

Ю.А. Шерякова, О.М. Хишова

## ПОДСЛАСТИТЕЛИ В СИРОПАХ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет

*В статье представлены обобщенные литературные данные о подсластителях, применяемых в составе сиропов. Показано, что в составе сиропов могут использоваться как синтетические, так и натуральные подсластители.*

*Ключевые слова: подсластители, сиропы, лекарственное средство.*

### ВВЕДЕНИЕ

Подсластители (сахарозаменители) – это вещества, используемые для придания сиропам сладкого вкуса. Актуальность применения подсластителей в медицине обусловлена отсутствием в их составе глюкозы, требующей для своего усвоения инсулина, поэтому они могут использоваться в производстве продуктов для больных сахарным диабетом, метаболическим синдромом, для людей со сниженной толерантностью к глюкозе и с избыточной массой тела (в том числе как компонент диетического питания, направленный на снижение калорийности пищевого рациона).

Применение подсластителей также актуально при хронических аллергодерматозах, псориазе, аллергодермите, гнойничковых поражениях кожи, угревой сыпи, себорее. Хорошо известно, что добиться излечения от угревой сыпи трудно, если пациент злоупотребляет простыми сахарами.

Результаты большинства научных исследований и многолетних наблюдений свидетельствуют о том, что потребление разрешенных искусственных подсластите-

лей в допустимых суточных дозах не вызывает изменений в углеводном обмене, не нарушает биосинтеза и секреции инсулина и глюкагона и регулируемых ими процессов углеводного обмена, не оказывает токсического, мутагенного или канцерогенного действия [1].

Подсластители условно подразделяются на интенсивные подсластители и сахарозаменители. Синтетические интенсивные подсластители представлены сахарином и цикламатами (это подсластители «старого» поколения), а также подсластителями «нового» поколения, к которым относятся аспартам, сукралоза, ацесульфам калия [2-4].

Целью исследования является анализ литературных данных о подсластителях, которые могут быть использованы в составе сиропов.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При подготовке статьи были проанализированы литературные данные за период с 1986 по 2010 годы для выбора оптимального подсластителя в качестве вспомогательного вещества (консерванта) для производства сиропа.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Синтетические

#### (интенсивные) подсластители

**Сахарин** (Е-954, натриевая соль ортосульфобензойной кислоты),  $C_7H_5NO_3S$  (М.м. 183,18). Сладость сахарина превышает сахарозную в 300-500 раз. Сахарин не усваивается организмом, а медленно абсорбируется и быстро выводится почками в неизменном виде. Широко используется в пищевой промышленности и производстве лекарственных средств (ЛС). Допустимая дневная доза потребления сахарина принята в количестве 5 мг на 1 кг веса тела человека (не более 500 мг/сут). Сахарин широко используется в качестве одного из ингредиентов в разнообразных смесях с другими искусственными подсластителями, выпускаемыми производителями во многих странах под фирменными названиями (брендами): «Сусли» (Германия), «Сукразит» (Израиль), «Дианер», «Суалин» (Чехия) и др. После применения сахарина описаны единичные случаи неприятных ощущений в ногах - «синдром беспокойных ног» (De Groot S.; 2006) [3].

**Цикламаты** (Е-952; в эту группу подсластителей входят натриевые и калиевые соли цикламовой кислоты),  $C_6H_{12}NNaO_3S$  (М.м. 201,22) [3]. Сладость цикламатов превышает сахарозную в 30 раз. Применение цикламатов в некоторых странах не разрешено из-за опасений нефротоксичного и канцерогенного действия. Тем не менее, ввиду отсутствия уверенных научных данных относительно вредного воздействия цикламатов на организм человека ВОЗ определила их безопасную допустимую дозу для взрослых до 10 мг/кг массы тела [4].

**Аспартам** (Е-951, состав: 40% - аспарагиновая аминокислота, 50% - фенилаланиновая аминокислота, 10% - сложный метиловый эфир),  $C_{14}H_{18}N_2O_5$  (М.м. 294,3). Сладость аспартама превышает сахарозную примерно в 200 раз. Ориентировочная безопасная доза аспартама составляет 5-10 мг/кг массы тела. Как и сахарин, аспартам часто выпускается в смесях с другими подсластителями (чаще всего с ацесульфамом-К, смесь с которым обеспечивает лучшее вкусовое ощущение) и под различными названиями (в Австралии, например, «Equal»). В конце 1997 г. из аспартама получен новый подсластитель «Неот-

ам», который в 25-30 раз слаще аспартама и значительно (в 50-60 раз) более устойчив в органических кислотах и водных растворах. Аспартам противопоказан больным фенилкетонурией [4].

**Ацесульфам-К** (Е-950; калиевая соль сложного органического соединения 6-метил-1,2,3-оксатиацин-4 (3-Н)-2,2-диоксида),  $C_4H_4KNO_4S$  (М.м. 201,24). Сладость Ацесульфам-К превышает сахарозную в 150-200 раз. Допустимая безопасная доза - до 15 мг/кг массы тела (по некоторым данным, суточная доза Ацесульфам-К не должна превышать 1,0 г или не более 8 мг/кг массы тела). Не усваивается организмом и быстро выводится. Продукты с этим подсластителем не рекомендуются употреблять детям, беременным и кормящим женщинам. Торговое название «Sweet One» [4].

**Сукралоза** (Е-955; химическое соединение из семейства хлорированных углеводов),  $C_{12}H_{19}O_8Cl_3$  (М.м. 397,64). Считается одним из наиболее безопасных для здоровья подсластителей, пригодным для использования беременными женщинами и маленькими детьми. Несмотря на все положительные качества, сукралоза еще мало используется в пищевой промышленности, что связано с ее более высокой стоимостью по сравнению с другими искусственными подсластителями. Максимальная допустимая суточная доза составляет 700 мг (5-10 мг на 1 кг массы тела) [4].

**Ксилит** (Е-967; получают из кочерыжек кукурузы и шелухи хлопковых семян),  $C_5H_{12}O_5$  (М.м. 152,15). Коэффициент сладости 1,0, то есть сладость ксилита равна сладости сахарозы (за коэффициент сладости, равный 1,0, принята сладость сахарозы). Суточная доза составляет не более 40-50 г в сутки. Бактериологическая стойкость и «некариесогенность» позволяют считать ксилит идеальным альтернативным сладким веществом для фармацевтической и пищевой отраслей промышленности. Энергетическая ценность почти такая же, как у обычного сахара, но в отличие от него ксилит улучшает состояние зубов, а потому входит в состав некоторых зубных паст и жевательных резинок. Предотвращает развитие кариеса, повышает секрецию желудочного сока, обладает желчегонным и слабительным действиями. Ксилит в натуральном виде встречается в небольших количествах во многих

фруктах и в ряде растений. Ксилит – нормальный промежуточный продукт обмена веществ. В организме человека в течение суток синтезируется и утилизируется от 5 до 15 граммов ксилита. Ксилит – пока единственное натуральное сладкое вещество, совершенно не вызывающее кариеса. Бактерии, обитающие в полости рта, пока еще не могут использовать его для выработки кислоты, разрушающей зубы [5].

*Сорбит* (Е - 420; многоатомный спирт и часто именуется как «Д-глюцид»),  $C_6H_{14}O_6$  (М.м. 182,17). Коэффициент сладости 0,6. Поскольку сорбит не является углеводом, его можно использовать в диабетическом питании и при лечении ожирения. Научный комитет экспертов по пищевым добавкам Европейского союза присвоил ему статус пищевого продукта. Впервые его экстрагировал из рябины в 1872 году французский химик Ж. Бруссини и назвал сорбитом (рябина по-латыни «sorbus»). В природе Д-глюцид встречается в растениях в исключительно малых концентрациях, поэтому в больших количествах получают его путем гидрогенизации глюкозы, то есть насыщением ее атомами водорода при высоком давлении с участием катализатора. Сорбит совершенно не токсичен, сладок на вкус, поэтому рекомендован в качестве подслащивающей добавки к пище [6].

*Фруктоза*,  $C_6H_{12}O_6$  (М.м. 180,16). Коэффициент сладости фруктозы составляет 1,2–1,7. Суточная доза не более 30–40 г в сутки. На 30 % менее калорийна, чем сахароза. В меньшей степени влияет на уровень сахара в крови, поэтому в умеренных количествах разрешена больным сахарным диабетом. Это один из немногих подсластителей, обладающих консервирующим свойством. Даже при полном переходе на фруктозу остается угроза возникновения ожирения, и прием этого углевода рассматривается как паллиативная мера. Фруктоза служит прекрасным заменителем сахарозы. Это один из важнейших натуральных сахаров, который содержится во всех сладких ягодах, фруктах и овощах, составляет примерно половину сухих веществ пчелиного меда и вместе с глюкозой образует молекулу сахарозы. Растворы фруктозы вращают поляризованный луч света влево, поэтому фруктозу еще называют левулезой. При гидролизе из нее получается смесь двух спиртов – сорбита и маннита. Фруктоза хорошо растворяется в

воде и этиловом спирте, плавится при температуре 102-105 °С, образует безводные кристаллы в виде игл. Если сладость сахарозы принять за единицу, то сладость фруктозы составит 1,73, глюкозы – 0,74, сорбита – 0,6, маннита – 0,4 [7]. Метаболизм фруктозы происходит быстро и не зависит от концентрации инсулина, который у страдающих сахарным диабетом или не выделяется или выделение его нарушено. Применение фруктозы у таких людей не вызывает выраженных изменений содержания сахара в крови и не влияет на компенсацию сахарного диабета. Положительным эффектом является снижение дозы инсулина у части обследованных лиц. При применении фруктозы в пищевом рационе снижается приблизительно на одну треть процент возникновения кариеса зубов, так как фруктоза образует на зубах меньше желтого налета, чем сахароза, а налет не содержит декстрана, который способствует развитию кариеса. При непереносимости сахарозы у детей подкармливать их лучше всего смесями, содержащими фруктозу [8].

*Отизон* – синтетический подсластитель, предложенный В.В. Яременко и соавторами в 1996 году. По данным автора, медико-биологические исследования не выявили негативного влияния отизона на организм человека. Допустимая суточная доза этого подсластителя для человека составляет 4,5 мг/кг массы тела, что по сладости эквивалентно потреблению 55 г сахара человеком с массой тела 60 кг [8].

К группе сладких веществ и потенциальных подсластителей относятся и так называемые «сладкие аминокислоты»: D-аланин, L-аланин, D-2-аминомасляная кислота, D-аспарагин, D-аспарагиновая кислота, бетаин, D-глутамин, глицин, D-гистидин, L-4-гидроксипролин, D-изолейцин, D-лизин, D-норлейцин, D-норвалин, D-орнитин, L-орнитин, D-фенилаланин, D-фенилглицин, L-пролин, D-серин, L-серин, D-треонин, L-треонин, D-триптофан, D-валин.

В качестве подсластителей также используются: полиолы или многоатомные спирты (основные – сорбитол и ксилитол), маннитол, изомальтулеза, палатинит (гидрогенизированная изомальтулеза), ликазин, нистоза, неотам (состоит из двух аминокислот: L-аспарагиновой и L-фенилаланина, в 30 раз слаще аспартама), алитам [8].

### **Натуральные подсластители**

Получаемые из растений высокоинтенсивные подсластители: миракулин, глицирризин, тауматин, монеллин и др. Некоторые из них имеют сахарозный эквивалент, достигающий 2000-3000. Широкое использование большинства растительных подсластителей крайне ограничено из-за сравнительно незначительного ресурса исходного растительного сырья, высокой стоимости производства, малой стойкости к высоким температурам, некоторым органическим кислотам, наличия сопутствующего привкуса, недостаточной комплексной изученности медико-биологических свойств и другие.

*Стевиозид* – сладкое вещество, которое получают из южно-американского растения стевии (медовой травы). Он не только заменяет сахар, но и снижает концентрацию глюкозы в крови. Его можно применять даже в высоких дозах. Свежие листья стевии ненамного слаще сахара, в то время как высушенные слаще в 20-30 раз. В начале 30-годов XX столетия французские исследователи получили из листьев стевии белое кристаллическое вещество «стевиозид», в 300 раз более сладкое, чем сахар. Как показали последующие исследования, сладость листьев стевии определяется наличием в них органических соединений неуглеводной природы – дитерпеновых гликозидов. Проведенные в разных странах исследования показали, что стевия, помимо безвредности при длительном ее употреблении, обладает весьма ценными свойствами: иммуномодулирующими, антигипертензивными, бактерицидными, сахароснижающими, антиокислительными и другими полезными свойствами, положительно влияет на деятельность печени и поджелудочной железы, препятствует образованию язв желудочно-кишечного тракта, устраняет аллергические диатезы у детей, улучшает сон, повышает физическую и умственную работоспособность. Ацетилсалициловая кислота, бутадиион и другие противовоспалительные ЛС, принимаемые совместно со стевией, не оказывают неблагоприятного воздействия на стенки желудка. Используют стевию в виде порошка стевиозида, свежих или сухих листьев и экстрактов из них. Стевиозид находит широкое применение в пищевой промышленности. Сладкий порошок оказался незаменимым при произ-

водстве продуктов для больных сердечно-сосудистыми заболеваниями и болезнями, связанными с нарушением обмена веществ [9].

*Тауматин* – низкокалорийное сладкое вещество белковой природы. Получают с 1996 года из африканского ярко-красного фрукта катемфе. Сладость тауматина в 1600 раз выше, чем у сахарозы. Применяется в комбинации с другими подсластителями для приготовления пищевых продуктов, витаминов, жевательной резинки и других [10].

*Изомальтит* – также натуральный низкокалорийный подсластитель. Получают его из изомальта – вещества, содержащегося в сахарном тростнике, сахарной свекле и меде. Он на 40-60% менее сладок, чем сахар, обладает низким гликемическим индексом. Изомальтит стимулирует работу кишечника и может быть использован при приготовлении диабетических продуктов. Рекомендуемая доза изомальта в чистом виде – не более 30 г в сутки [10].

*Глицирризин* – природный подсластитель, получаемый из корня солодки голой. По предварительным данным, из 1 тонны корня солодки можно получить 150-200 кг подсластителя с сахарозным эквивалентом 50. Используют для приготовления шипучих напитков, пива, кваса, шоколада, пастилы. Применяется в качестве подсластителя и ароматизатора в пищевой промышленности при производстве халвы, конфет и т. д. Не растворим в холодной воде, но хорошо растворяется в горячей. Имеет специфический привкус и аромат [10].

*Мальтит* производят из мальтозы – солодового сахара, получаемого из крахмала (в основном из кукурузного или картофельного). Мальтит содержит меньше калорий, чем сахар и фруктоза, оказывает очень незначительное влияние на уровень сахара в крови [10].

*Неогесперидин* (цитроза) – низкокалорийное сладкое вещество, содержащееся в цитрусовых. Получают из кожуры горького (сивильского) апельсина. Неогесперидин известен с 1968 года. Он слаще сахарозы в 1500-1800 раз. Стабилен во внешней среде. Применяется для приготовления безалкогольных напитков, жевательной резинки, мороженого, джемов, мармелада, соков, зубной пасты [10].

В перспективе для производства ЛС могут быть использованы флавоноиды. Из-

вестно, что флавоноиды цитрусовых после специальной обработки приобретают сладкий вкус. К ним относятся гесперидин из апельсинов и лимонов, наригин из грейпфрутов, неогесперидин из севильских апельсинов. Из папоротника *Polipodium vulgare L.* выделен стероидный сапонин осладин, в 3000 раз превышающий по сладости сахарозу. Получен целый ряд еще малоизученных сладких веществ, например, из канифоли сосны, из листьев чая (филодульцин), из растения *Perilla nankinensis* (периальдегид), из фруктов «Лю Хан».

Ассортимент сахарозаменителей довольно велик и постоянно растет. Они содержатся во многих продуктах, в том числе и ЛС. Каждому сахарозаменителю присво-

ен шифр с впереди стоящей буквой E. Наличие такого обозначения говорит о том, что эта добавка разрешена к использованию. Прежде чем присвоить шифр, продукты проходят длительное тестирование. Но и позже, при появившемся подозрении на токсичность или канцерогенность, проводится соответствующая экспертиза, как это было с аспартамом, сахарином, цикламатом и сукралозой. При этом каждая страна сама решает, какие пищевые добавки следует исключить из рекомендованного списка.

Министерство здравоохранения Республики Беларусь определило перечень и количество подсластителей, допустимых в составе ЛС [11, 12], которые приведены в таблице.

Таблица – Перечень подсластителей, допустимых в составе ЛС в Республике Беларусь

Наименование	Шифр	Нормируемое количество
Сорбит	E 420	Не нормируется
Маннит	E 421	50 мг/кг/сутки
Ацесульфам калия	E 950	15 мг/кг/сутки (не используется в лекарственных средствах для детей)
Аспартам	E 951	40 мг/кг/сутки
Цикламовая кислота и ее натриевая и кальциевая соли	E 952	11 мг/кг/сутки
Сахарин и его натриевая, калиевая и кальциевая соли	E 954	5 мг/кг/сутки
Мальтит	E 965	Не нормируется

В пищевой промышленности Республики Беларусь, кроме вышеуказанных подсластителей, допустимы изомальтит (E953), сукралоза (E955), лактит (E966) и ксилит (E967) [12], а в пищевой промышленности стран таможенного союза – стевииолгликозиды (E960), сукралоза (E955, трихлоргалактосахароза), тауматин (E957), аспартам-ацесульфама соль (E962), эритрит (E968), неогесперидин дигидрохалкон (E959), неотам (E961) [13].

Довольно часто подсластители имеют иное торговое название, особенно если они представляют собой комбинацию веществ. Наиболее распространенными из них являются: «Милфорд» (смесь сахарина и цикламата); «Сладекс» (чистый аспартам); «Аргосластин» (смесь аспартама и ацесульфама, имеет приятный вкус и нулевую калорийность). «Сурельголд» – также смесь аспартама и ацесульфама, но в другой комбинации

составляющих, обладает низким коэффициентом сладости - в 4 раза ниже, чем у аргосластина.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований проанализированы и обобщены литературные данные о подсластителях, применяемых в составе сиропов в Республике Беларусь.

Представлен перечень подсластителей, допустимых в составе ЛС в Республике Беларусь. Данный перечень определен Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

В составе лекарственных сиропов в качестве подсластителей применяются сорбит, маннит, ацесульфам калия, аспартам, цикламовая кислота и ее натриевая и калиевая соли, сахарин и его натриевая, калиевая и кальциевая соли, мальтит.

**SUMMARY**

U.A. Sheraykova, O.M. Khishova  
SWEETENERS IN SYRUPS AND THEIR  
CHARACTERISTICS

The article presents the summarized data from the literature on sweeteners used in the composition of syrups. It is shown that in the composition of syrups can be used both synthetic and natural sweeteners.

Keywords: sweeteners, syrups, drug.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Германюк, Я.Л. Искусственные заменители сахарозы при заболеваниях с нарушенным углеводным и липидным обменом /Я.Л. Германюк //Врачеб. дело, 1986. – № 8. – С. 63–67.

2. Антипова, Л.В. Получение пищевых продуктов, ингредиентов, материалов на основе биокаталитических процессов обработки коллагенсодержащих животных тканей /Л.В. Антипова //М.: Агропромиздат, 2008. – С. 54 – 75.

3. Rowe, R.C. Handbook of Pharmaceutical Excipients / R.C. Rowe, P.J. Sheskey, M.E. Quinn //6ed. – AphA, Pharmaceutical Press (PhP), London – Chicago, 2001. – 888p.

4. Нечаев, А.П. Пищевые добавки /А.П. Нечаев //М., МКИ, 2001. – 150 с.

5. Выглазов, В.В. Технология высококачественного ксилита и других полиолов на основе пентозансодержащего растительного сырья: дис. ...д-ра технических наук: 05.21.03. /В.В. Выглазов. – Санкт-Петербург, 2004. – 443 л.

6. Большая медицинская энциклопедия /Гл. ред. Петровский Б.В. – 3-е изд., М.: Советская энциклопедия, 1984. – Т. 23. – С. 527.

7. Малютенкова, С.М. Товароведение и экспертиза кондитерских товаров: учеб. пособие /С.М. Малютенкова // СПб.: Питер, 2004. – 480 с.

8. Вечер, Н.С. Разработка технологии, биофармацевтические исследования и стандартизация сорбитовых сиропов: дис. ... канд. фарм. наук: 15.00.01. / Н.С. Вечер. – Витебск, 2002. – 128 л.

9. Корочкина, Г.М. Синтез, антимикробная и противогрибковая активность производных дитерпеноида изостевиола

и гликозида стевиолбиозида, содержащих ониеый атом азота / Г.М. Корочкина [и др.] //Химико–фармацевтический журнал : научно–технический и производственный журнал. – 2010. – Том 44, N 11. – С. 10–13.

10. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 08.05.2009 г. №52, в ред. Постановлений Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2009 г. №129, от 13.09.2010 г. №124 «О требованиях к документам на лекарственные средства, фармацевтические субстанции, заявляемые на государственную регистрацию (перерегистрацию), и документам, представляемым для внесения изменений в регистрационное досье на лекарственное средство (фармацевтическую субстанцию), ранее зарегистрированное в Республике Беларусь, и о признании утратившим силу Постановления Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21 ноября 2008 г. №199» // Перечень подсластителей и синтетических органических красителей, допустимых в составе лекарственных средств.

11. Постановление Главного государственного санитарного врача Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28.11.2002 г. №94 «Об утверждении санитарных правил и норм «Гигиенические требования к качеству и безопасности пищевых добавок и их применению».

12. Гигиенические регламенты применения подсластителей (приложение №13) // Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) / Утверждены решением комиссии Таможенного союза от 28.05.2010 г. №299.

**Адрес для корреспонденции:**

210023, Республика Беларусь,  
г. Витебск, пр. Фрунзе, 27,  
УО «Витебский государственный  
ордена Дружбы народов  
медицинский университет»,  
кафедра промышленной технологии  
с курсом ФПК и ПК,  
тел. раб.: 8 (0212) 37-00-13,  
Хишова О.М.

Поступила 20.05.2014 г.