Содержание:

Введение...................................................................................................................3

1. Литературный обзор.....................................................................................7
	1. История появления заменителей сахара...........................................7
	2. Виды заменителей сахара.................................................................10
	3. Полезные свойства и недостатки заменителей сахара..................16
2. Цель и задачи эксперимента......................................................................23
	1. Цель эксперимента............................................................................23
	2. Задачи эксперимента........................................................................24
3. Экспериментальная часть...........................................................................26
4. Описание аппаратурно-технологической схемы производства

безалкогольных напитков...........................................................................56

Заключение.............................................................................................................60

Список литературы................................................................................................63

# Введение

Русский ученый К. А. Тимирязев писал: «Давно замечено, что мы не обращаем внимания на самые замечательные факты только потому, что они слишком обыкновенны. Многим ли, действительно, приходит в голову, что ломоть хлеба, хорошо испеченного пшеничного хлеба... составляет одно из величайших изобретений человеческого ума».

Необходимыми компонентами для организма являются углеводы, которые попадают с растительной пищей, в том числе и с хлебом. Углеводы служат основным источником энергии. Свыше 56% энергии организм получает за счет углеводов, остальную часть — за счет белков и жиров.

Для деятельности головного мозга единственным поставщиком энергии является глюкоза. Углеводы обнаруживаются во всех без исключения органах и тканях. Они входят в состав оболочек клеток и субклеточных образований, принимают участие в образовании многих важнейших веществ.

Углеводы обладают способностью накапливаться в организме в виде гликогена в печени и мышцах.

Вязкие секреты, выделяемые различными железами, также богаты углеводами. Они предохраняют стенки органов (пищевод, кишки, желудок, бронхи и т.д.) от проникновения патогенных микробов, механических и термических повреждений. По химической природе углеводы являются органическими веществами, в состав которых входят углерод, кислород и водород.

В зависимости от сложности строения, растворимости, быстроты усвоения и использования для гликогенообразования углеводы пищевых продуктов подразделяются на простые углеводы: моносахариды (глюкоза, фруктоза, галактоза), дисахариды (сахароза, лактоза, мальтоза) и сложные углеводы, или полисахариды (крахмал, гликоген, пектиновые вещества, клетчатка).

Наиболее распространенный моносахарид — глюкоза — содержится во многих плодах и ягодах, а также образуется в организме в результате расщепления дисахаридов и крахмала пищи. Глюкоза наиболее быстро и легко используется в организме для образования гликогена, для питания тканей мозга, работающих мышц (в том числе сердечной мышцы), для поддержания необходимого уровня сахара в крови и создания запасов гликогена печени. Она служит эффективным средством поддержания питания послеоперационных, ослабленных и других тяжелобольных. Во всех случаях при большом физическом напряжении глюкоза может использоваться как источник энергии.

Фруктоза обладает теми же свойствами, что и глюкоза, и может рассматриваться как ценный, легкоусвояемый сахар. Однако, она медленнее усваивается в кишечнике и, поступая в кровь, быстро покидает кровяное русло. Фруктоза в значительном количестве (до 70-80%) задерживается в печени и не вызывает перенасыщения крови сахаром. В печени фруктоза более легко превращается в гликоген по сравнению с глюкозой. Другим свойством фруктозы является сравнительно невысокая стойкость, в результате чего фруктоза начинает частично изменяться, уже при продолжительном кипячении. Фруктоза усваивается лучше сахарозы и отличается большей, сладостью. Высокая сладость фруктозы позволяет использовать меньшие ее количества для достижения необходимого уровня сладости продуктов и таким образом снизить общее потребление сахаров, что имеет значение при построении пищевых рационов ограниченной калорийности.

Избыток сахарозы оказывает влияние на жировой обмен, усиливая жирообразование. Установлено, что при избыточном поступлении сахара усиливается превращение в жир всех пищевых веществ (крахмала, жира, частично и белка). Таким образом, количество поступающего сахара, может служить в известной степени фактором, регулирующим жировой обмен. Обильное потребление сахара приводит к нарушению обмена холестерина и повышению его уровня в сыворотке крови. Избыток сахара отрицательно сказывается на функции кишечной микрофлоры. При этом повышается удельный вес гнилостных процессов в кишечнике, развивается метеоризм. Установлено, что в наименьшей степени эти недостатки проявляются при потреблении фруктозы. Основными источниками фруктозы являются фрукты и ягоды. Глюкоза и фруктоза широко представлены в меде: содержание глюкозы достигает 36,2%, фруктозы — 37,1%. В арбузах весь сахар представлен фруктозой, количество которой составляет 8%. Третий моносахарид — галактоза — в свободном виде в пищевых продуктах не встречается. Галактоза является продуктом расщепления основного углевода молока — лактозы.

Тема дипломной работы «Обзор рынка заменителей сахара, выпускаемых отечественной промышленностью и поступающих по импорту и разработка рекомендаций по их применению» актуальна, т. к. за последние десятилетия происходит интенсивный рост производства заменителей сахара, особенно углеводной группы, в частности инвертированных и крахмальных сиропов. При общемировом объеме производства сахара около 130 млн. тонн общая выработка заменителей составляет до 15-20 млн. тонн сахарного эквивалента. Это привело к относительному снижению потребления сахарозы в чистом виде, получаемой из сахарной свеклы и тростника.

Замена сахарозы другими веществами связана с ее высокой удельной энергией и легкой усвояемостью, что при чрезмерных дозах употребления, в том числе и в виде сахаристых продуктов (конфет, шоколада, варенья, пастилы и др.), особенно при низкой физической активности, может привести к тяжелым нарушениям углеводного и жирового обмена, способствовать развитию заболеваний, связанных с избыточной калорийностью рациона (сахарный диабет, атеросклероз и др.), и появлению кариеса зубов Основные требования, предъявляемые к заменителям сахара:

* качество сладости заменителей не должно отличаться от качества сладости сахарозы;
* чистый, приятный сладкий вкус, проявляющийся без задержки и не ощущающийся долго;
* отсутствие цвета и запаха;
* физиологическая безвредность (неканцерогенность);
* нетоксичность, полное выведение из организма;
* хорошая растворимость в воде;
* химическая и термическая устойчивость.

**Цель** данной работы – провести подробный обзор рынка заменителей сахара, выпускаемых отечественной промышленностью и поступающих по импорту и разработка рекомендаций по их применению.

Для того, чтобы поставленная цель была раскрыта необходимо структурировать материал по теме в соответствии с **задачами** исследования:

- изучить историю появления заменителей сахара;

- рассмотреть виды заменителей сахара;

- выявить полезные свойства и недостатки заменителей сахара;

- определить цель и задачи эксперимента.

Цель эксперимента – изучить профиль сладости по сравнению к сахарозе, растворимость в воде, растворимость с органическими кислотами, образование осадков.

Задачи эксперимента:

- изучить химические, физические свойства фруктозы, глюкозы и аспартама;

- рассмотреть растворимость фруктозы, глюкозы и аспартама в воде;

- раскрыть их растворимость с органическими кислотами;

- выявить образование осадков фруктозы, глюкозы и аспартама.

Объектами нашего исследования явились: фруктоза, глюкоза и аспартам.

# 1. Литературный обзор

## 1.1. История появления заменителей сахара

Первым заменителем сахара стал сахарин, который был синтезирован в 1879 году русским эмигрантом Фальбергом. Новое вещество обладало удивительным качеством: оно было в 450 раз слаще сахара. США, ставшие первопроходцами в освоении заменителей сахара, имеют столетний опыт употребления сахарина. Однажды за обедом он обратил внимание на необычный вкус хлеба — тот был сладким. Но домашние никакой сладости не ощущали. Тогда Фальберг понял: сладок не хлеб, а его пальцы — до обеда ученый возился с препаратом со страшным названием сульфаминбензойная кислота. После трапезы изобретатель помчался в лабораторию проверить догадку. Предположение подтвердилось: соединения сульфаминбензойной кислоты действительно были изумительно сладкими. Так был синтезирован сахарин. Химическое вещество с такими свойствами пригодилось очень быстро: во время Первой мировой войны сахара катастрофически не хватало. В начале 20-х Наркомздрав разрешил производить сахарин в нашей стране.

Сейчас, спустя многие годы после случайного открытия Фальберга, спрос на подсластители велик как никогда. Ведь многие Сахарозаменители не имеют энергетической ценности. К тому же они очень экономичны: один пластиковый контейнер заменяет от 6 до 12 кг сахарного песка.

Однако в 70-е годы прошлого века после опытов на животных стало ясно, что сахарин провоцирует рак мочевого пузыря у крыс. Сахарин мгновенно попал в "черные списки". Он был запрещен к употреблению в Америке и большинстве европейских стран. Некоторое оправдание сахарина произошло полтора десятилетия спустя, однако в Канаде этот заменитель до сих пор находится на нелегальном положении, а во всех остальных государствах он разрешен к продаже с пометкой “Вызывает рак у лабораторных животных”.

Затем были открыты цикламаты, то есть натриевые и калиевые соли цикламовой кислоты.

Карьера цикламатов началась с большого скандала: весь класс веществ объявили медленно действующим ядом. Лишь недавно продажа цикламатов была разрешена в Европейском союзе. Однако во Франции, Великобритании и США это вещество до сих пор официально запрещено к производству и употреблению. В России же этот заменитель был освидетельствован Министерством здравоохранения и прошел проверку. Специалисты не рекомендуют использовать цикламаты беременным женщинам, детям и людям, страдающим почечной недостаточностью.

Вообще же существует допустимая дневная доза этого подсластителя: 11 мг на килограмм веса тела в сутки.

Цикламаты чаще всего используют в дуэте с сахарином. Самые популярные торговые наименования этой "сладкой парочки" - "Цукли", "Сусли", "Милфорд" и "Диамант".

Третий известный подсластитель - аспартам, синтезированный в 70-х годах компанией "Monosanto”.

Аспартам опасен: считается, что он потенциальный канцероген, и к аспартаму очень подозрительно относятся в европейских государствах. Врачи не рекомендуют аспартам детям и подросткам.  Но! Этот заменитель хорошо растворим в воде, и поэтому он стал основой вкуса всех "облегченных" ("лайт") лимонадов. Остается надеяться, что умеренное количество такой "газировки" вреда не нанесет.

На этикетках аспартам обычно маскируется под аббревиатурой Е 951. Также продукт с аспартамом снабжен надписью, запрещающей эту продукцию больным фенилкетонурией. Это врожденное заболевание, которое сопровождается непереносимостью фенилаланина, который содержится в аспартаме. Этот заменитель редко используется в чистом виде. Чаще всего его смешивают с ацесульфамом К, который относится к новому поколению заменителей сахара. Считается, что этот "букет" химических веществ максимально приближен к вкусу натурального сахара.

Самым безопасным заменителем является сукралоза, которая была синтезирована в 1976 году в Англии.

Специалисты утверждают, что ее прием безопасен не только для обычного контингента, но и для беременных женщин и детей младшей возрастной группы. Максимальная дневная доза составляет 5 мг на 1 кг веса.
Сукралоза в 600 раз слаще сахара, и поэтому вкусовой эффект достигается с помощью минимальных количеств этого подсластителя. Несмотря на эти качества, сукралоза почти не используется в пищевой промышленности и сравнительно редко встречается на прилавках российских аптек. Этот заменитель является самым дорогим.

Надо сказать, что среди врачей существует такая точка зрения, что сахарозаменители вообще опасны, так как нарушают нормальный обмен веществ. И хотя экспериментаторы сбиваются с ног, стараясь доказать, что подсластители не участвуют в обмене веществ, производя впечатление исключительно на вкусовые сосочки на языке, от злоупотребления подсластителями следует воздержаться.

Небольшие количества традиционных сладостей более безопасны, чем "химические" таблетки.

Масштаб применения сахарозаменителей впечатляет. В одном только 1995 г. и только сахарина и его солей было использовано в мире около 28000 тонн.

Семейство заменителей сахара, разрешенных для применения в питании населения России, довольно многочисленно. Кроме сахарина и его солей, оно включает аспартам, цикламовую кислоту и ее соли (цикламаты), сукралозу, стевиозид, неогесперидин и т.д. Их применение разрешено специальным документом, утвержденным в 1996 г. (СанПин 2.3.2.560-96). Все они - пищевые добавки с соответствующей суточной дозой, рекомендованной специалистами. Особо надо подчеркнуть, что все подстластители, рекомендованные к применению, тщательно изучались в нашей стране и за рубежом. Результаты этих исследований неоднократно обсуждались на заседаниях специальных комитетов экспертов - ведь речь идет о веществах, широко применяющихся населением, причем, зачастую, теми из нас, кто не всегда может похвастаться хорошим здоровьем. В 1999 г., группа экспертов Международного агентства по изучению рака (Лион) - специализированного учреждения Всемирной организации здравоохранения - провела анализ результатов исследований, посвященных изучению канцерогенных свойств сахарина и его солей, а также цикламатов. Насколько серьезным было обсуждение вопроса свидетельствует хотя бы список научных публикаций, посвященных сахарину и тщательно проанализированных экспертами, - он занимает семнадцать с половиной страниц! Вывод экспертов был однозначным: нет оснований считать сахарин, его соли, а также цикламаты опасными в канцерогенном отношении для человека. Аналогичный вывод был в свое время сделан и в отношении других заменителей сахара, разрешенных к применению.

Для каждого сахарозаменителя определен свой суточный, абсолютно безопасный для здоровья уровень потребления (например, для сахарина он равен 5 мг/кг массы тела, для цикламатов - 11 мг/кг).

Существующая в стране система контроля Департамента госсанэпиднадзора Минздрава России, включая гигиеническую сертификацию продуктов на основе сахарозаменителей, гарантирует здоровье и безопасное их использование как больным сахарным диабетом и страдающим ожирением, так и людям, ведущим здоровый образ жизни.

## 1.2. Виды заменителей сахара

Все заменители сахара можно условно разделить на две группы: натуральные и синтетические. Первые (фруктоза, сорбит, ксилит) полностью усваиваются организмом и, как обычный сахар, обеспечивают человека энергией. Они безопасны, но, к сожалению, калорийны. Большинство синтетических заменителей (сахарин, цикламат, аспартам, ацесульфам калия, сукразит) энергетической ценности не имеют и не усваиваются.

Искусственные подсластители разделяются на две категории. И хотя у основной массы заменителей сахара (маннит, сорбит, ксилит и гидрогенизированный сироп глюкозы) та же калорийность, что и у сахара, и они способны заменять его во многих продуктах, организмом такие подсластители усваиваются хуже.

Рис 1. Формула сорбита

Сахарный спирт, гидрогенизированный сироп глюкозы и ксилит фактически помогают предотвратить кариес и используются в безвредных для зубов видах сладостей и жевательных резинок. Однако любой подсластитель может стать причиной диареи, если потреблять более 25 г в день.

Большинство российских предприятий, производящих искусственные подсластители для пищевой промышленности, используют импортное сырье – в последние годы наблюдается устойчивая тенденция роста импортных поставок искусственных заменителей сахара в нашу страну. Это связано с возрастающими потребностями различных отраслей промышленности, особенно тех, которые перешли на западные технологии производства. Так, в 2001 году объемы импортных поставок искусственных заменителей сахара в Россию составили 3 224 тонны, а в 2002-м они выросли на 46% (рис. 2). В 2003 году рост продолжился, хотя его темпы несколько замедлились – до 38%. В 2004 году импорт заменителей сахара вырос еще на 22% и составил 7925 тонны. Можно заключить, что импорт искусственных заменителей сахара будет увеличиваться и в текущем году.

Рис. 2. Годовая динамика импортных поставок искусственных заменителей сахара в Россию в 2001-2004 гг. (в натуральном выражении)

Расходы на закупку импортных заменителей сахара за период с 2001 по 2004 год постоянно увеличивались, однако темпы роста расходов были несколько ниже, чем темпы роста импорта. Так, объемы импортируемых заменителей сахара за 4 года выросли почти в 4 раза, а расходы на их приобретение – только в 3,2 раза.

В последние годы на российском рынке наибольшее распространение получили такие подсластители, как аспартам, сахарин, цикломат, ацесульфам К. Эти виды заменителей сахара часто называют базовыми, так как почти все они, кроме аспартама, используются не в чистом виде, а в смесях, присутствуя в них в определенных пропорциях. Благодаря этому достигается необходимая сбалансированность вкусовых характеристик смесей заменителей сахара и экономичность их использования.

Базовые подсластители, а также их смеси имеют разные характеристики. Для того чтобы выбрать продукт, подходящий для конкретного технологического процесса, необходимо тщательно изучить свойства каждого из них, при этом обращая внимание в первую очередь на вкусовые характеристики, качество, безопасность и стоимость.

На российском рынке искусственных заменителей сахара представлена продукция из 20 стран. Однако основными странами-производителями, чья продукция импортировалась в Россию, были Франция, Китай, Финляндия и Германия – на их долю ежегодно приходилось от 80 до 93% всех искусственных заменителей сахара, поставлявшихся из-за рубежа за последние 4 года.

Почти половина всех искусственных заменителей сахара, импортируемых в Россию, представленных на российском рынке – завезено из Франции (рис. 3). Свою продукцию поставляют такие ведущие французские компании, как Varoise de Consentres SA, Euro-Aspartam SA, Rokket Frerer SA.Aspartam SA, Rokket Frerer SA.

Рис. 3. Объемы импорта ведущих стран-производителей искусственных заменителей сахара

Из Китая в 2003 году поставлялось 14% всех импортируемых искусственных заменителей сахара. На российском рынке представлена продукция компаний Sweet life Ltd., Rainbow Rich Int. Co. Ltd., Beijing vitasweet Co., Ltd., Zuzhou fine chemicals Group Co. и др.

Из Финляндии в 2003 году поставлялось почти 12% от всей импортируемой продукции. На российском рынке представлены подсластители ведущего финского производителя Danisco Finland Oy (Danisco A/S, Дания).

В 2003 году немецкие производители занимали около 11% рынка импортируемых искусственных заменителей сахара. В ряду наиболее заметных компаний стоит отметить Odenwald-Konserven GmbH, Palatinit GmbH, Nutrinova AG, Nutrition Specialties & Food Ingredients GmbH, DHW GmbH.

В России создан ряд компаний – производителей искусственных заменителей сахара, работающих на импортном сырье. Так, российско-швейцарское совместное предприятие ЗАО «Сентрис» (Москва) организовало собственное производство этой продукции. Все производственные процессы соответствуют требованиям GMP – правилам организации производства и контроля качества лекарственных средств. Компания производит и реализует на рынке России и стран СНГ заменители сахара под торговой маркой Aspamix. Данная продукция представляет собой высококачественные смеси, изготовленные на основе различных базовых заменителей сахара: аспартама и сахарина – Aspamix-350; аспартама, сахарина и цикламата – Aspamix-200+; аспартама и сахарозы – Aspamix-200lux и других.

Предприятие OOO «Аспасвит» (Москва) разработало, производит и реализует под торговой маркой Aspasweet хорошо сбалансированные смеси заменителей сахара с коэффициентами сладости от 100 до 450. Каждая из созданных композиций заменителей сахара представляет собой совершенную комбинацию трех составляющих: ноу-хау, высококачественных ингредиентов и точности соблюдения рецептур.

Компания OOO «Инбуко» (Калиниград) производит подсластители под торговой маркой Slamix. Все высококачественные смеси производятся из ингредиентов крупнейших европейских производителей Product Aditivos SA, Eurosweet SA, Vitasweet. Популярность искусственных заменителей сахара растет быстрыми темпами, так как многие производители, имеющие в своем распоряжении современное импортное оборудование, понимают, что приблизиться к европейскому стандарту, а также выстоять в конкурентной борьбе можно только через комплексный подход к производству качественного продукта на качественном сырье. Однако динамика использования искусственных заменителей сахара в России будет определяться характером государственного регулирования рынка сахара и законодательными ограничениями на использование искусственных заменителей сахара.

Теперь, что касается интенсивных заменителей сахара.

Интенсивные подсластители - ацесульфам К, аспартам и сахарин используются в основном в диетических напитках и десертах. Все они в 200-400 раз слаще сахара!

Вкус аспартама схож со вкусом сахара, и в отличие от сахарина он не оставляет после себя горького привкуса (рис. 4).

Рис. 4. Формула аспартама

Утверждения, что аспартам вызывает головную боль, ухудшение зрения и гиперактивность, не доказаны.

Интенсивные подсластители принято считать достойной альтернативой традиционным сахаристым веществам в массовом производстве напитков по ряду причин:

* удешевляются и упрощаются технология производства, погрузочно-разгрузочные, транспортные и складские операции;
* калорийность напитков снижается в десятки раз;
* в сочетании с фруктовыми ароматизаторами и органическими кислотами сладость интенсивных заменителей сахара усиливается и обогащается вкус напитка;
* у производителей появляется возможность расширения ассортимента;
* в результате уменьшения доли сбраживаемых углеводов в составе продукта улучшается их биологическая стойкость при хранении;
* наряду со снижением калорийности при дозировках, обеспечивающих достаточную сладость, интенсивные подсластители оказывают пониженное осмотическое давление на ткани организма при усвоении напитков.

## 1.3. Полезные свойства и недостатки заменителей сахара

Заменители сахара можно употреблять в пищу без опасений, что это вызовет ощутимые колебания показателей глюкозы в крови и моче. Однако пациентам с повышенной массой тела следует помнить, что заменители сахара так же, как обычный сахар обладают калорийностью и соответственно способствуют повышению массы тела. Сахарозаменители, особенно сорбит и ксилит, из-за их медленного усвоения могут вызывать вздутие живота и расстройство желудка. Некоторые больные диабетом отличаются необычной чувствительностью даже к небольшим дозам сахарозаменителей.

В отличие от сахарозаменителей подсластители являются неэнергетическими веществами. Таким образом, основные отличия в употреблении баскалорийных заменителей сахара и обладающих калорийностью заменителей сахара заключается в том, что при расчёте калорийности пищи следует учитывать энергоёмкость заменителей сахара. По этой причине больным диабетом с избыточной массой тела намного полезнее употреблять не заменители сахара, а подсластители (цикламат, сахарин, ацесульфам калия и аспартам), тем более, что они во много раз слаще сахара. Их можно использовать в том числе и для подслащения напитков.

Сообщения о том, что употребление заменителей сахара вызывает серьёзные побочные эффекты и даже становится причиной онкологических заболеваний, не соответствует действительности. Подсластители можно употреблять без всяких опасений, особенно они рекомендуются полным пациентам. Всемирная организация здравоохранения установила безопасные предельные нормы суточного потребления заменителей сахара взрослым, чтобы исключить малейший риск.

На 1 кг массы тела:

Сахарин - от 0 до 2,5 мг

Цикламат натрия - от 0 до 12,34 мг

Аспартам - от 0 до 4 мг

Ацесульфат калия - от 0 до 9 мг

Дозы сахарозаменителей (ксилита, сорбита, фруктозы), как уже говорилось, не должны превышать 30 мг в сутки, а для лиц пожилого возраста - 15 - 20 г в сутки. При применении этих веществ необходимо выполнять следующие правила:

при использовании ксилита и сорбита следует начинать с небольших доз (10-15 г в сутки) для определения индивидуальной переносимости, в том числе и послабляющего эффекта;

применение сахарозаменителей рекомендуется на фоне компенсации или субкомпенсации сахарного диабета;

нужно учитывать калорийность сахарозаменителей;

при появлении тошноты, вздутия живота, изжоги доза сахарозаменителя должна быть уменьшена до 10-15 г или его нужно отменить.

Полезные свойства заменителей сахара:

* улучшают вкус некоторых продуктов;
* обеспечивают оперативное снабжение организма энергией;
* сахарные спирты, применяемые в некоторых сладостях, фактически помогают предотвратить кариес;
* некоторые искусственные подсластители содержат очень мало калорий.

Недостатки:

* чрезмерное потребление сахара ведет к разрушению зубов;
* возможна непереносимость молочного сахара - лактозы;
* сладкие батончики и печенье могут вытеснить из рациона более питательные продукты.

Для большинства людей слово "сахар" означает столовый сахар - сахарозу. А вообще существует много разновидностей сахаров различной степени сладости. Самый сладкий из сахаров - фруктоза (во фруктах и меде), затем следует сахароза (основной компонент сахарного тростника и сахарной свеклы), глюкоза (в меде, фруктах и овощах), мальтоза (в проращенных зернах) и лактоза (молочный сахар).

Диетологи различают два типа сахаров: внутренние сахара, содержащиеся в стенках клеток растений, и внешние сахара, в них не содержащиеся. Внутренние сахара присутствуют во фруктах и овощах - в моркови и свекле. Помимо витаминов и минеральных веществ эти продукты содержат клетчатку, дающую ощущение сытости.

К внешним сахарам относятся столовый сахар, глюкоза, мед, светлая патока, черная патока и молочный сахар. Сахар, присутствующий во фруктовых соках, также относится к внешнему типу, поскольку в процессе выдавливания сока клетки фруктов разрушаются. Внешние сахара негативно воздействуют на зубы, и поэтому рекомендуется ограничить их содержание 10% ежедневно потребляемых калорий.

Вместе с крахмалом сахара являются одним из основных типов углеводов, снабжающих организм энергией. В процессе пищеварения сахара расщепляются, выделяют глюкозу, которая через кровь попадает в организм и служит топливом для мышц, органов и клеток.

Содержание глюкозы в крови контролируется гормонами - инсулином (сокращающим уровень глюкозы) и глюкагоном (повышающим его). Если организм не справляется с регуляцией содержания сахара в крови, как это происходит у больных диабетом, это может вызвать либо гипергликемию - чрезмерное повышение содержания сахара, либо гипогликемию, когда уровень сахара в крови чрезмерно низок.

Большинство сахаров перевариваются быстро, будучи весьма оперативным источником энергии. Однако, чем скорее растет уровень сахара в крови, тем скорее он и падает, вот почему энергетический эффект от сладких напитков или продуктов столь скоротечен и оставляет после себя ощущение упадка сил и сонливость. Потребление пищи регулярно и небольшими порциями с включением достаточного количества сложных углеводов упрощает организму задачу контроля за содержанием сахара в крови.

Вреден ли сахар?

Хотя уже неоднократно предпринимались исследования связи между высоким потреблением сахара и повышенным риском развития сердечных заболеваний, диабета и болезней почек, научного подтверждения они не получили. Ученые сомневаются даже в том, что потребление сахара в больших количествах ведет к ожирению, поскольку некоторые данные свидетельствуют, что худощавые люди потребляют больше сахара, чем тучные.

Сахар сам по себе не содержит витаминов, минеральных веществ или клетчатки, и даже мед и коричневый сахар, которые считаются полезными для здоровья, содержат лишь незначительные количества их. Следовательно, необходимо следить за тем, чтобы закуски и напитки с высоким содержанием сахара не вытесняли из рациона более питательную пищу.

Сахар обладает также способностью подавлять аппетит. В связи с этим должно вызывать беспокойство, если дети перед основными приемами пищи набивают свои желудки пустыми калориями из сладких напитков, шоколада и сладостей и в результате отказываются от более питательной еды.

Если не считать способности сахара разрушать зубы, сам по себе он не считается вредным. При условии общей сбалансированности питания - с адекватным поступлением в организм витаминов, минеральных веществ и клетчатки, а также жиров, белков и углеводов в необходимых пропорциях - умеренное потребление сахара вполне приемлемо с точки зрения диетологии. А для большинства людей сахар делает еду весьма приятной.

 Существует теория, которая связывает высокое содержание сахара в рационе питания с развитием гиперактивности. Для метаболизма сахара в организме необходим хром, однако в процессе рафинирования сахара этот элемент из сырца удаляется. А без хрома инсулин менее эффективно контролирует уровень сахара в крови, и это, как предполагают, может привести к развитию гиперактивности и поведенческих проблем, таких, как агрессивность и необузданность. Однако данной теории недостает научных доказательств, чтобы считаться окончательно верной.

 Некоторые люди не переносят молочный сахар - лактозу. В результате дефицита фермента лактазы в их организме они неспособны переваривать молоко, хотя к йогуртам и некоторым сортам сыра относятся терпимо.

Сладости и прохладительные напитки - главные факторы разрушения зубов, хотя способствовать этому могут все крахмалистые продукты, поскольку обитающие на зубах бактерии разлагают их, образуя кислоту, повреждающую зубную эмаль. Еда между основными приемами пищи и пристрастие к сладким напиткам и фруктовым сокам в течение длительного времени особенно вредны для зубов, поскольку продлевают срок контакта зубов с сахаром. Малышам никогда не следует давать бутылочки с сахарным сиропом или фруктовыми соками.

 Жевательные конфеты (ириски) и сухофрукты содержат много концентрированного сахара и прилипают к зубам, в результате чего кислота может образовываться в течение более продолжительного времени.

 Жевательная резинка без сахара после еды способствует предотвращению повреждений зубов, стимулируя образование слюны, смывающей большую часть вредной кислоты.

Необходимо быть внимательным при употреблении:

Например, а цесульфам (Е950) приводит к нарушениям работы кишечника и аллергическим заболеваниям. Запрещен для употребления в Канаде и Японии.

Аспартам (Е951) в организме разлагается на канцерогенные вещества. В 1985 году учеными Филадельфийского университета (США) проведены комплексные лабораторные испытания этого вещества. После двух недель, проведенных при температуре 28-30°С, основное количество аспартама в газировке разлагалось на формальдегид (канцероген класса А), метанол и фенилаланин. Как следствие: провоцируются головные боли и сильная усталость, вызывается учащенное сердцебиение и депрессия. В отдельных случаях: опухоль мозга, множественный склероз. В США, Канаде и странах ЕС на этикетках продуктов питания, содержащих аспартам, в обязательном порядке требуется уведомление о негативных последствиях его применения.

Цикламат (Е952) с 1969 года запрещен в США, Франции, Великобритании и еще ряде стран из-за подозрения, что этот подсластитель провоцирует почечную недостаточность. В России он наиболее распространен из-за низкой цены.

Сахарин (Е954) вызывал рак у лабораторных животных. Установлено, что он разрушает мочевой пузырь. Активно начал использоваться в Германии во время Второй мировой войны. Даже Сталин, не смотря на трудности с продовольствием, категорически запретил использование сахарина. Запрещен к употреблению в Канаде. В США и странах ЕС на этикетках продуктов питания, содержащих сахарин, в обязательном порядке требуется уведомление о негативных последствиях его применения.

По данным Клиники эндокринологии ММА им. И.М. Сеченова, даже употребление натуральной фруктозы может привести к токсическому поражению печени. Сорбит угнетает пищеварение, а ксилит, добавляемый в жевательную резинку, вызывает развитие рака мочевого пузыря.

В противоположность указанным подсластителям многочисленные исследования экстракта стевии (стевиозида) показали, что при его регулярном употреблении снижается содержание сахара, радионуклидов и холестерина в организме, улучшается регенерация клеток и коагуляция крови, тормозится рост новообразований, укрепляются кровеносные сосуды. Отмечены также желчегонное и противовоспалительное действия. Он препятствует образованию язв в желудочно-кишечном тракте. В отличие от искусственных заменителей сахара стевиозид не разрушается при нагреве, что делает его превосходным сладким компонентом при приготовлении выпечки, горячих напитков и другой пищи.

Очень важно, что нет ни одного сообщения о токсичности и мутагенности всех компонентов, содержащихся в стевии, а также о противопоказаниях в употреблении.

В Южной Америке, Канаде, ЮАР, Китае, Тайване, Таиланде, Корее, Малайзии и Индонезии стевиозид занимает свыше 40% объема на коммерческом рынке сладостей. Япония, известная наиболее высокой продолжительностью жизни населения и заботой о здоровье своих граждан, потребляет около 90% производимой в мире стевии.

# 2. Цель и задачи эксперимента

## 2.1. Цель эксперимента

Термин сахар (в пищевом смысле) включает в себя только сахарозу, которая является стандартом чистоты вкуса и сладости. Все другие вещества, обладающие сладким вкусом, называют заменителями сахара или подсластителями (sweeteners) .

За последние десятилетия происходит интенсивный рост производства заменителей сахара, особенно углеводной группы, в частности, инвертированных и крахмальных сиропов. При общемировом объеме производства сахара около 130 млн. т общая выработка заменителей сахара составляет до 15-20 млн. т сахарного эквивалента. Это привело к относительному снижению потребления сахарозы в чистом виде из сахарной свеклы и тростника.

Замена сахарозы другими веществами связана с её высокой удельной энергией и легкой усвояемостью. Известно, что при чрезмерных дозах употребления, в том числе и виде сахаристых продуктов (конфет, шоколада, варенья, пастилы и др.), особенно при низкой физической активности, сахароза может привести к тяжелым нарушениям углеводного и жирового обмена. Она способствует развитию заболеваний, связанных с избыточной калорийностью рациона (сахарный диабет, атеросклероз и др.). Кроме того, сахароза является одним из патогенных факторов кариеса зубов

К заменителям сахара предъявляются следующие основные требования:

- качество сладости не должно отличаться от качества сладости сахарозы;

- чистый приятный сладкий вкус, проявляющийся без задержки и не ощущающийся долго;

- отсутствие цвета и запаха;

- физиологическая безвредность (неканцерогенность, некариогенность);

- нетоксичность, полное выведение из организма;

- хорошая растворимость в воде;

- химическая и термическая устойчивость.

Единицей измерения сладости является SES (sweetness equivalency of saccharose - сладость, эквивалентная сахарозе). Сладость сахарозы приравнена к 1. Из более чем 150 известных заменителей сахара около 50 имеют SES менее 1, около 40 - слаще сахарозы до 50 раз, около 40 - от 50 до 500 раз, более 30 - слаще более чем в 500 раз.

Существуют различные классификации сладких веществ: например, по происхождению (натуральные и искусственные), по степени сладости (с высоким и низким сахарным эквивалентом), по калорийности (высококалорийные, низкокалорийные, некалорийные), по химическому строению. Мы предпочитаем ставить во главу угла химическое строение сахарозаменителей, поскольку оно в наибольшей степени определяет и калорийность, и степень сладости, и основные особенности использования конкретного подсластителя.

**Цель** данного эксперимента – изучить профиль сладости по сравнению к сахарозе, растворимость в воде, растворимость с органическими кислотами, образование осадков.

## 2.2. Задачи эксперимента

Для того, чтобы поставленная цель была раскрыта необходимо структурировать материал по теме в соответствии с основными задачами предпринимаемого исследования:

- изучить химические, физические свойства фруктозы, глюкозы и аспартама;

- рассмотреть растворимость фруктозы, глюкозы и аспартама в воде;

- раскрыть их растворимость с органическими кислотами;

- выявить образование осадков фруктозы, глюкозы и аспартама.

Объектами нашего исследования явились: фруктоза, глюкоза и аспартам.

Фруктоза - изомер глюкозы, содержится вместе с глюкозой в сладких плодах и меде. Она слаще глюкозы и сахарозы.

Фруктоза относится к группе моносахаридов и является одним из самых важных природных сахаров.

Глюкоза (от греческого glykys – сладкий). Глюкозу называют еще “виноградный сахар”, так как именно в винограде она содержится в значительном количестве в свободном виде, а также входит в состав других плодов и ягод, пчелиного мёда. В природе глюкоза встречается как составная часть сложных высокомолекулярных соединений, таких, как крахмал, клетчатка и др.

Аспартам - это низкокалорийный подсластитель приблизительно в 200 раз слаще сахара. Он усваивается организмом, но благодаря высокому коэффициенту сладости, используемое количество аспартама настолько незначительно, что его можно считать фактически свободным от калорий.

# 3. Экспериментальная часть

Искусственные подсластители за последние 5–8 лет получили в России широкое применение, а доля пищевых продуктов с подсластителями за последние 15 лет выросла на 30%. Активный рост данного рынка связан с преимуществами этого продукта, в первую очередь с тем, что он обладает значительно более высоким коэффициентом сладости, чем сахар. Искусственные подсластители, как правило, низкокалорийны, что расширяет область их использования в пищевой промышленности. Кроме того, употребление таких заменителей сахара не вызывает кариеса, что обуславливает их широкое применение при производстве фармацевтических препаратов.

Благодаря высокой сладости искусственные подсластители добавляются в продукцию в значительно меньших объемах, чем сахар. Таким образом, их использование дает производителям огромное преимущество, так как по вкусовым качествам продукция, изготовленная на основе искусственных заменителей сахара, не уступает продуктам, подслащенным сахаром, при этом снижаются расходы на транспортировку и хранение и ускоряются технологические процессы производства.

Искусственные подсластители широко применяются в производстве жевательной резинки, зубной пасты, йогуртов, мороженого, творожных продуктов, кондитерских и хлебобулочных изделий, соков, безалкогольных, слабоалкогольных и крепких алкогольных напитков, а также при консервации фруктов.

Искусственные подсластители, как правило, не содержат углеводы, поэтому они безопасны для диабетиков, снижают калорийность продуктов, одновременно усиливая и дополняя их вкусовые качества.

Необходимо отметить и недостатки этого продукта. При чрезмерном потреблении некоторых видов искусственных заменителей сахара могут возникнуть опасные для здоровья последствия, поэтому на их использование требуется специальное разрешение. Кроме того, сладость искусственных заменителей сахара варьируется и зависит от окружающей температуры и других факторов.

Интенсивные подсластители применяются в производстве молочных продуктов (йогуртов, мороженого, творожных продуктов и т.п.), хлебобулочных изделий, печенья, жевательной резинки, майонезов, кетчупов, соков, сухих, безалкогольных, слабоалкогольных и крепких напитков, при консервировании фруктов и овощей, то есть везде, где используют сахар. За последние 15 лет доля пищевых продуктов с подсластителями возросла на 27 %.

В технологическом процессе различают интенсивные подсластители двух типов: первичные и вторичные.

К первичным (базовым) относятся индивидуальные подсластители (сахарин, аспартам, цикламат, ацесульфам, сукралоза).

 Сахароза (свекловичный, тростниковый сахар). Очень распространен в природе. Получается из сахарной свеклы (содержание до 28% от сухого вещества) и сахарного тростника. Является невосстанавливающим сахаром, так как и кислородный мостик образован с участием обеих гликозидных гидроксильных групп:

Рис. 5. Молекула сахарозы

При гидролизе образует глюкозу и фруктозу. Фруктоза находится в сахарозе в фуранозной форме. В свободном состоянии она имеет пиранозную форму.

При гидролизе сахарозы, обладающей правым вращением, знак вращения меняется, так как образующаяся фруктоза значительно сильнее вращает влево, чем глюкоза вправо. Это явление называется инверсией, а полученная смесь – инвертным сахаром (искусственный мед).

Катализаторами инверсии являются ферменты и кислоты.

К вторичным подсластителям относятся смеси первичных. Как правило, все смеси готовятся на основе высококачественного сахарина, цикломата и аспартама. При смешении возможно проявление как "количественного", так и "качественного" синергетического эффекта. "Количественный" синергизм - это взаимное усиление сладости различных заменителей сахара. "Качественный" синергизм проявляется в улучшении вкуса при использовании нескольких заменителей сахара вместо одного.

Например, сладость ацесульфама чувствуется мгновенно, но недолго; сладость аспартама чувствуется не сразу, но держится долго. Меняя соотношение обоих веществ в смеси, ее вкус можно максимально приблизить к вкусу сахара.

Однако, смешивая их непосредственно на предприятии, изготовителям пищевой продукции не всегда (особенно при использовании сахарина и цикламатов) удается избавиться от неприятного привкуса и достичь оптимального соотношения между сладостью, ценой и технологическими характеристиками. Поэтому производители продуктов питания во всем мире, как правило, предпочитают покупать готовые смеси заменителей сахара, в которых эти проблемы уже решены.

Популярность сахарозаменителей растет быстрыми темпами. В настоящее время количество людей, пользующихся заменителями сахара, возрастает ежегодно на 5-6%.

Глюкоза применяется не только в качестве заменителя сахара, но и как улучшитель вкуса и товарного вида пищевых продуктов. В кондитерской промышленности глюкозу употребляют для изготовления мягких конфет, пралине, десертных сортов шоколада, вафель, тортов, диетических и других изделий.

Так как глюкоза не маскирует аромата и вкуса, она широко используется при производстве фруктовых консервов, замороженных фруктов, мороженого, алкогольных и безалкогольных напитков. Применение глюкозы в хлебопечении улучшает условия брожения, способствует образованию красивой золотисто-коричневой корки, равномерной пористости и хорошего вкуса. Кристаллическую глюкозу целесообразно использовать для питания больных, раненых, выздоравливающих и людей, работающих с большими перегрузками.

В последние десятилетия большое распространение получило производство глюкозно-фруктозных сиропов (ГФС). Получаемая при этом глюкоза частично превращается затем во фруктозу, при этом может достигаться разное соотношение глюкозы и фруктозы. Теоретически первоначальный выход глюкозы составляет 97 частей на 100 частей крахмала. Техническую глюкозу вырабатывают в небольших количествах кислотным гидролизом низкокачественного картофельного, кукурузного или другого зернового крахмала, предназначенного для технических целей.

Если взять раствор, содержащий сахарозу и глюкозу в соотношении 10:1, то путем сгущения его и последующего быстрого охлаждения можно получить белоснежную массу - помадный сахар. При высушивании этой массы получают порошкообразный помадный сахар, состоящий из мелких кристаллов сахарозы и инвертного сахара. При смешивании порошкообразного сахара с водой образуется паста. Помадный сахар находит всё большее распространение в кондитерской промышленности при производстве шоколада, начинок для мягких конфет и пр.

Фруктоза (фруктовый сахар) является самой сладкой представительницей природных сахаров, сладость её составляет 1,73. Поскольку растворы фруктозы оказывают левовращающее действие на поляризованный свет, её еще называют левулезой.

При обмене веществ в организме человека фруктоза, наряду с сахарозой, является источником энергии. По калорийности равная сахарозе, фруктоза эффективно усваивается человеческим организмом и может быть использована диабетиками в качестве ежедневного компонента пищи в пределах 0,5-1 г на 1 кг массы человека за исключением крайне редко встречающихся случаев наследственной невосприимчивости к фруктозе. Применение фруктозы больными сахарным диабетом позволяет снизить дозы принимаемого ими инсулина.

Исследования показали полезность фруктозы для здоровых людей в проявлении тонизирующего эффекта, а также для людей, имеющих большую физическую нагрузку. После приёма фруктозы при физической нагрузке потеря мышечного гликогена (источника энергии для организма) наполовину меньше, чем после глюкозы. Поэтому продукты с фруктозой имеют большую популярность среди спортсменов, водителей автомобилей и т.д. Хорошо влияет на метаболизм (расщепление) алкоголя.

В мире насчитывается более 20 предприятий по производству фруктозы, из них большинство размещены в Европе и в Китае. Мировое производство кристаллической фруктозы составляет около 150 тыс. т в год.

Благодаря повышенной по сравнению с сахарозой степенью сладости фруктозу используют в кондитерской промышленности, при приготовлении продуктов детского питания, при изготовлении ряда медицинских препаратов. Гигроскопичность фруктозы позволила рекомендовать её при изготовлении хлебобулочных изделий (предохраняет их от быстрого очерствения), при приготовлении соков, варенья, десертов, так как фруктоза лучше других сахаров способна подчеркивать собственный аромат плодов, фруктов и ягод. Однако гигроскопичность фруктозы приводит к повышенным требованиям к упаковочным материалам для продуктов, содержащих фруктозу. В отдельных случаях её присутствие может усилить горький вкус низкокачественного кофе, компонентов какао.

Прежде относительно чистую фруктозу выделяли довольно сложным путем из инулина - полисахарида растительного происхождения, которого достаточно много содержится в земляной груше (топинамбуре) и в клубнях георгина. В настоящее время сырьем для получения фруктозы служит любой сахарный раствор с высоким содержанием фруктозы, особенно глюкозно-фруктозные сиропы (ГФС), получаемые гидролизом крахмалсодержащего сырья.

Еще в середине прошлого столетия предпринимались попытки получения кристаллической фруктозы непосредственно из сахарозы, но далее лабораторных опытов это не пошло. Получение фруктозы путем гидролиза сахарозы в промышленных масштабах стало возможным благодаря применению ионнообменной технологии, разработанной финской фирмой "Суомен Сокери". В зависимости от технологической схемы для получения 1 кг кристаллической фруктозы по этому методу необходимо 2,1 или 1,5 кг сахарозы.

Важным свойством фруктозы является её синергическая способность в смеси с другими синтетическим заменителями сахара (подсластителями) создавать заменителей сахара высокой степени сладости (синергия - комбинированное воздействие нескольких веществ, характеризующееся тем, что превышает действие, оказываемое каждым компонентом в отдельности). Например, сладость смеси из 99,7 % фруктозы и 0,3 % сахарина в 3-4 раза выше сладости сахарозы. Сладость смеси из трети фруктозы и двух третей сахарозы равна сладости фруктозы, что позволяет уменьшать расход сахарозы при приготовлении различных продуктов.

На основе фруктозы получают различные патоки, искусственный мед, начинки, напитки, мороженое, консервы. Создана смесь фруктозы и витамина С - фруктовит, 40 г которого заменяют почти 70 г сахарозы.

Итак, в ходе эксперимента мы выяснили, что фруктоза – это изомер глюкозы, содержится вместе с глюкозой в сладких плодах и меде. Она слаще глюкозы и сахарозы.

Из гексоз наибольшее значение имеют глюкоза (виноградный сахар) и фруктоза (фруктовый сахар). Глюкоза - представитель альдоз, фруктоза - кетоз. Глюкоза и фруктоза - изомеры (имеют одну и ту же молекулярную формулу, но различное строение).

Молекулы глюкозы

Обычно для изображения изомеров моноз используют проекционные формулы Фишера. Этот метод позволяет представить различное положение атомов водорода и гидроксильных групп в пространстве относительно углеродной цепи. Молекулы глюкозы и фруктозы при таком изображении имеют следующий вид:

Рис. 6. Молекулы глюкозы и фруктозы

Физические свойства фруктозы:

Фруктоза образует безводные кристаллы в виде игл, температура плавления 102-105 °С. Молекулярный вес 180,16; удельный вес 1,60 г/см3; калорийная ценность примерно та же, что и у других сахаров, т.е. около 4 ккал на 1 г. Фруктозе свойственна некоторая гигроскопичность.

Концентрированные растворы  фруктозы сохраняют влагу.

Мы выяснили, что фруктоза легко растворима в воде и спирте. При 20°С насыщенный раствор фруктозы имеет концентрацию в 78,9%, насыщенный раствор сахарозы – 67,1%, а насыщенный раствор глюкозы – только 47,2%. Фруктоза имеет левовращающее влияние на поляризованный свет (откуда одно из названий «левулоза»); удельное вращение – 930. Вязкость растворов фруктозы ниже вязкости растворов сахарозы и глюкозы.

Химические свойства фруктозы:

С химической точки зрения фруктоза ведет себя в принципе, как нормальный редуцирующий сахар. Типичная реакция с аминогруппами, известная под названием реакции Майяра, протекает сравнительно активно. Фруктоза, подобно глюкозе, преобразуется при нагревании с кислотами.

Органолептические свойства фруктозы:

В зависимости от условий, фруктоза может быть Вв 1,5 –1,8 раз слаще сахарозы. В слабокислотном растворе, при температуре ниже 100°С, фруктоза почти в два раза слаще сахарозы. В более теплом растворе разница меньше, примерно 1,2. Относительная сладость разных сладких веществ:

Фруктоза  120-175

Сахароза, ксилит 100

Глюкоза  70

Сорбит  50-60

Маннит   40-50

Мальтоза  30

Лактоза  15

Так как фруктоза имеет еще приятный сладкий вкус, при ее применении количество необходимого сахара можно понизить на 30-50%. Это имеет решающее значение, когда речь идет о разных диетических и малокалорийных изделиях, при изготовлении которых фруктозой можно заменить искусственные сладкие вещества, часто оказывающие, по данным исследователей, отрицательное влияние на здоровье.

 Фруктоза обладает свойствами усиления определенных ароматов, в частности ягод и фруктов. По вкусу фруктоза не отличается от обыкновенного сахара и не имеет какого-либо привкуса.

Свойства фруктозы в пищевых продуктах:

Напитки.

Сахар добавляют в напитки лишь в целях подслащивания. Поэтому сахарозу в них можно легко заменить другими средствами подслащивания. Установлено, что особенно на так называемую относительную сладость фруктозы влияют кислота и температура напитка, а также употребляемая концентрация сахара. В слабокислых напитках сладость фруктозы сильнее, чем сладость того же количества сахарозы, а в кислых напитках значительной разницы не наблюдается. Фруктоза слаще в высоких концентрациях, чем в низких.

В горячие напитки фруктозы надо добавлять больше, чем сахарозы , поскольку степень сладости фруктозы снижается при повышении температуры раствора.

Смеси фруктозы и сахарина, а также фруктозы и цикламата, можно успешно применять в качестве малокалорийных подслащивающих средств. Когда лимонный прохладительный напиток подслащивается смесью фруктозы и сорбита, получается напиток , в котором не ощущается горький привкус сахарина. Калорийность такого напитка на 65% ниже калорийности сахарного напитка. В напитках – кола требуется меньше смеси фруктозы и сахарина, для того, чтобы достичь той же степени сладости, что отмечается в напитке, содержащем 10% сахарозы.

Такие напитки может включить в свою диету и больным сахарным диабетом. Идеальной считается смесь из сладких веществ половина которой состоит из калорийных средств подслащивания, а половина из синтетических.

Хлебобулочные изделия.

Влияние фруктозы на качественные свойства разнообразных кексов исследовано многими авторами. Если фруктозу добавляют в тесто в том же количестве, что и сахарозу, кекс на фруктозе всегда получается меньше по объему, чем кекс на сахарозе. Температура остудневания крахмала имеет большое значение в строении кекса. По строению лучший кекс получается, когда температура остудневания крахмала равняется 87,5-92С. В этом случае кекс содержит 56% сахарозы и 68% фруктозы. Разнообразное влияние разных сахаров следует учесть при применении традиционных рецептов в изготовлении хлебобулочных изделий на основе новых подслащивающих средств.

Самая значительная разница, однако, наблюдается в цвете: кекс на фруктозе более румянится.

Если кекс на фруктозе выпекают при той же температуре, как и кекс на сахарозе, его следует вынуть из духовки раньше, чтобы он не подгорел. Хорошо выпеченный кекс на фруктозе всегда получается более румяным, чем кекс на сахарозе. Хотя степень сладости фруктозы в водных растворах гораздо сильнее, чем сахарозы, в кексах разницы в сладости не наблюдается.
В печенье сладость сахарозы выше, чем сладость фруктозы. Это объясняется активным участием фруктозы в реакции Майяра и потерей некоторой доли сладости. Печенье отличается также по своему строению. Для печенья на фруктозе характерна некоторая вязкость, а печенье на сахарозе по строению рассыпчатое. Упакованное в полиэтиленовую пленку печенье на фруктозе сохраняется влажным и мягким в течение нескольких недель, поскольку фруктоза обладает выраженной гигроскопичностью.

При выпечке с дрожжами фруктоза ведет себя как сахароза, поскольку дрожжи способны использовать фруктозу как и сахарозу в качестве источника энергии.

Варенье и джем.

При изготовлении клубничного варенья фруктоза ведет себя почти как сахароза.

Однако при хранении цвет варенья на фруктозе, ухудшается быстрее. Строение джема на фруктозе и сахарозе одинаковое. С помощью фруктозы, однако, можно получить более крепкий джем, поскольку фруктозе свойственно укреплять смесь с повышением ее концентрации, а сахароза достигнет максимальной прочности при концентрации 60% сахара.

Мороженое.

Сахар оказывает большое влияние и на строение, и на плавление мороженого. Чем больше сахара, тем ниже падает точка плавления. На плавление мороженого влияет также молекулярный вес употребляемого сахара, и вследствие этого фруктоза (М=180) снижает точку плавления больше, чем сахароза (М=342).

Мороженое на фруктозе по строению и вкусу не отличается от мороженого на сахарозе. После трехмесячного хранения при температуре –25°С плавление мороженого на фруктозе можно было считать удовлетворительным, в то время как плавление мороженого на сахарозе не отвечало требованиям.

Йогурт.

Установлено, что в йогурте фруктоза слаще сахарозы. В общем вкус йогурта на фруктозе свежее и лучше, чем на сахарозе и даже улучшается во время хранения. Строение и качество их одинаковы. Полученные результаты подтверждают, что самая лучшая область применения фруктозы – слабокислые холодные продукты, содержание сахара в которых не очень высокое.

Шоколад и сладости.

Поскольку фруктоза обладает антикариогенными свойствами, ее стоит применять именно в сладостях. В этих продуктах возможно заменить сахарозу или жидкий сахар фруктозой. При изготовлении шоколада на фруктозе приходится сталкиваться с трудностями, в связи с большей гигроскопичностью фруктозы и ее свойством реагировать с другими веществами.

Кристаллы фруктозы легче крошатся в порошок, чем кристаллы сахарозы. Гигроскопичность фруктозы приводит к тому, что ее кристаллы, имеют тенденцию к агломерации. При вальцировании шоколадной массы следует соблюдать определенную температуру (40°С), избежать агломерации кристаллов. Химические реакции фруктозы с другими веществами часто осуществляются при процессе вальцирования. Процесс следует выполнять как можно быстрее, чтобы фруктоза не успела впитать в себя влагу и, чтобы кристаллы не соединились.

Формула глюкозы C6H12O6.

Глюкоза — моносахарид, одна из восьми изомерных альдогексоз. Молярная масса 180 г/моль. Глюкоза в виде D-формы (декстоза, виноградный сахар) является самым распространённым углеводом. D-глюкоза (обычно её называют просто глюкозой) встречается в свободном виде и в виде олигосахаридов (тростниковый сахар, молочный сахар), полисахаридов (крахмал, гликоген, целлюлоза, декстран), гликозидов и других производных. В свободном виде D-глюкоза содержится в плодах, цветах и других органах растений, а также в животных тканях (в крови, мозгу и др.). D-глюкоза является важнейшим источником энергии в организмах животных и микроорганизмов. Как и другие моносахариды D-глюкоза образует несколько форм. Кристаллическая D-глюкоза получена в 2-х формах: a -D-глюкоза и b -D-глюкоза.

a -D-глюкоза:

tпл 146° С [a ]D= + 112,2° (в воде), кристаллизируется из воды в виде моногидрата с tпл 83°С.

b -D-глюкоза:

Получают кристаллизацией D-глюкозы из пиридина и некоторых других растворов. tпл 148-150° С, [a ]D= + 18,9° (в воде).

В водном растворе устанавливается равновесие между несколькими взаимопревращающимися формами D- глюкозы: a - и b -пиранозными, a - и b - фуранозными, открытой альдегидной и гидратной формой. В равновесной системе в воде [a ]D= + 52,7°.

L-глюкоза:

L-глюкоза получена синтетически, восстановлением лактона L –глюконовой кислоты. a -L-глюкоза — кристаллы tпл 142-143° С [a ]D= - 95,5° (в воде) и - 51,4° (равновесная система в воде). Химические свойства L- глюкозы такие же, как у D-глюкозы.

Нахождение в природе.

В особом виде глюкоза содержится почти во всех органах зелёных растений.

Особенно её много в виноградном соке, поэтому глюкозу иногда называют виноградным сахаром. Мёд в основном состоит из смеси глюкозы с фруктозой.

В организме человека глюкоза содержится в мышцах, в крови (0.1 - 0.12%) и служит основным источником энергии для клеток и тканей организма.

Повышение концентрации глюкозы в крови приводит к усилению выработки гормона поджелудочной железы — инсулина, уменьшающего содержание этого углевода в крови. Химическая энергия питательных веществ, поступающих в организм, заключена в ковалентных связях между атомами. В глюкозе количество потенциальной энергии составляет 2800 кДж на 1 моль (то есть на 180 грамм).

Получение.

Глюкоза может быть получена гидролизом природных веществ, в состав которых она входит. В производстве её получают гидролизом картофельного и кукурузного крахмала кислотами.

H2SO4, t (C6H10O5) n + nH2O ѕ ѕ ® nC6H12O6

Полные синтезы глюкозы, осуществлённые, исходя из диброма кролеина, а также из глицеринового альдегида и диоксиацетона, имеют лишь теоретический интерес.

В природе глюкоза наряду с другими углеводами образуется в результате реакции фотосинтеза:

хлорофилл 6CO2 + 6H2O ѕ ѕ ѕ ® C6H12O6 + 6O2-Q

В процессе этой реакции аккумулируется энергия Солнца.

Применение.

Глюкоза является ценным питательным продуктом. В организме она подвергается сложным биохимическим превращениям в результате которых образуется диоксид углерода и вода, при это выделяется энергия согласно итоговому уравнению:

C6H12O6 + 6O2 ѕ ® 6H2O + 6CO2 + 2800 кДж

Этот процесс протекает ступенчато, и поэтому энергия выделяется медленно.

Глюкоза также участвует во втором этапе энергетического обмена животной клетки (расщепление глюкозы) . Суммарное уравнение выглядит так:

C6H12O6+2H3PO4 + 2АДФ ѕ ® 2C3H6O3 + 2АТФ + 2H2O

Так как глюкоза легко усваивается организмом, её используют в медицине в качестве укрепляющего лечебного средства при явлениях сердечной слабости, шоке, она входит в состав кровозаменяющих и противошоковых жидкостей. Широко применяют глюкозу в кондитерском деле (изготовление мармелада, карамели, пряников и т.д.), в текстильной промышленности в качестве восстановителя, в качестве исходного продукта при производстве аскорбиновых и гликоновых кислот, для синтеза ряда производных сахаров и т.д. Большое значение имеют процессы брожения глюкозы. Так, например, при квашении капусты, огурцов, молока происходит молочнокислое брожение глюкозы, так же как и при силосовании кормов.

Если подвергаемая силосованию масса недостаточно уплотнена, то под влиянием проникшего воздуха происходит маслянокислое брожение и корм становится непригоден к применению.

На практике используется также спиртовое брожение глюкозы, например при производстве пива.

Физические свойства.

Глюкоза — бесцветное кристаллическое вещество со сладким вкусом, хорошо растворимое в воде. Из водного раствора она выделяется в виде кристаллогидрата:

C6H12O6 · H2O. По сравнению со свекловичным сахаром она менее сладкая.

Химические свойства.

Глюкоза обладает химическими свойствами, характерными для спиртов и альдегидов. Кроме того, она обладает и некоторыми специфическими свойствами:

Свойства, обусловленные наличием в молекуле гидроксильных групп альдегидной группы

1. Реагирует с карбоновыми кислотами с образованием сложных эфиров (пять гидроксильных групп глюкозы вступают в реакцию с кислотами).

2. Реагирует с оксидом серебра (I) в аммиачном растворе (реакция “серебряного зеркала”):

CH2OH(CHOH) 4-COH + Ag2O® CH2OH(CHOH) 4-CO2H + 2AgЇ

Глюкоза способна подвергаться брожению:

а) спиртовое брожение C6H12O6®2CH3-CH2OH+ CO2

б) молочнокислое брожение C6H12O6® 2CH3-CHOH-COOH молочная кислота:

1. Как многоатомный спирт реагирует с гидроксидом меди (II) c образованием алкоголята меди (II)

2. Окисляется гидроксидом меди (II) (с выпадением красного осадка).

Под действием восстановителей превращается в шестиатомный спирт

в) маслянокислое брожение C6H12O6® C3H7COOH + 2H2 + 2CO2 масляная кислота

D-глюкоза даёт общие реакции на альдозы, она является восстанавливающим сахаром, образует ряд производных за счёт альдегидной группы (фенилгидразон, n-бромфенилгидразон и др.).

Озазон глюкозы идентичен озанону маннозы, которая является эпимером глюкозы, и озазону фруктозы. При восстановлении глюкозы образуется шестиатомный спирт сорбит; при окислении альдегидной группы глюкозы — одноосновная D- глюконовая кислота, при дальнейшем окислении — двухосновная D-сахарная кислота. При окислении только вторичной спиртовой группы глюкозы (при условии защиты альдегидной группы) образуется D-глюкуроновая кислота. Образование D-глюкуроновой кислоты из D-глюкозы может происходить при действии ферментов оксидаз или дегидрогеназ глюкозы. При пиролизе D-глюкозы образуются гликозаны: a -гликозан и левоглюкозан (b -глюкозан) .

Далее рассмотрим:

1) Строение глюкозы и фруктозы и их реакции их;

2) Общие формулы глюкозоподобных веществ и стереохимические отношения;

3) Описание триоз, пентоз и гексоз — глюкозы, фруктозы;

4) Синтез Э. Фишера глюкозы, фруктозы и их оптических антиподов и i-изомеров.

Глюкоза и фруктоза одновременно возникают из тростникового сахара при его инверсии, а именно, например, при кипячении раствора его с слабой серной кислотой:

C11H22O11 + Н2О = с6h12o6 + С6Н12O6.

Происходит гидролиз: частица тростникового сахара, присоединяя частицу воды, распадается на частицу глюкозы и частицу фруктозы. Все природные глюкозоподобные вещества могут быть получены при гидролизе более сложных соединений, находящихся преимущественно в растениях, например тростникового сахара, крахмала, клетчатки, различных камедей, или гумми и т. п.; потому глюкозы называются моносахаридами, а вещества, из которых они получаются при инверсии — бисахаридами, трисахаридами и т. д. Глюкозы называют также сахаромонозами и просто сахарами, а тростниковый сахар служит представителем сахаробиоз. Формулы глюкозы и фруктозы в обычном структурном смысле таковы:

I. CH2 (OH).[СН(ОН)] 4 .СОН

II. СН 2 (ОН).[СН(ОН)] 3.СО.СН 2 (ОН).

Глюкозы есть альдегид, а фруктоза — кетон предельного, шестиатомного спирта с нормальным углеродным ядром. Следующие превращения побудили принять эти формулы: а) глюкозы и фруктоза присоединяют водород при действии амальгамы натрия на водные растворы их, превращаясь в предельные шестиатомные спирты С 6 Н 14 О 6. б) глюкозы и фруктоза присоединяют цианистый водород CNH (реакция Килиани), образуя нитрилы C7H13O6N; эти переводятся затем в одноосновные гексаоксикислоты, которые при нагревании с концентрированной йодисто-водородной кислотой и с красным фосфором превращаются в гептиловые кислоты: из глюкозы получается нормальная гептиловая кислота:

СН 3.СН 2.СН 2.СH 2.СН 2.СН 2.СО 2H,

а из фруктозы — бутилметилуксусная:

(СН 3.СН2.СН2.СН2).СН(СО2Н).СН3.

в) глюкозы и фруктоза с фенилгидразином, а также и с гидроксиламином и анилином, вступают во взаимодействие по одному типу, образуя фенилгидразиды, оксимы и анилиды. Реакция с фенилгидразином выражается так:

C6H12O6 + N2H3.С6H5 = C6H12O5(N2 H.С 6H5) + H2O.

Остаток фенилгидразина встает на место альдегидного или кетонного кислорода; получающиеся при этом фенилгидразиды, так называемые гидразоны глюкозы и фруктозы, изомерны, что и показывают следующие формулы:

СН 2 (ОН).[СН(ОН)] 4.С(N 2H.C6H5)H = C12H18O5N2

СH 2 (ОН).[СН(ОН)] 3.С(N 2 H.С 6H5).СН 2(ОН) = C 12H18O5N2.

При избытке фенилгидразина и при нагревании происходит следующая реакция:

С 6 Н 12 О 5(N2 H .С 6 Н 5) + N2H3.С 6H5 = C6H10O4(N2 H.С 6 Н 5)2 + H2O + H2.

Из образовавшегося в первый момент гидразона получается так называемый озазон глюкозы или фруктозы, С 11H22O4N4, вода и водород; последний по мере течения реакции действует на избыток фенилгидразина, превращая его в аммиак и анилин:

N2 Н 3.С 6 Н 5 + Н 2 = NH3 + C6H3.NH2.

Озазон получается один и тот же и из глюкозы, и из фруктозы; из этого следует, так как положение остатка фенилгидразина в обоих гидразонах определенное, что второй остаток фенилгидразина при образовании озазона из глюкозы соединяется со вторым углеродом (форм. I), соседним с альдегидной группой, а при образовании из фруктозы — с первым (форм. II), соответствующим углероду в альдегидной группе глюкозы:

CH2(OH).[CH(OH)]3.C(N2H.C6H3).C(N2H.C6H5)H.

Озазоны играют большую роль при изучении сахаров, для характеристики их и при выделении из смесей, потому что они хорошо кристаллизуются, в виде желтых иголочек, и мало растворимы; гидразоны иногда также удобны для этого. Образование озазонов, при чем происходят еще аммиак и анилин, можно считать самой характерной реакцией глюкозоподобных веществ; все другие реакции их, кроме способности разлагаться на спирт и СО 2 при брожении, свойственны веществам самых разнообразных функций; к тому же способность бродить под влиянием дрожжей обнаруживают далеко не все моносахариды. С дымящей соляной кислотой озазон реагирует так:

C18H22O4N4 + 2H2 O + 2НCl = C 6H10O6 + 2HCl.N2H3.C6H5.

Получается так называемый озон в растворе и хлористо-водородный фенилгидразин в осадке; оба остатка фенилгидразина в озазоне заменились двумя кислородами:

СН 2 (ОН).[СН(ОН)] 3.СО.СОН;

Оцон есть альдегидокетоноспирт. Оцоны важны при изучении сахаров тем, что при восстановлении (цинковая пыль и серная кислота) они переходят в сахар:

C6H10O6 + H2 = C6H12O6;

в данном случае восстановление приводит к фруктозе. Таким образом глюкозу через оцон можно превратить в фруктозу.

Такой же переход можно сделать через изоглюкозамин [Вещество изомерное с глюкозамином, получаемым из хитина (в оболочке омаров) при нагревании с крепкой соляной кислотой; глюкозанин с фенилгидразином дает озазон глюкозы, а с азотистой кислотой — правовращающую глюкозы, которая не однако способна бродить (Тиманн)], получающийся при восстановлении озазона, потому что изоглюкозамин с азотистой кислотой распадается на азот и фруктозу:

C6H1O5.NH2 + HNO2 = C6H12O6 + N2 + H2O.

г) Способность глюкозы и фруктозы восстановляться в спирты и образовать нитрилы и гидразоны объясняется присутствием в них альдегидного [Только неспособность окрашивать фуксиносернистую кислоту говорит за отсутствие в глюкозы альдегидной группы; но пока вообще неизвестно, как к этому реагенту относятся другие оксиальдегиды] или кетонного кислорода; при образовании озазонов имеет значение уже спиртовая группа; спиртовая натура глюкозы сказывается в их способности соединяться с основаниями, давать щелочные и щелочноземельные алкоголяты. Присутствие пяти спиртовых группировок дает им возможность образовать пятизамещенные эфиры с кислотами:

С6Н12О6 + 5R(ОН) = С6Н7R5О6 + 5Н2О,

где R означает кислотный радикал.

д) Способность восстановлять Фелингову жидкость, т. е. окись меди в щелочном растворе, объясняется одновременным присутствием спиртовой и кетонной или альдегидной группировок. Таким образом структурные формулы глюкозы и фруктозы можно считать доказанными. В природе существуют и получены синтетически еще многие вещества, обладающие свойствами глюкозы. Структурные формулы, им отвечающие, следующие:

А. СН 2 (ОН).[СН(ОН) n.СНО,

В. СН 2 (ОН).[СН(ОН)] n—1.СО.СН 2 (ОН).

При n = 4 формула А превращается в формулу глюкозы, а В — в формулу фруктозы. Величина n получила в настоящее время значение 1, 2 и т. д. до 7 включительно. А выражает строение альдоз, а В — кетоз; эти названия произошли от слов альдегид, кетон. При n = 1 в частице заключается три атома углерода, при n = 2 — четыре и т. д.; общие названия образующихся таким образом групп соединений следующие: триозы, тетрозы, пентозы, гексозы (сюда относится глюкозы и фруктоза), гептозы, октозы и нонозы.

Гексозы глюкозы (виноградный сахар или декстроза) в природе очень распространена. Она находится, частью в свободном виде, частью в соединении с другими моносахаридами, а также в виде глюкозидов, в меде, во многих плодах, в соке некоторых растений и корней, в зернах, клубнях и, наконец, в моче диабетиков, из которой кристаллизуется, в соединении с хлористым натрием, в виде (С6Н12О6)2.NaCl.H2O. Обыкновенно получают глюкозу из крахмала или тростникового сахара, удобно также пользоваться молочным сахаром. 25% раствор тростникового сахара нагревают до 50 — 55° с 2 — 3% прессованных дрожжей часа 2 — 3; происходит инверсия. При сгущении в пустоте из раствора получается кристаллическая масса; ее промывают разбавленным спиртом, уд. в. 0,830, и остаток растворяют в том же спирте; из раствора кристаллизуется затем глюкозу, которую нужно еще раз перекристаллизовать из метилового спирта. Водный спирт, промывавший глюкозу, содержит фруктозу, которая и может быть выделена из него (см. ниже). Если инверсия произведена при помощи кипячения с серной кислотой (что хуже, чем с дрожжами), то нужно прежде всего удалить эту баритом, а затем поступать так же, как выше. Удобно инвертировать также спиртовым раствором хлористого водорода при 45 — 50°. При фабричном приготовлении пользуются крахмалом, который при полной инверсии дает только одну глюкозу; так как полной инверсии при кипячении со слабой серной кислотой достигнуть здесь нельзя, то такая глюкозам не представляет собой чистого продукта. Из молочного сахара при инверсии получается глюкоза с галактозой (см. ниже); выпаренный раствор дает кристаллическую смесь, из которой глюкоза извлекается, метиловым спиртом. Глюкоза кристаллизуется из крепкого спирта и из водного раствора при 30° — 35° (при специальном производстве в виде кристаллической пыли или призмочек состава C6H12O6; температура плавления 146°; при обыкновенной температуре из водного раствора кристаллизуется гидрат C6H12O6 + H2O, температура плавления около 80°. Сладкий вкус глюкоза — слабее, чем тростникового сахара. Водный раствор вращает п. п. вправо [ α ]D = + 52,6°. Свежеприготовленный раствор проявляет оптическую деятельность почти вдвое сильнее; это — явление биротации; нагревание раствора или продолжительное стояние его при обыкновенной температуре уничтожает биротацию; если раствор приготовлен из расплавленной и охлажденной затем до обыкновенной температуры глюкоза, биротации не замечается. При нагревании до 170°, глюкоза, теряя воду, переходит в так называемый глюкозан,

С6Н12О6 — Н2О = С6Н10О5,

аморфное вещество, которое в водном растворе снова переходит в глюкозу. Глюконовая кислота (2 при n = 4), лактон которой C6H10O6 плавится при 130° — 135° и вращает п. п. вправо [ α ]D = + 68,2; в виде лактонокислоты плавится при 130° — 132° а вращает вправо, [ α ]D = 225°; сахарная кислота (3); при редукции глюкозы получается шестиатомный спирт сорбит (Meunier), стереоизомер маннита; сорбит при окислении дает снова глюкозу (Vincent и Delachanal). Гидразон глюкозы, бесцветные иглы, плавится при 144° — 145°; озазон, желтые иглы, плавятся при 204° — 205°.

Фруктоза (левулоза) встречается в меде и во многих плодах; образуется при окислении маннита хамелеоном или воздухом в присутствии платиновой черни вместе с маннозой (Горуп Безанец, который назвал полученную смесь маннитозой). Для получения чистой фруктозы обыкновенно пользуются инулином, который при кипячении с слабой серной кислотой, и даже просто водного раствора, целиком переходит в фруктозу. При испарении водного раствора в пустоте над серной кислотой получается сироп, который, после промывания абсолютным спиртом, превращается в кристаллическую массу; фруктоза плавится при 95° и начинает разлагаться при 100°. Из спиртового раствора, получающегося при обработке инвертированного тростникового сахара на глюкозу, фруктоза может быть выделена посредством порошка гашеной извести, с которой она образует труднорастворимое соединение С6Н12О6.Са(ОН)2; последнее, после промывки, разлагают щавелевой кислотой или углекислотой. Фруктоза слаще глюкозу, бродит труднее ее, восстановляет Фелингову жидкость слабее; вращает п. п. влево; величина вращения сильно меняется с температурой: [ α ]D (0°) = — 108,5°, [ α ]D (20°) = — 95,7°; этим пользуются для определения количества фруктозы в смесях с другими сахарами, потому что последние не обнаруживают такой изменчивости от температуры. Фруктоза, вращающая влево, получается из d-глюкозы. и d -маннита и при восстановлении дает d- маннит вместе с d -сорбитом; она принадлежит к группе d -соединений, а потому Э. Фишер называет ее d -фруктозой, что противоречит направлению ее оптической деятельности; фруктозу можно считать производным сахаром от d- глюкозы, а также от d- маннозы, а все производные необходимо обозначать значком исходного сахара; оптическая деятельность и других производных альдоз нередко обратна по направлению с оптическою деятельностью исходной альдозы; это имеет место при озазонах, анилидах и пр. Быть может, удобно было бы считать альдозы вообще основными сахарами, а кетозы производными. Фруктоза, как выше показано, есть кетоза; другая встречающаяся в природе кетоза — сорбиноза.

Сорбиноза (Шейблер, раньше называлась сорбином) получается из ягод рябины (Sorbus); она обладает очень сладким вкусом, хорошо кристаллизуется в виде ромбических плотных кристаллов состава С6Н12О6 + 1/2Н2О; вращает п. п. влево, [ α ]D = — 43,4°; по всем реакциям это одна из глюкоз, но не бродит. Ее должно считать стереоизомером d -фруктозы. При восстановлении дает сорбит, который при окислении дает Г. Озазон плавится при 164°.

В последние десятилетия в качестве заменителей сахара широко используются крахмальные сиропы и патоки.

Путем ферментативного гидролиза крахмал в крахмалосодержащем сырье (картофель, кукуруза, пшеница, сорго, ячмень, рис и т.д.) постадийно превращается вначале в глюкозу, а затем в смесь глюкозы и фруктозы. Процесс может быть прекращен на разных стадиях и поэтому можно получать глюкозно-фруктозные сиропы (ГФС) с различным соотношением глюкозы и фруктозы. При содержании в сиропе 42 % фруктозы - получается обычный ГФС, при повышении содержания фруктозы до 55-60 % - обогащенный, или ОГФС (сироп 2-го поколения), высокофруктозный сироп 3-го поколения содержит 90-95 % фруктозы.

В связи с тем, что такой сироп слаще сахара, он за рубежом постепенно вытесняет последний при применении в кондитерской, хлебопекарной и других отраслях пищевой промышленности, при производстве напитков. Мировой опыт показывает, что ГФС может заменить сахар: в кондитерских изделиях - около 20 %, в производстве мороженого - около 50 %, при выработке хлебобулочных изделий, плодоовощных консервов, безалкогольных напитков и виноградных вин, сгущенного молока - до 100 %.

 Так, кукурузные сиропы с высоким содержанием фруктозы можно использовать при производстве пшеничного хлеба, при этом хлеб дольше не черствеет и не отличается от обычно приготовленного по вкусу, однородности и цвету мякиша. При использовании ГФС долго сохраняется свежесть кондитерских изделий, в частности, мягких конфет, помады, зефира. При внесении в соки с мякотью 3-7 % ГФС повышается биологическая ценность соков при снижении расхода сахара на их производство. Применение высокофруктозного сиропа при производстве хлебобулочных изделий, сухих круп и приправ к салатам способствует снижению калорийности этих продуктов.

Высокая сладость и растворимость ГФС 3-го поколения позволяет получать ароматизированные концентрированные сиропы с более высоким коэффициентом разбавления, что повышает выход продукта, стойкость его при хранении и уменьшает стоимость транспортировки.

Глюкозно-фруктозные сиропы можно получать и из отходов переработки плодов и овощей, особенно эффективным сырьем служат виноградные выжимки, содержащие значительное количество сахаров - 9-11% . Путем экстракции и последующей концентрации можно получать ГФС, обогащенные биологически активными веществами, в том числе витаминами: тиамином и рибофлавином.

Таблица 1.

Химический состав глюкозного сиропа (ГС), полученного из зернового сырья.

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Массовая доля к абс.сухому веществу, % |
| Глюкоза | 94,62 |
| Олигосахариды | 2,66 |
| Белок | 1,13 |
| Жир | 0,75 |
| Зола | 0,51 |
| Витамины, мг/кг:тиамин (B1) | 2,72 |
| рибофлавин (B2) | 16,18 |
| никотиновая кислота (РР) | 4,25 |
| токоферол (Е) | 3,74 |

Мальтозная и глюкозно-мальтозная патоки являются новыми видами сахаристых продуктов из крахмала. Благодаря низкому содержанию глюкозы, мальтозная патока не кристаллизуется в процессе хранения, она малогигроскопична, что важно для кондитерской промышленности, так как требует меньшего количества добавляемого сахара. Мальтозная патока отвечает требованиям, предъявляемым к заменителям сахара при производстве продуктов детского питания, так как сахароза и глюкоза могут являться аллергенами. Низкоосахаренная патока широко применяется при производстве замороженных молочных изделий, мармеладов, а высокоосахаренная - в кондитерской, консервной и других отраслях.

Мальтозная и глюкозно-мальтозная патоки содержат большое количество сбраживаемых сахаров (соответственно до 65 % и свыше 70 %), что позволяет широко применять их в пивоварении, оказывая при этом положительное влияние на вкус и вязкость пива.

Глюкозно-мальтозная патока отличается наибольшей сладостью и наименьшей вязкостью, что позволяет вырабатывать её с высоким содержанием сухих веществ (до 83,5 %), при этом она не кристаллизуется в процессе хранения. Содержание глюкозы в ней не превышает 38 %, что позволяет применять её в качестве заменителя сахарозы в виноделии, хлебопечении, консервировании, при производстве напитков и т.д. Кроме того, глюкозно-мальтозную патоку можно использовать как готовый продукт для приготовления в домашних условиях вин, варенья, плодово-ягодных консервов, кваса, выпечки и пр.

Что касается сладости смесей.

Уровень сладости смеси, состоящей из двух заменителей сахара, часто оказывается выше или ниже уровня, вычисленного путем алгебраического сложения индивидуальной выраженности сладости каждого из этих заменителей сахара. Функция между выраженностью сладости и концентрацией не является линейной. Хорошим психофизическим методом для измерения выраженности сладости является оценка величины:

S= kcn

где: S - выраженность сладости

k - константа пропорциональности

с – молярность

n - экспонента

Значение n составляло приблизительно 1.3 для всех исследованных сахаров и менее 1.00 для сахарина и цикламата. Экспонента n является показателем степени повышения сладости с увеличением концентрации, а значение k-показателем относительной сладости сахаров. Приведем сравнение выраженности сладости нескольких заменителей сахара в концентрации 1,0 M по Московицу: сахароза — 3,20; фруктоза — 2,05; лактоза — 1,45; глюкоза — 1,00; маннит — 0.80; рибоза — 0.68; сорбит —0.53; глицерин — 0.37.

Если смешать растворы двух разных концентраций сахара и если их экспонента n=2, то:

St= k(C1+ С2)2

St= kC12+ kC22+ 2C1C2

С другой стороны, если бы индивидуальная сладость рассчитывалась и слагалась алгебраически, то результат был бы следующим:

S1= kCi2 S2= kC22

St= kCi2+ kCi2

Таким образом, ложное допущение о возможности простого суммирования приводит к тому, что общая сладость оказывается ниже фактической, которая отражена в значении 2С1С2.

Алгебраическое суммирование всегда приводит к ложному синергизму, если экспоненты заменителей сахара превышают единицу. Поскольку математическое выражение для смесей вкусовых качеств отличается сложностью, приближенное значение можно получить в том случае, если концентрацию одного из заменителей сахара привести в соответствие с концентрацией второго, а затем использовать сумму двух концентраций одного и того же подсластителя для определения эквивалентной сладости. Многие исследователи преобразовывают свои сахара в концентрации глюкозы с эквивалентной сладостью. Все рассмотренные выше случаи основывались на допущении, что оба подсластителя взаимодействуют с одними и теми же рецепторными участками. Электрофизиологические эксперименты показали, что это не всегда верно и что существует много других рецепторных участков сладости. В некоторых случаях истинный синергизм может иметь место при условии, что два разных подсластителя не конкурируют за один и тот же рецепторный участок. Однако максимальная сладость, которую можно достичь, в два раза ниже выраженности сладости, продуцируемой самой сладкой из двух выбранных молекул в смеси. Таким образом, синергизм вкусовых качеств в смесях может способствовать повышению сладости пищи, но смеси сахаров не могут стать новым эффективным подсластителем, который мог бы заменить, например, сахарин.

Теперь, что касается аспартама.

Аспартам - это низкокалорийный подсластитель приблизительно в 200 раз слаще сахара. Он усваивается организмом, но благодаря высокому коэффициенту сладости, используемое количество аспартама настолько незначительно, что его можно считать фактически свободным от калорий.

Состоит из двух аминокислот - аспарагиновой кислоты и фенилаланина, являющихся строительными "кирпичиками" белка. Аминокислоты, входящие в состав аспартама, имеются в природе в большинстве протеиносодержащих продуктов, включая мясо, молочные продукты и овощи.

Метаболизм: При пищеварении аспартам распадается на фенилаланин, аспарагиновую кислоту и небольшое количество метанола. Метанол находится в естественном виде в организме человека и во многих продуктах. Его количество в аспартаме незначительно по сравнению с тем, которое находится в продуктах. Например, томатный сок содержит в шесть раз больше метанола по сравнению с такой же порцией напитка, подслащенного аспартамом.

 Свойства: По вкусу очень близок к сахару. Усиливает и подчеркивает аромат натуральных фруктов, в особенности цитрусовых. Можно снизить количество калорий в напитках и продуктах за счет замены сахара аспартамом. Крошечное количество аспартама с 1/10 калории дает тот же самый уровень сладости как чайная ложка сахара с 16 калориями. Не вызывает кариеса зубов.

 Аспартам используют для подслащивания различных продуктов, напитков и в качестве столового подсластителя. В настоящее время его применяют в следующих широко известных продуктах:

 - газированные напитки

 - соки

 - пудинги, наполнители для тортов, желе

 - десерты и подливки

 - столовые подсластители (таблетки и порошки)

 - жевательные резинки

 - фруктовые соки

 - пастила

 - замороженные десерты

 - йогурты

 - джемы, мармелады

 - фармацевтика

 - горячий шоколад

 - завтраки из зерновых

 - кондитерские изделия

 - сухие напитки

 - мультивитамины

 - освежители рта

Аспартам является самой тщательно изученной пищевой добавкой, используемой в пищевых продуктах. Аспартам безопасен и одобрен для употребления в пищу диабетикам, беременным женщинам, кормящим матерям и детям. Аспартам был изучен и объявлен безопасным такими влиятельными организациями, как Европейская комиссия по продуктам питания (SCF), Объединенная экспертная комиссия по пищевым добавкам (JECFA) Всемирной организации здравоохранения (WHO), Управление по контролю за пищевыми продуктами и лекарствами в США (FDA), а также многими контролирующими организациями в более чем 90 стран по всему миру.

 Допустимая дневная доза (ADI) для аспартама была установлена в 40 мг на килограмм веса тела человека (JECFA).Данная норма ADI также одобрена и принята Минздравом Украины.

Ни Аспартам, ни его компоненты не накапливаются в организме. Белковые аминокислоты также как белки выделяют 4Ккал на 1г. Но, учитывая высокую сладоинтенсивность Аспартама, 16200 раз слаще сахара, калорийность Аспартама можно считать ничтожной.

Аспартам имеет вкус, аналогичный сахару. Усиливает вкус аромат цитрусовых и других фруктов. При всех его замечательных свойствах у аспартама есть два недостатка он не обладает хорошей растворимостью и не выдерживает высокой температуры. Это усложняет процесс приготовления напитков и ограничивает использование аспартама в таких областях как хлебопекарная и другие виды пищевой промышленности, где технологически требуется повышение температуры. Растворимость аспартама приблизительно 1%, и она увеличивается с повышением температуры, достигая примерно 5% при предельной (60°С). Распадаясь, аспартам остается совершенно безвредным. При продолжительном воздействии температуры выше 60°С компоненты аспартама разделяются, теряется часть сладости. Поэтому в некоторых рецептах его можно применять только на последних стадиях приготовления. Аспартам можно использовать при моментальной пастеризации, при быстром охлаждении. Максимальная устойчивость (25°С) достигается при рН 4.2.

Индивидуально Аспартам в основном применяется для подслащивания пищевых продуктов, например мороженного или кремов, которые не требуют тепловой обработки, а также продуктов лечебного назначения.

Для того чтобы охарактеризовать качество сладости аспартама, он был сопоставлен с сахаром и другими сахаристыми веществами. В результате этого, в отличие от других сахаристых веществ с высокой сладостью, сладость аспартама ближе всего к сладости сахара. При использовании смеси Аспартам + Ацесульфам нужно учитывать, что в напитках Аспартам лишь ограниченно стабилен. Поэтому иногда целесообразно, смесить соотношение заменителей сахара в сторону избытка Ацесульфама.

# 4. Описание аппаратурно-технологической схемы производства безалкогольных напитков

На технологической схеме изображено производство газированных безалкогольных напитков, в которой выделены следующие этапы производства.

1. *Приготовление воды.* Поступающую в производство воду подвергают очистке. Первое фильтрование воды проводят в песочных фильтрах для грубой очистки. Осветленную воду умягчают натрийкатионитовым фильтре 25 и собирают в сборники 27. Из этого сборника воду насосом 28 подают через керамический патронный фильтр 29 и холодильник 30 на сатурирование (насыщение диоксидом углерода) и в котором смешивается вода с купажным сиропом. Для регенерации катионита используют солерастворитель 26 и сборник регенерирующего раствора 23. в аппарате 30 вода охлаждается до 4-7°С.
2. *Приготовление сахарного сиропа.* Для получения белого сахарного сиропа в сироповарочный аппарат 2 заливают рассчитанное количество подготовленной воды и начинают нагревать ее до кипения. При нагревании включают мешалку и в аппарат постепенно засыпают предварительно очищенный от посторонних примесей сахар из расчета 8,5 – 9 частей на 5 частей воды (по массе). Кипячение продолжается 25-30 мин при обязательном удалении образующейся пены. Для получения сиропа инвертного сахара после снижения температуры до 68-72°С в аппарат из мерника 3 добавляют раствор лимонной кислоты для инвертирования сахарозы и придания приятного вкуса. Затем горячий сироп сливают в сборник 4 (монжю). Из него горячий сироп под небольшим давлением, создаваемым диоксидом углерода, поступает через фильтр 5 в холодильник 6. Охлажденный сироп перекачивают для хранения в закрытые сборники 7. Содержание сахара в готовом сиропе 60-65% масс.
3. *Приготовление колера.* Колер, применяемый для окраски напитков от желтого до коричневого цвета, готовят путем нагревания сахара до 180-200°С. В колероварочный аппарат 1 вводят сахар и воду в количестве 1-2% к массе сахара, включают мешалку и систему обогревания аппарата. Температуру раствора постепенно (в течение 40 мин) доводят до 180°С, расплавленную массу уваривают в течение 90 мин. Из аппарата уваренная масса сливается в бак 22. Здесь охлажденный до 60-65°С карамельной массе добавляют горячею воду, доводя концентрацию сухих веществ до 70% масс. Затем через фильтр 20 колер перекачивают насосом 21 в сборник 19 на хранение. Из сборника раствор колера насосом или самотеком подается в предкупажные мерники 18.
4. *Приготовление купажного сиропа.* Купажный сироп представляет собой концентрированный раствор всех компонентов, составляющих вкусовую и ароматическую основу напитка. Его приготавливают периодическим способом. Компоненты смешивают в закрытом купажном аппарате 17, в который подают согласно рецептуре компонента в такой последовательности: сахарный сироп из сборников 7, плодово-ягодные соки, вина или настои из мерников 10, органических кислот из мерника 8, подсластитель из емкости 40, колер из мерников 18. Смесь тщательно перемешивают и в последнюю очередь вносят ароматические вещества из мерника 9. В периодическом процессе порошкообразный или гранулированный подсластитель добавляется с предварительным разведением или без него в емкость для приготовления сиропа после задачи в него раствора кислоты. В зависимости от используемого оборудования общее время растворения составляет 5-30 мин. При добавлении подсластителя в емкость для приготовления сиропа без его предварительного растворения необходимо следить за тем, чтобы порошок не прилипал к стенкам бака или валу мешалки. Если подсластитель предварительно разбавляется, то он может быть или полностью растворен в воде, или, что чаще имеет место, приготовлен в виде суспензии с концентрацией до 30%, после чего перелит в купажную емкость. Соки, вина и настои, имеющие осадки, при подаче их из емкости 12 в мерник 10 осветляют на фильтре 11. После смешивания всех компонентов в купажном аппарате 17 сироп насосом 16 перекачивают через фильтр 15 и холодильник 14 в напорные резервуары 13, снабженные рубашками для поддержания необходимой температуры купажного сиропа.

При употреблении свежих соков, недостаточно выдержанных морсов или нестандартных экстрактов, содержащих значительное избыточное количество белков или спирта, купажный сироп готовят горячим способом. Для этого в сироповарочном аппарате 2 варят белый сироп вместе с отфильтрованном соком или разбавленным экстрактом. Варка длится не более 20 мин., после чего горячую смесь фильтруют, охлаждают и подают в купажный аппарат 17. Для насыщения смешанного напитка диоксидом углерода используют автоматизированные установки непрерывного действия. Насыщение напитка диоксидом углерода проводят под избыточным давлением 0,3-0,6МПа до содержания диоксида углерода 4,5-6 г/дм. Из сатуратора 31 газированный напиток поступает в резервуар фасовочного автомата 34.

1. *Фасование напитков.* Напитки фасуют в бутылки в фасовочном цехе. Преформа поступает со склада в цех и загружается в бункер выдувной машины, оттуда поступает на транспортер выдувной машины 32. Транспортер подает преформу в штампы, где происходит выдув бутылки. ПЭТ бутылка по воздушному транспортеру с помощью вентиляторов проходит через УФ лампу 33 и направляется в фасовочный автомат 34. В фасовочном автомате 34 ПЭТ бутылка наполняется напитком. Заполненные ПЭТ бутылки укупориваются на автомате 35, далее ПЭТ бутылки по транспортеру поступают на полуавтомат 36 для обнаружения посторонних включений и недолива. После чего наклеивают этикетку в автомате 37. Далее ПЭТ бутылки поступают на упаковочный автомат 38, где они упаковываются полиэтиленовой пленкой. Затем готовые упаковки поступают на склад готовой продукции.

#  Заключение

В ходе работы были решены следующие задачи:

- изучена история появления заменителей сахара;

- рассмотрены виды заменителей сахара;

- выявлены полезные свойства и недостатки заменителей сахара;

В ходе эксперимента был изучен профиль сладости по сравнению к сахарозе, растворимость в воде, растворимость с органическими кислотами, образование осадков. А именно:

- изучены химические, физические свойства фруктозы, глюкозы и аспартама;

- рассмотрена растворимость фруктозы, глюкозы и аспартама в воде;

- раскрыта их растворимость с органическими кислотами;

- выявлено образование осадков фруктозы, глюкозы и аспартама.

Итак, сделаем краткие выводы: первым заменителем сахара стал сахарин, который был синтезирован в 1879 году русским эмигрантом Фальбергом.

Вторым синтетическим заменителем сахара стали натриевые и калиевые соли цикламовой кислоты, проще говоря, цикламаты.

Одним из самых популярных заменителей сахара считается аспартам, синтезированный в 70-х годах компанией "Monosanto". Сейчас на него приходится около 25% всей потребляемой "сладкой синтетики". Несмотря на такую распространенность, аспартам таит в себе потенциальную опасность. Проблема заключается в химическом строении этого вещества: оно состоит из двух аминокислот - фениланина и аспаргина, соединенных между собой молекулой метилового спирта. В процессе проводимых исследований метанол трансформировался в формальдегид, который является канцерогеном класса А. Так что специалисты не отрицают вероятных осложнений, связанных с употреблением больших доз этого сахарозаменителя. Кроме того, аспартам обвиняют во множестве других грехов.

Фруктоза относится к группе моносахаридов и является одним из самых важных природных сахаров.

Некоторые соединения фруктозы встречаются в виде природных продуктов. Наиболее важным среди них является сахароза, то есть обыкновенный сахар, молекулы которого состоят из одной молекулы фруктозы и одной молекулы глюкозы.

Фруктоза образует безводные кристаллы в виде игл, температура плавления 102-105°С. Молекуряный вес 180,16; удельный вес 1,60 г/см3; калорийная ценность примерно та же, что и других сахаров, 4 ккал на 1 г. Фруктозе свойственна некоторая гигроскопичность. Концентрированные составы фруктозы сохраняют влагу. Фруктоза легко растворима в воде и спирте. При 20°С насыщенный раствор фруктозы имеет концентрацию в 78,9%, насыщенный раствор сахарозы – 67,1%, а насыщенный раствор глюкозы – только 47,2 %. Вязкость растворов фруктозы ниже вязкости растворов сахарозы и глюкозы.

Фруктоза, которая долгое время была редким сладким вещество. Применялась только в фармакопейных препаратах или больными сахарным диабетом, за последние годы стала обыкновенным сырьем в пищевой промышленности. Фруктоза, являясь природным веществом, обладает многими положительными свойствами, которые можно использовать в производстве различных продуктов. Наиболее важными является высокая степень сладости, безопасность сточки зрения кариеса, отсутствие побочных явлений, отличительные особенности метаболизма, тонизирующий эффект, свойства подчеркивания ароматов и образования новых ароматических субстанций, хорошая растворимость и малая вязкость, влияние на метаболизм алкоголя и т. д. В настоящее время фруктоза используется при изготовлении лечебных препаратов и диетических продуктов.

Глюкоза имеет также название виноградный сахар, так как именно в винограде глюкоза содержится в значительном количестве в свободном виде. Она присутствует также в других плодах и ягодах, входит в состав пчелиного меда. В природе глюкоза встречается в составе сложных высокомолекулярных соединений, таких как крахмал, клетчатка и др. Наряду с фруктозой глюкоза является составной частью сахарозы. Сладость глюкозы равна 0,74.

Глюкоза - один из ключевых продуктов обмена веществ, обеспечивающих живые клетки энергией (в процессах дыхания, брожения, гликолиза), служит исходным продуктом биосинтеза многих веществ. У человека и животных постоянный уровень глюкозы в крови поддерживается путем синтеза и распада гликогена.

Глюкозу применяют не только в качестве заменителя сахара, но и как улучшитель вкуса и товарного вида пищевых продуктов. В кондитерской промышленности глюкозу употребляют для получения мягких конфет, десертных сортов шоколада, вафель, тортов, диетических и других изделий. Так как глюкоза не маскирует аромата и вкуса, ее широко используют при производстве фруктовых консервов, замороженных фруктов, мороженого, алкогольных и безалкогольных напитков. В хлебопечении глюкоза улучшает условия брожения, способствует образованию красивой золотисто-коричневой корки, равномерной пористости и хорошего вкуса.

#  Список литературы

1. Азрилевич М.Р. Заменители сахара // Пищевые ингредиенты. - 2003. - №2 - С. 42-45.
2. Валентас К.Дж., Ротштейн Э., Сингх Р.П. Пищевая инженерия. М: Профессия, 2004. – 368 с.
3. Голубев В.Н., Чичева-Филатова Л.В. Пищевые и биологически активные добавки. М.: Академия, 2004. – 400 с.
4. Дерканосова Н.М., Шеламова С.А., Абрамова И.Н. Диабетическое сахарное печенье. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. - №9. - С. 63-64.
5. Жехов А. Новые источники // Сахарная свекла. - 2003.- № 7.- С. 23.
6. Исупов В. П. Пищевые добавки и пряности. История, состав, применение. М.: ГИОРД, 2004. – 629 с.
7. Карнаушенко Л.И., Гордиенко Л.А., Коркач А.В. Влияние глюкозного сиропа на реологические свойства помадных конфет. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. - №5. - С.35-37.
8. Копачев В. В. Сахара и сахарозаменители. М.: Книга плюс, 2004. – 670 с.
9. Люк Э., Ягер М. Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применение. М.: ГИОРД, 2004. – 416 с.
10. Нечаев А.П. Пищевая химия. М.: ГИОРД, 2004. – 632 с.
11. Нечаев А.П.,Траубенберг С.Е.,Кочеткова А.А.,Колпакова В.В.,Витол И.С.,Кобелева И.Б. Пищевая химии. М: ГРИФ, 2004. – 640 с.
12. Нечаев А. П. Кочеткова А. А. Зайцев А. Н. Пищевые добавки. М.: Книга плюс, 2004. – 432 с.
13. Пульцин М.Н. Сласти и страсти: сахар и подсластители - вопросы и ответы. М.: Норма, 2004. – 114 с.
14. Ренсли Дж., и др. Пища и пищевые добавки. М.: ГИОРД, 2004. – 430 с.
15. Сарафанова Л. А. Применение пищевых добавок. Технические рекомендации.
16. Сарафанова Л. Пищевые добавки. М.: ГИОРД, 2004 – 522 с.
17. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий. Для предприятий общественного питания. Сост. Павлов А. В.
18. Скурихин И. М., Шатерников В. А. Как правильно питаться. М.: Агропромиздат, 2003. - 240 с.