых в процессе их производства.

Активное развитие пищевой промышленности привело к широкому использованию различных добавок в производстве пищевых продуктов, в том числе разного рода консервантов, смесей консервантов, а также веществ, обладающих консервирующим действием. В первую очередь это связано с тем, что существует острая необходимость в длительном хранении заготавливаемого сырья и готовой продукции, а консерванты защищают их от порчи, вызываемой микроорганизмами. Одним из наиболее часто используемых и разрешенных к применению на территории нашей страны синтетических консервантов является сорбиновая кислота – СК (E200) и ее соли – сорбаты (E201-203) [2]. СК разрешена в качестве консерванта в 11 стандартах на пищевые продукты индивидуально или в сочетании с другими консервантами: маргарины до 1 г/кг; сыры (5 сортов) до 1 г/кг; низкожирные маргарины до 2 г/кг; сушеные фрукты до 0,5 г/кг; плавленые сыры до 3 г/кг; концентрированные соки с консервантами до 1 г/кг. Максимально допустимые концентрации консерванта для различных продуктов питания состав-

ляют от 150 до 5000 мг/кг продукции [3].

На основании того, что СК используется преимущественно при производстве кондитерских изделий, молочных и мясных продуктов, характеризующихся высоким содержанием жира, становится особенно актуальным вопрос о влиянии консерванта на активность липолитических ферментов, и, в первую очередь, липазы (триацилглицеролэфиргидролазы, К.Ф. 3.1.1.3), которая расщепляет сложноэфирные связи в молекулах триацилглицеролов [4].

Целью наших исследований явились: мониторинг фактического питания школьников старших классов и студентов для выявления уровня поступления СК и ее солей с продуктами питания; изучение молекулярных механизмов влияния СК на активность панкреатической липазы и эффективность гидролиза нейтрального жира.

Материал и методы исследований

Для оценки уровня поступления в организм СК и ее солей в качестве консервантов из пищевых продуктов нами были исследованы данные суточных рационов школьников ($n=30$) старших классов СОШ № 29 г. Майкопа, а также студентов с 3 по 5 курс Адыгейского государственного университета ($n=54$). Выбор такой возрастной группы объясняется тем, что именно подростки и студенты чаще всего используют в своем рационе консервированные, а также подвергающиеся длительному хранению продукты.

Имея данные о среднем допустимом содержании СК в пищевых продуктах [3] рассчитывали примерное ее поступление в организм с продуктами питания. Полученные данные подвергали методам статистической обработки.

Для определения активности липазы использовали классический титриметрический метод [4, 5], с некоторыми модификациями. В качестве источника фермента использовали препарат ферментзаместительной терапии Панкреатин-ЛекТ, производства ОАО «Тюменский фармакологический завод», содержащий высокоочищенную липазу активностью не менее 3500 ЕД ФИП, а в качестве субстрата – нормализованное молоко с общим содержанием жира 6%. Опытные пробы содержали СК в количестве 0,05%, 0,1%, 0,2% и 0,4%. В качестве контроля выступила проба, не содержащая СК. Пробы термостатировали при температуре 38-40°C и через каждые 10 минут, не вынимая из термостата, отбирали параллельные пробы по 4 мл и немедленно оттитровывали 0,01н раствором NaOH в присутствии фенолфталеина до устойчивого слабо-розового окрашивания.

Результаты исследований и их обсуждение

Статистической обработке подвергали результаты пяти серий экспериментов.

Анализ показал, что большая часть продуктов питания от всех поставляемых и реализуемых в Республике Адыгея содержат СК и ее соли как в виде самостоятельно консерванта, так и в сочетании с бензоатом натрия и другими группами консервантов. Мониторинг рационов питания школьников старших классов и студентов 3-5 курсов АГУ показал высокий уровень потребления продуктов питания, потенциально содержащих в своем составе СК и ее соли (табл. 1).

Как видно из таблицы, ориентировочное среднесуточное потребление СК школьниками старших классов составило $25,97 \pm 5,42$ мг в сутки, для студентов 3-5 курсов Адыгейского государственного университета – $26,98 \pm 5,84$ мг в сутки. Условно допустимым считается 12,5-25 мг на 1 кг массы тела. Учитывая средний вес в исследуемых группах, показатели фактического содержания СК в их рационе питания превысили условно допустимый на 5,3 и 10,5% для старшеклассников и студентов соответственно. Однако следует отметить, что полученные цифры могут существенно отличаться от фактических, т.к. имеются данные о том, что производители зачастую не указывают на этикетке

информацию о содержании СК в продукте [6], либо ее содержание превышает нормы, установленные в требованиях безопасности пищевых добавок и ароматизаторов.

Таблица 1

Мониторинг потребления продуктов, содержащих СК и ее солей

Респонденты	Студенты			Школьники старших классов		
	Фактическое	Условно допустимое	% от нормы	Фактическое	Условно допустимое	% от нормы
Суточное потребление, мг	26,98±5,84	25	+10,5	25,97±5,42	25	+5,3
Суточное потребление консерванта в пересчете на вес, мг/кг	0,473±0,13	0,43	+10,5	0,471±0,11	0,45	+5,3

Еще одной важной проблемой является отсутствие единого мнения о последствиях воздействия СК и ее солей на организм человека. Так, многие исследования [2] свидетельствуют об относительной физиологической безопасности СК (опасности по ГН-98 отсутствуют), однако, по другим данным [3], в качестве негативного влияния на человеческий организм указывается то, что сорбат натрия и калия иногда провоцирует аллергические реакции, такие, как покраснение кожных покровов или зуд, а также разрушает витамин В₁₂.

Из полученных нами результатов исследования о действии СК на активность липазы видно, что она снижает активность панкреатической липазы и приводит к уменьшению как скорости, так и глубины гидролиза нейтрального жира, причем эффект ингибирующего действия проявляется во всех исследованных концентрациях СК, но с разной интенсивностью [7] (табл. 2).

Таблица 2

Динамика изменения активности липазы под действием различных концентраций сорбиновой кислоты

Эффектор	Концентрация, %	Время воздействия				
		10	20	30	40	50
Сорбат	Контрольная	1127,5±219,2	3202,6±511,5	5555,6±365,4	8496,7±1062,1	10833,3±1162,0
	0,05%	784,3±205,1*	2516,3±313,2*	5228,8±447,5	7859,5±1211,0	8333,3±982,1**
	0,10%	637,3±134,3**	2058,8±313,2**	4411,8±447,5**	5735,3±581,7**	6388,9±760,7**
	0,20%	588,2±134,3**	1029,4±433,7**	1960,8±447,5**	4248,4±1062,1**	6111,1±760,7**
	0,40%	0**	0**	653,6±683**	637,3±581,7**	555,6±760,7**

Примечание: * – $p \leq 0,05$;

** – $p \leq 0,01$ – достоверность различий с контролем

При концентрации СК в модельной среде в 0,05% достоверные различия активности фермента с контролем выявляются только к 50 минутам экспозиции, а при концентрациях СК в 0,1% и 0,2% активность панкреатической липазы в сравнении с контролем начинает достоверно ($p < 0,05$) снижаться уже с 20 мин экспозиции и достигает максимальных различий ($p < 0,01$) к 40-50 минутам. В концентрации 0,4% СК снижает активность панкреатической липазы ($p < 0,01$) уже течение первых 10 минут экспозиции, а к 50 минутам ферментативная активность в сравнении с контролем снижается в 19,5 раза.

Ингибирующая доза СК (ID₅₀) для панкреатической липазы *in vitro*, вызывающая снижение ферментативной активности в два раза, составила 0,24±0,06% [7].

Корреляционный анализ выявил зависимость между активностью панкреатической липазы в виде обратной корреляции, т.е. чем больше концентрация СК, тем мень-

ше активность фермента. Опираясь на полученные данные, можно говорить о потенциальной возможности снижения активности панкреатической липазы, что повлечет за собой нарушения в функционировании всей пищеварительной системы при длительном потреблении продуктов, содержащих СК и ее соли в больших количествах и с высокой степенью периодичности.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о высоком уровне поступления сорбиновой кислоты и ее солей с пищевыми продуктами на уровнях, выше условно допустимых на 5,3 и 10,5%, среди школьников старших классов и студентов 3-5 курсов Адыгейского государственного университета ($0,471 \pm 0,11$ мг/кг и $0,473 \pm 0,13$ мг/кг веса в сутки, соответственно) как группы населения, в большей степени использующей в своем рационе полуфабрикаты, консервированные, а также продукты длительного хранения, что может негативно сказаться на процессах пищеварения.

Выявлены новые свойства сорбиновой кислоты, а именно, способность оказывать ингибирующее воздействие на активность панкреатической липазы, что напрямую может влиять на процесс переваривания жиров и пищеварение в целом при частом потреблении большого количества продуктов, содержащих СК и ее соли.

Примечания:

1. Мартинчик А.Н., Маев И.В., Янушевич О.О. Общая нутрициология. М.: МЕДпресс-информ, 2005. 273 с.
2. Овчарова Т.П., Засосов В.А., Бабичева О.Н. Применение сорбиновой кислоты в пищевой промышленности. М., 1960. 120 с.
3. Технический регламент таможенного союза: ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» от 20 июля 2012 № 58. 308 с.
4. Хвостова Т.С. Сравнительная биохимическая характеристика патентованных препаратов ферментозаместительной терапии в гастроэнтерологии: дис. ... канд. биол. наук. Краснодар: КубГМУ, 2003. 137 с.
5. Шапиро Д.К. Практикум по биологической химии. 2-е изд. Минск: Высш. шк., 1976. 190 с.
6. Материалы доклада Госалкогольинспекции РТ экспертизы «Развитие комплексной системы защиты прав потребителей в Республике Татарстан на 2014-2020 годы». Казань, 2014. URL: <http://kazangost.ru/zakupka/gosalkogol/degustaciya-syrov-plavlennyx/>
7. Дьяченко Ю.А., Цикуниб А.Д., Действие сорбиновой кислоты на активность панкреатической липазы *in vitro* // Наука: комплексные проблемы: науч.-информ. журнал НИИ комплексных проблем АГУ. 2014. № 4. С. 28-33. URL: <http://www.nigniikp.adygnet.ru>

References:

1. Martinchik A.N., Maev I.V., Yanushevich O.O. General threpsology. M.: MEDpress-inform, 2005. 273 pp.
2. Ovcharova T.P., Zasosov V.A., Babicheva O.N. Use of sorbic acid in food industry. M., 1960. 120 pp.
3. Technical regulations of the Customs union: TR TC 029/2012 «Safety requirements of food additives, fragrances and technological supplements» of July 20, 2012 No. 58. 308 pp.
4. Khvostova T.S. The comparative biochemical characteristic of patentnos trums of enzyme-substitutive therapy in gastroenterology: Diss. for the Cand. of Biology degree. Krasnodar: KubGMU, 2003. 137 pp.
5. Shapiro D.K. Practical work in biological chemistry. 2d ed. Minsk: Vyssh. shk., 1976. 190 pp.
6. Materials of the report of State alcohol inspection of RT examination «Development of the complex system of protection of consumers' rights in the Republic of Tatarstan for 2014-2020». Kazan, 2014. URL: <http://kazangost.ru/zakupka/gosalkogol/degustaciya-syrov-plavlennyx/>
7. Dyachenko Yu.A., Tsikunib A.D. Effect of sorbic acid on the activity of invitrosteapsin // Science: Complex Problems: Scient.-Inform. Journal of AGU Scientific Research Institute of Complex Problems. 2014. No. 4. P. 28-33. URL: <http://www.nigniikp.adygnet.ru>