

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**Воронежский государственный университет инженерных технологий**

**Кафедра технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и  
зернопродуктов**

**МБОУ лицей №4**

**Тема: «Хлеб для лечебного и профилактического питания.  
Применение пекарских порошков (химических разрыхлителей  
теста) для разрыхления теста»**

**Руководитель:**

учитель химии высшей КК

Шевченко Алла Вячеславовна

Воронеж 2015

## Содержание

Введение.....	3
Глава I. Хлеб для лечебного и профилактического питания.....	6
1.1. Содержание витаминов в хлебе.....	6
1.2. Специальные сорта хлеба, используемые в диетическом питании.....	8
1.3. Диетический хлеб лечебно-профилактического назначения из пророщенного зерна пшеницы.....	9
Глава II. Пекарский порошок, как ингредиент хлебопечения.....	11
2.1. Состав и свойства пекарских порошков.....	11
2.2. Разновидности разрыхлителей, особенности действия каждого из них	13
2.3. Разрыхлители теста различного назначения.....	24
2.4. Приготовление пекарских порошков в домашних условиях.....	29
Глава III. Технологические свойства и области применения различных разрыхлителей теста.....	32
3.1. Пищевая сода как разрыхлитель теста.....	32
3.2. Технология приготовления теста на химических разрыхлителях .....	34
Глава IV. Экспериментальная часть. Как выбрать разрыхлитель для теста?	35
4.1. Химический способ разрыхления теста .....	36
4.2. Чем заменить разрыхлитель для теста или домашний разрыхлитель.....	42
Заключение.....	45
Список использованной литературы.....	47
Приложение.....	48

## Введение

Десятки миллионов людей ежедневно едят хлеб. Для приготовления хлеба используется несколько компонентов, и главным из них является мука. Почти все хлебобулочные изделия выпекаются из дрожжевого теста. За счет образования в дрожжевом тесте газов приготовленные из него изделия получают пористыми. В качестве разрыхлителей теста в основном используются дрожжи и пекарские порошки.

Пекарский порошок — искусственный разрыхлитель теста, применяемый при выпечке хлеба и приготовлении кондитерских изделий без дрожжей. Пекарский порошок предназначен для разрыхления всех видов кондитерского теста. Он обеспечивает получение воздушной пористой структуры выпеченных полуфабрикатов.

Пекарские порошки вносятся вместе с мукой. Пекарский порошок содержит химический разрыхлитель бикарбонат (гидрокарбонат) натрия и компонент, который при смешивании порошка с водой действует как кислота. Углекислый газ образуется в результате взаимодействия бикарбоната натрия и кислотного компонента.

Тесто для некоторых изделий, таких, как бисквитный кекс, разрыхляется в основном воздухом, проникающим в жир или тесто во время замеса. Пекарский порошок применяют в кондитерском, иногда в хлебопекарном производстве при выработке изделий с высоким содержанием сахара и жира. Применение в этих условиях хлебопекарных дрожжей не представляется возможным, т.к. высокое осмотическое давление в среде с сахаром приводит к их плазмолизу.

Пекарский порошок позволяет облегчить и ускорить технологический процесс получения изделий гарантированно высокого качества. Использование разрыхлителей теста дает возможность

получения изделий с нужной скоростью поднятия теста и разнообразным размером и структурой пор.

Эффектом применения разрыхлителей является легкая, пористая структура продукта. Без применения разрыхлителей большинство печеных продуктов получались бы плоскими, с плотной вязкой консистенцией и неадекватным содержанием влаги, то есть текстура конечного продукта была бы далека от оптимальной.

Разрыхлитель и пекарский порошок равноценны, просто названия разные. И то, и другое — это искусственный разрыхлитель.

Известно, что в мире съедают более 9 000 000 буханок хлеба каждый день. Однако мало кто из нас знает о том, что даже наиболее привычный сорт хлеба может в один прекрасный день стать серьезной угрозой здоровью, если халатно отнестись к выбору этого продукта.

**Актуальность выбранной темы работы** объясняется следующим: основой рациона питания россиян издавна являлся хлеб: его ест ежедневно практически все население нашей страны. Хлеб и хлебобулочные изделия должны иметь равномерную тонкостенную пористость мякиша. Такая структура хлеба способствует эффективной работе пищеварительного тракта и наиболее полному смачиванию пищи пищеварительными соками. Разрыхление - это образование пористой структуры теста. Оно может осуществляться биологическим, механическим и химическим способами.

**Целью настоящей работы** было выявить целебные качества хлеба, предназначенного для лечебного и профилактического питания, а также изучить состав и свойства пекарских порошков как химических разрыхлителей теста, уточнить состав разрыхлителей, приготовленных в домашних условиях.

**Содержание поставленных задач:**

1. Изучить состав разрыхлителей, входящие в них химические соединения, которые используются для улучшения свойств теста, его поднятия.
2. Исследовать разрыхлители различных фирм и выбрать среди них те, которые лучше обеспечивают равномерный подъем теста, в результате чего выпеченные изделия имеют правильный размер и идеально ровную поверхность.
3. Рассмотреть состав пекарских порошков быстрого или замедленного действия.

**Объекты исследования:** хлебопечение, разрыхление теста.

**Предметы исследования:** хлеб для лечебного и профилактического питания; пекарский порошок (химический разрыхлитель).

**Методы исследования:**

1. Аналитический обзор достижений компетентных специалистов по теме исследования (поиск и систематизация информации).
2. Наблюдение.
3. Анализ.
4. Химический эксперимент.
5. Моделирование.

## **Глава I. Хлеб для лечебного и профилактического питания**

### **1.1. Содержание витаминов в хлебе**

Хлеб — пищевой продукт, вырабатываемый из муки с добавлением соли, воды и различных разрыхлителей. В диетическом питании используются различные сорта хлеба специального приготовления и назначения. Среди них наиболее известны «докторский» хлеб, приготовляемый из цельного зерна с высоким содержанием отрубистых, оболочечных и зародышевых частей; «ахлоридный» хлеб с минимальным содержанием солей, особенно хлорида натрия NaCl; «белковый» хлеб с повышенным содержанием белка и с пониженным содержанием углеводов.

Питательная ценность хлеба для организма человека достаточно велика. Необходимые микроэлементы, которые дает хлеб:

- Белок – 20%
- Тиамин (витамин В 1) – 26 %
- Ниацин (провитамин РР) - 24 %
- Рибофлавин (витамин В 2) – 14%
- Железо - 34 %
- Кальций - 17%

Для приготовления хлеба используется главным образом пшеничная и ржаная мука, реже кукурузная и ячменная. Для специальных видов хлеба и хлебобулочных изделий, кроме муки, воды и соли, используются сахар, молоко, масло, яйца, солод, вкусовые и ароматические вещества (тмин, ваниль, изюм, имбирь и др.).

Хлеб и хлебопродукты обеспечивают около одной трети суточной потребности в белке. По своему качеству белки хлеба несколько уступают животным белкам: в них недостаточно представлены некоторые незаменимые аминокислоты — лизин, триптофан, гистидин,

аргинин. Усвояемость белков хлеба колеблется от 62 до 90% в зависимости от сорта. Хлеб является одним из основных источников углеводов. При потреблении 500 г хлеба в сутки количество поступающих углеводов превышает 220 г.

Усвояемость углеводов хлеба велика и составляет 89—98%. С хлебом поступает значительное количество минеральных веществ, особенно калия, фосфора и железа. За счет хлеба и хлебопродуктов обеспечивается более 25% суточной потребности в калии и фосфоре и более половины суточной потребности в железе. Однако усвояемость некоторых из них, например фосфора, невысокая. Хлеб содержит витамины группы В.

Наиболее высокими биологическими свойствами отличается хлеб из муки, полученной из цельного зерна. По мере повышения сорта хлеб обедняется минеральными веществами и витаминами. Хлеб не приедается, хорошо усваивается и быстро создает чувство насыщения, обладает высокой пищевой и энергетической ценностью. Эти качества в целом определяют его ведущее место в питании населения большинства стран мира. Среднесуточное потребление хлеба человеком колеблется от 150 до 600 г и зависит как от национальных традиций и вкусовых привычек, так и от климатических и экономических условий. Пищевая и биологическая ценность хлеба определяется его химическим составом, помолом муки, технологией изготовления теста, характером добавляемых веществ и способом выпечки.

Хлеб обеспечивает ежедневное поступление в организм в среднем 25—35 г (5—7%) белка, 100—200 г углеводов, представленных преимущественно крахмалом (30—40%), почти 25% суточной потребности фосфолипидов и примерно треть энергетической ценности

суточного рациона. Чем тоньше помол и выше сорт муки, тем меньше в ней белков и особенно минеральных веществ, витаминов, клетчатки, т.е. меньше биологическая активность, больше крахмала и соответственно лучше перевариваемость и усвояемость изделий из нее. Выпеченный из муки грубого помола хлеб обеспечивает оптимальный витаминный состав и сбалансированное соотношение участвующих в кроветворении микроэлементов: железа, меди, марганца. Однако, несмотря на перечисленные положительные качества, такой хлеб имеет ограниченное применение вследствие раздражающего действия на секреторный аппарат и моторику кишечника.

## 1.2. Специальные сорта хлеба, используемые в диетическом питании

Для диетического питания выпускают специальные сорта хлеба с увеличенным или уменьшенным содержанием какого-либо компонента в зависимости от конкретной цели (таблица 1).  
Таблица 1. Специальные сорта хлеба, используемые в диетическом питании.

Наименование	Бархивинский и докторский	Безбелковый, бессолевой	Белково-пшеничный и белково-отрубный	Бессолевоый (ахлоридный)
Особенности состава	Включены дробленые или целые зерна	Уменьшено содержание натрия, клетчатки, витаминов, белков и увеличено количество жиров	Увеличено содержание белков до 23%, уменьшено количество	Содержание натрия хлорида доведено до 25 мг %

	пшеницы, повышенное содержание витаминов, клетчатки, минеральных веществ	и углеводов	углеводов до 23—16%, снижена энергетическая ценность	
Назначение	Атеросклероз, хронические запоры	Недостаточность почек, печени	Сахарный диабет, ожирение, необходимость ограничения углеводов	Гипертоническая болезнь, недостаточность кровообращения

Определенную роль в диетическом питании играют также булочки с пониженной кислотностью, применяемые при язвенной болезни, гастритах с повышенной секрецией; булочки с лецитином и хлебцы с отрубями, содержащие морскую капусту (атеросклероз болезни печени, недостаточность йода в организме), булочки с повышенной энергетической ценностью (туберкулез, истощение).

### **1.3. Диетический хлеб лечебно-профилактического назначения из пророщенного зерна пшеницы**

Вот перечень хлебобулочных изделий, которые должны быть использованы в составлении различных лечебно-профилактических диет. Хлеб бессолевой пшеничный белый или отрубной, подсушенный или выпеченный накануне; сухарики, несдобное печенье. Необходимо исключить: слойки, сдобу, свежий хлеб.

Только хлеб из целого пророщенного зерна пшеницы может по праву называться лечебным и нести пользу людям. Человек существо плодоядное. Природная пища человека — это сырые (не рафинированные) продукты. Чем питались наши предки? Для наших предков имел реальное высшее значение хлеб!

Современный хлеб - рафинированный продукт, совершенно лишен каких либо лечебных свойств. Продукты из белой муки высшего сорта — недавнее изобретение человека — «мертвый» продукт.

Все ценное, что есть в зернах, находится в зародыше и оболочке. Белая мука высшего сорта получается путем очистки зерна пшеницы от оболочки и зародыша. Таким образом, все ценное удаляется, а остается лишь мертвая часть, состоящая в основном из крахмала. Потом в муку добавляют искусственные витамины. Эта безжизненная часть зерна предусмотрена природой как строительный материал, своего рода бочка с жиром для зародыша. Питаться изделиями из белой муки высшего сорта — это все равно, что купить в магазине крахмал и наворачивать его ложкой за обедом. Печень засоряется мазутообразной массой, крахмал оседает в организме в виде слизи, стенки кишок забиваются налетом. Глаза не видят, как это происходит, зато они видят, как соблазнительно смотрятся продукты из белой муки.

Цельнозерновая, цельносмолотая мука и продукты из нее намного полезнее, чем хлеб и продукты из муки высшего сорта, потому что содержит зародыш и оболочки (клетчатку).

Диетологи считают прорастающие семена самой ценной пищей и относят их к биогенным продуктам питания - те, которые могут дать начало новой жизни.

Для производства диетического хлеба из пророщенного зерна пшеницы берут целое зерно и проращивают.

При прорастании зерна сложные запасные вещества расщепляются под действием ферментов самих семян на более простые и легко усваиваемые человеком (т. е. человек не растрчивает свои ферменты на переваривание этого продукта), происходит экономия жизненного ресурса человека. Крахмал распадается до простых сахаров, белки до низкомолекулярных соединений (пептидов и аминокислот), жиры — распадаясь образуют жирные кислоты. Значительно увеличивается количество клетчатки и витаминов-антиоксидантов, которые работают взаимосвязано, поддерживая и усиливая действие друг друга. Этот биосинтез «заказывает» зародыш, чтобы породить новую жизнь! Такое биологически активное зерно несет с собой огромный энергетический потенциал, в котором и нуждается человек.

## **Глава II. Пекарский порошок, как ингредиент хлебопечения**

### **2.1. Состав и свойства пекарских порошков**

Пекарский порошок, бакпульвер, — искусственный разрыхлитель теста. Это изобретение XX века. Он очень популярен в кулинарном деле стран Западной Европы, Америки и т. д. В состав пекарского порошка входят химические соединения, которые по отдельности используются для поднятия теста, улучшения его свойств и качеств. Ведь не секрет, что использование только соды часто делает ощутимым ее присутствие в выпечке.

В состав пекарского порошка входят: сода, углекислый аммоний и виннокаменная соль (кремортартар). Бытует мнение, что состав

пекарского порошка — коммерческая тайна фирм, производящих бакпульверы.

В качестве примера приводим один из составов бакпульвера, который дают справочные издания: 125 г двууглекислой соды, 20 г углекислого аммония, 250 г кремор-тартара (виннокаменная соль), 25 г рисовой муки. Муку либо другой продукт вводят в состав порошка, чтобы основные химические вещества не вступали в реакцию во время хранения.

Пекарский порошок, как ингредиент хлебопечения, был разработан в начале XX века. По мнению некоторых исследователей, его изобрёл в 1843 г. британец Альфред Бёрд. Аналогичную смесь продавали в XIX в. Юстус фон Либих и его американский студент Эбен Хорсфорд. Первый коммерчески успешный патент получил в 1903 г. немецкий аптекарь Август Откер, основатель всемирно известной группы Dr. Oetker (англ.)русск.. Пекарский порошок получил наибольшее распространение среди пекарей и кондитеров Европы и Северной Америки. Входит в состав рецептов многих кондитерских изделий и изделий из бездрожжевого теста, в основном — для быстрого приготовления.

Пекарский порошок представляет собой сухую смесь пищевых добавок — основных и кислых солей — с добавлением наполнителя, предотвращающего их взаимодействие до использования (введения в тесто).

Действие пекарского порошка основано на химической реакции, сопровождающейся выделением углекислого газа, который, образуя пузырьки, равномерно «поднимает» тесто, придавая изделиям рыхлость и пышность без постороннего привкуса соды (при условии правильного дозирования). Пекарский порошок с различным составом

ингредиентов выпускается многими производителями пищевых добавок и продаётся в готовом виде.

## **2.2. Разновидности разрыхлителей, особенности действия каждого из них**

Как происходит процесс рыхления теста при помощи пекарского порошка? Разрыхлитель для теста - это смесь соды и углекислого аммония, а также других компонентов, придающих тесту пышность. Сам процесс рыхления довольно прост. При воздействии тепла молекулы расширяются и начинают двигаться быстрее, и это самое расширение является основой для поднятия выпечки.

Как только под воздействием жара духовки начинают расширяться газы, они давят на влажные и гибкие стенки воздушных пузырей, заставляя их растягиваться, увеличиваясь в объеме. Поэтому, как только вы достали выпечку из духовки или аэрогриля, газы сразу испаряются или обратно возвращаются к своим размерам. И если структурные элементы – белки яиц и муки уже спели затвердеть, то выпечка не опадет. А вот продукты со слабой структурой белка, такие как суфле и непропеченные кексы сразу опадут, так как газы испарятся.

Пекарский порошок - это по сути та же пищевая сода, только в нее уже добавлена кислота ровно в том же количестве, чтоб ее сбалансировать. В 1 чайной ложке разрыхлителя содержится  $\frac{1}{4}$  чайной ложки соды (около 1г). Таким образом, сода в 4 раза сильнее, чем пекарский порошок. Разрыхлитель еще содержит крахмал, чтобы разделять 2 этих ингредиента, а также впитывать влагу, которая образовывается в процессе хранения порошка. Таким же образом, как и сода, разрыхлители начинают высвобождать углекислый газ во время попадания во влажную среду.

Еще важно понимать такой момент: разрыхлитель сам по себе не создает воздушных пузырьков в тесте. Углекислые газы, которые высвобождаются при нагревании, лишь увеличивает уже имеющиеся

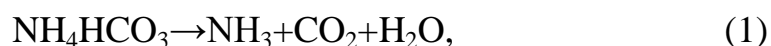
пузырьки. А это означает, что крайне важно изначально создать достаточное количество пузырьков воздуха в самом процессе за Для разрыхления теста используют четыре вида газов: углекислый газ, пары воды и/ или этанола, аммиак и воздух. Разумеется воздух представляет собой смесь различных газов и присутствует (используется) во всех выпеченных изделиях. Вода также присутствует во всех выпеченных изделиях, но ее разрыхляющая способность в большинстве случаев сильно ограничена, поскольку она имеет относительно высокую температуру кипения.

Пары воды оказываются эффективным разрыхлителем только в том случае, если продукт быстро нагревают (как, например, при изготовлении соленых крекеров). Углекислый газ можно получить в результате химической реакции бикарбоната или карбоната с кислотами, и разрыхление продуктов из мягкой пшеничной муки чаще всего осуществляется за счет такой химической реакции.

Источниками углекислого газа служат химические разрыхлители. Химические разрыхлители можно разделить на три группы: щелочные, щелочно-солевые и щелочно-кислотные.

Часто в качестве разрыхлителя используют только щелочные разрыхлители.

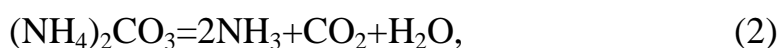
При нагревании гидрокарбонат аммония распадается, образуя три газа:



Гидрокарбонат аммония (соли углеаммонийные) можно использовать только в тех продуктах, в которых при выпечке содержание влаги понижается примерно до 5 %. Если в продукте

останется больше влаги, то в нем будет содержаться и аммиак, даже незначительное количество которого сделает продукт несъедобным, в связи с чем бикарбонат аммония используется ограничено (но довольно широко применяется в рецептурах сухого печенья и в некоторых продуктах типа закусочных крекеров). Преимущество этого вещества заключается в том, что после реакции не остается солей (последние влияют на вкусовые качества и/ или реологические свойства теста).

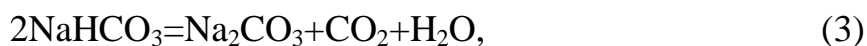
Аммоний углекислый  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  (иначе – аммоний углекислый кислый, карбонат аммония пищевой) представляет собой белое кристаллическое вещество. Он характеризуется острым запахом аммиака, который возникает из-за неустойчивости аммония углекислого на воздухе и медленного разложения при плюсовой температуре. При выпечке изделий с повышением температуры этот процесс усиливается, в результате образуются газообразные продукты – диоксид углерода и аммиак. Реакция разложения идет по уравнению:



Особенность этого вещества как химического разрыхлителя состоит в том, что при нагревании он разлагается целиком с образованием около 82% газообразных веществ ( $\text{CO}_2$  и  $\text{NH}_3$ ) и примерно 18% паров воды, то есть это вещество является более эффективным разрыхлителем, чем двууглекислый натрий. Аммоний углекислый содержит 28...35% аммиака. Одна часть его должна полностью растворяться в пяти частях воды.

Бикарбонат калия тоже является потенциальным источником углекислого газа для разрыхления, однако он обладает гигроскопичностью, а также придает изделиям горьковатый привкус.

Разрыхляющее действие гидрокарбоната натрия (пищевой соды, бикарбоната натрия, двууглекислый натрий) проявляется при нагревании, когда идет его разложение с выделением диоксида углерода по уравнению:

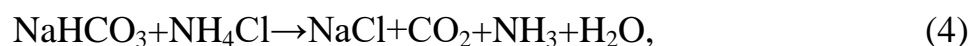


Двууглекислый натрий как разрыхлитель имеет ряд недостатков: реакция его разложения идет не до конца, поэтому выделяется только 50% содержащегося  $\text{CO}_2$ , идущего на разрыхления мучного полуфабриката. Остальная часть  $\text{CO}_2$  образует  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – щелочное соединение, которое окрашивает продукт в желтоватый цвет, придает мучным изделиям специфический (мыльный) щелочной вкус и способствует разрушению в них витаминов группы В.

Широкое применение пищевой соды объясняется многочисленными ее достоинствами, а именно: 1) она относительно дешева; 2) не токсична; 3) проста в использовании; 4) практически не придает привкуса конечному продукту; 5) сода промышленного производства почти не содержит посторонних примесей.

В качестве источника углекислого газа можно было бы использовать карбонат натрия, но это вещество не применяется из-за его высокой щелочности, в связи с которой возникает риск значительного повышения уровня pH, а это может сделать готовый продукт непригодным в пищу.

К щелочно-солевым разрыхлителям относится смесь двууглекислого натрия и нейтральных солей. Используют смесь из двууглекислого натрия и хлористого аммония. Реакция протекает по уравнению:



В результате реакции наряду с газообразными продуктами образуется поваренная соль, которая часто является компонентом рецептуры.

Чтобы понять принцип действия углекислого газа в качестве разрыхляющего вещества, следует ознакомиться с его химическими свойствами. Углекислый газ реагирует с водой, образуя углекислоту:



Углекислый газ может существовать как в виде свободного  $\text{CO}_2$ , так и в виде ионов двух типов:  $\text{HCO}_3^-$  или  $\text{CO}_3^{2-}$ . Относительное количество каждого из них определяется уровнем pH раствора и его температурой. При pH выше 8,0 разрыхляющий газ  $\text{CO}_2$  в системе отсутствует. Значение pH многих продуктов из муки мягких сортов пшеницы составляет около 7,0, а при таком значении только часть  $\text{CO}_2$  находится в газообразном состоянии.

Чтобы увеличить выход углекислого газа и регулировать интенсивность его образования, в тесто добавляются кислоты. При замесе плотного или жидкого теста гидрокарбонат натрия быстро растворяется в воде. При этом pH теста поднимается до таких значений, при которых углекислый газ не выделяется, и для образования достаточно большого количества газа тесто должно содержать кислоту. Источником кислоты могут служить разные ингредиенты. Наглядным примером являются кислые фрукты или пахта. Для сдобных хлебобулочных изделий хороший результат дает применение двууглекислого натрия; в рецептуру входят молочная сыворотка, сметана и другие кисломолочные продукты.

Если в рецепте нет естественного источника кислоты, то ее необходимо добавить. Нагревание  $\text{NaHCO}_3$  (соды) в водной системе приводит к перераспределению: около половины  $\text{CO}_2$  выделяется в виде газа, а оставшаяся часть участвует в образовании карбоната натрия.

К щелочно-кислотным разрыхлителям относится смесь двууглекислого натрия и кристаллических пищевых кислот или кислых солей их (иначе – кислых разрыхлителей). На практике используют пекарские порошки – смесь двууглекислого натрия и кислоты.

Двууглекислый натрий выделяет углекислый газ в результате термического разложения при  $90\text{ }^\circ\text{C}$ , но это слишком поздно, поскольку при этой температуре структура продукта уже стабилизируется и больше не способна расширяться. Имеется несколько подходящих пищевых кислот, которые реагируют с двууглекислым натрием с различной скоростью и образуют разные соли, остающиеся в готовом продукте.

Такой разрыхлитель состоит из смеси пищевой соды, одной или нескольких кислых солей и наполнителя. В соответствии с нормативами выход свободного углекислого газа при использовании разрыхлителя должен составлять не менее 12%; это требование фактически устанавливает обязательный уровень содержания соды.

Считается правильным такое соотношение кислоты и двууглекислого натрия, при котором реакция проходит полностью. Оно называется величиной нейтрализации. Доля кислоты (или кислот) зависит от ее (их) числа нейтрализации. В качестве инертного наполнителя обычно используется сухой крахмал. Наполнитель

обеспечивает физическое разделение частиц соды и кислоты, необходимое для того, чтобы не допустить их поврежденной реакции друг с другом.

Существуют пекарские порошки однократного или двойного действия. Разрыхлитель двойного действия содержит две кислоты, одна из которых вступает в реакцию (становится растворимой) при комнатной температуре, а другая – при нагревании. Количество кислоты, включаемое в рецептуру, зависит от количества соды и числа нейтрализации кислот. Поскольку кислоты используются в виде кислых солей, был разработан следующий способ определения числа нейтрализации.

$$\text{Число нейтрализации} = \text{масса NaHCO}_3 \times 100 / 100 \text{ г соли кислоты, (6)}$$

Обычно реакция, обеспечивающая разрыхление, не влияет на значение pH продукта, но несоблюдение требуемого количества кислоты приводит к изменению его свойств и вкуса.

Например, избыток соды обычно придает продукту мыльный привкус. Цвет многих продуктов также в значительной степени зависит от значения pH.

В хлебопекарной промышленности в качестве разрыхляющих веществ используется несколько видов кислот. Кислоты по скорости реагирования при разных температурах отличаются друг от друга. Свойства кислот, наиболее широко используемых для разрыхления, приведены в таблице 2.

Таблица 2. Свойства кислых солей, наиболее часто используемых в качестве разрыхлителей

Кислота	Формула	Число нетрализа- ции	Относительная скорость реакции
Винный камень (монокальцийтартрат)	$\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	45	1
Моногидрат монокальцийфосфата	$\text{CaH}_4(\text{PO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$	80	1
Безводный монокальцийфосфат	$\text{CaH}(\text{PO}_4)$	83,5	2
Кислый пиррофосфат натрия	$\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$	72	3
Натрийалюминийфосфат	$\text{NaH}_{14}\text{Al}_{13}(\text{PO}_4)_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	100	4
Натрийалюминийсульфат	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$	100	4
Дигидрат дикальцийфосфата	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	33	5[2]
Глюконо-δ-лактон	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_6$	50	...[3]

[1] 1 – реакционная способность при комнатной температуре, 5 – для проведения реакции требуется нагревание в печи.

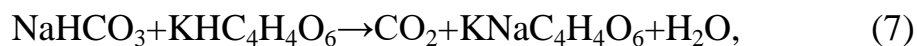
[2] Обычно реагирует слишком медленно, чтобы использоваться в качестве разрыхлителя; используется для регулирования конечного значения pH.

[3] Помимо температуры, скорость реакции зависит и от многих других факторов.

Первой солью, которую начали использовать в качестве разрыхлителя, стал винный камень (монокалиевая соль винной кислоты); это вещество является побочным продуктом

винодельческого производства. Винный камень легко вступает в реакцию при комнатной температуре.

При использовании битартрата калия (винного камня):



Поскольку стоимость этого вещества довольно высока, в настоящее время вместо него широко применяется монокальцийфосфат.

Монокальцийфосфат так же легко вступает в реакцию при комнатной температуре и широко используется в качестве быстродействующего компонента в составе разрыхлителей двойного действия.

На рынках представлено множество видов кислых пирофосфатов натрия (SAPP). Они отличаются друг от друга по скорости реакции, которая зависит от способа их получения. Кислые пирофосфаты натрия широко используются для производства консервированных «бисквитов», а также пончиков. При изготовлении этих изделий к разрыхлению предъявляются особые требования, которым соответствуют только кислые пирофосфаты натрия.

Основной проблемой, возникающей при их использовании, является послевкусие. Достаточно заметный «пирофосфатный» привкус бисквитов и пончиков возникает вследствие обменной реакции кальция, содержащегося в эмали зубов, и натрия, присутствующего в динатрийфосфате. Последний образуется в результате реакции разрыхления, то есть является результатом активности фермента, расщипляющего пирофосфат. Для ограничения влияния динатрийфосфата в состав пробовали добавлять кальций в различных

формах, но эти попытки позволили решить поставленную задачу лишь в некоторой степени.

Реакция бикарбоната натрия и пирофосфорнокислого натрия (кислый пирофосфат натрия) выглядит следующим образом:



Натрийалюминийфосфат (SALP) широко используется в качестве второй (реагирующей при повышенной температуре) кислоты в разрыхлителях двойного действия, а также в готовых полуфабрикатах для изготовления выпеченных изделий. Натрийалюминийфосфат не только является хорошим разрыхлителем, но и придает прочность готовой продукции (усиливается текстура мякиша).

Натрийалюминийсульфат (SAS) до появления на рынке SALP широко применялся в разрыхлителях в качестве второй кислоты, и в некоторых рецептурах он используется до сих пор. Основными проблемами при использовании SAS является то, что он ослабляет текстуру крошки и придает продукту слегка вяжущий привкус.

Дикальцийфосфат не является кислой солью, но все же и он может вступать в реакции, необходимые для разрыхления. При повышенных температурах он перераспределяется и дает кислую реакцию. Обычно это происходит при такой высокой температуре, что применение данной соли в качестве разрыхлителя не имеет смысла, но она позволяет регулировать pH конечного продукта.

Глюконо-δ-лактон является лактоном, который при гидролизе вырабатывает кислоту. Возможности его применения в хлебобулочных изделиях в некоторой степени ограничены, так как

гидролиз происходит в ходе довольно широкого температурного диапазона. Это вещество также может придавать продуктам слегка горький привкус. Главным достоинством глюконо- $\delta$ -лактона является то, что он, в отличие от других разрыхлителей, не образует нейтральных солей; основной его недостаток – довольно высокая стоимость.

Соли, образующиеся в результате реакции разрыхления, не только оказывают заметное влияние на интенсивность газообразования и количество выделяемого газа (а в некоторых случаях и на вкус продукта), но могут изменять и реологические свойства продукта.

Двух- и трехвалентные ионы увеличивают его упругость, тогда как сульфатные ионы ее уменьшают. Вероятно, эти ионы во взбитом жидком тесте обеспечивают «сшивку» с белками.

Может возникать проблема, например, когда нижняя корка бисквитных изделий отделяется после выпечки, мякиш – малопористый. В этом случае, используемая кислота действует слишком быстро, рекомендуется ее заменить на более медленную.

Скорость реакции разрыхлителя можно также регулировать, используя кислоту или двууглекислый натрий с более крупными частицами; однако при этом необходимо обеспечить, чтобы непрореагировавшие компоненты не остались в выпеченном изделии, так как это может ухудшить вкус продукта. Это может произойти даже при использовании явно «медленно» действующей кислоты, например, кислого пирофосфата натрия.

Следовательно, с помощью использования различных разрыхлителей можно регулировать качество готовых изделий.

Использование многокомпонентных разрыхлителей позволяет добиваться наилучшего результата готовых изделий.

### **2.3. Разрыхлители теста различного назначения**

Вид, форма и вкус хлебо-булочных изделий полностью определяется такими факторами, как начальные ингредиенты, температура и время выпечки. Одним из наиболее важных факторов является такой темп поднятия теста, который обеспечил бы легкую пористую структуру. Это достигается скоростью химической реакции солей фосфорной кислоты с бикарбонатом натрия.

В качестве разрыхляющих агентов (разрыхлителей теста) широкий спектр у фосфатов производства химического завода «Буденхайм» (Германия) (Chemische Fabrik Budenheim), принадлежащего всемирно известному концерну Dr. Oetker.

Эти фосфаты с быстрой или, наоборот, замедленной реакцией, согласно желанию, обеспечат нужную скорость поднятия теста и тем самым, нужную структуру пор и вкус продукта. Наиболее популярными в России являются модификации кислого пирофосфата натрия (E450) (английская аббревиатура SAPP). SAPP 15 является разрыхлителем с замедленной реакцией, который обеспечивает максимальный подъем теста и очень хороший объем выпечки с немного грубыми порами. Рекомендуется для получения охлажденного, замороженного дрожжевого, рассыпчатого и взбитого теста, пряников, пиццы, медовых пирожных, сдобных булочек, лепешек и кексов.

SAPP 20 отличается медленной реакцией и рекомендуется для производства пиццы, лепешек, кексов, сдобных булочек, бисквитов, а также для получения замороженного дрожжевого теста.

SAPP 28 имеет невысокую скорость реакции и рекомендуется при производстве печенья, сдобных булочек, бисквитов, кексов, пиццы,

пирожных, для получения рассыпчатого теста, для промышленной и домашней выпечки, входит в состав пекарских порошков и базовых смесей.

SAPP 36 отличается реакцией средней силы (средний объем выпечки, мелкие поры) и рекомендуется для производства пончиков, кексов, входит в состав пекарских порошков, предназначен для домашней и промышленной выпечки.

SAPP 40 является быстрореагирующим компонентом, обеспечивает получение теста среднего объема выпечки с мелкими порами и используется в качестве пекарского порошка, для домашней выпечки, для получения взбитого и жидкого теста, для печенья, пряников, вафель, пирожных, а также хлеба, блинов и оладий.

Скорости реакции с содой при стандартных условиях для различных кислых разрыхлителей теста, производимых химическим заводом «Буденхайм», приведены в таблице 3:

Таблица 3. Скорости реакции с содой при стандартных условиях для различных кислых разрыхлителей теста.

Продукт	Химическое название	Темп реакции	
		2 мин.	8 мин.
SAPP 40	Пирофосфат натрия	38	40
SAPP 40 Donut	Пирофосфат натрия	38	41
SAPP 36	Пирофосфат натрия	32	36
SAPP 28	Пирофосфат натрия	24	27
SAPP 20	Пирофосфат натрия	16	20
SAPP 15	Пирофосфат натрия	13	15
SAPP 10	Пирофосфат натрия	10	11
MCP H <sub>2</sub> O крупный	Монокальций фосфат моногидрат	58	60
MCP H <sub>2</sub> O средний	Монокальций фосфат моногидрат	58	60
MCP H <sub>2</sub> O мелкий	Монокальций фосфат	58	60

	моногидрат		
AMCP	Безводный монокальций фосфат	35	58
BUDAL 2308	Алюминий фосфат натрия	18	24
BUDAL 2315	Алюминий фосфат натрия	9	12
CAFOS TS	Двукальций фосфат дигидрат	9	12
CAFOS PYRO	Пирофосфат кальция	44	51

В приведенной ниже таблице 4 даны сведения о технологических свойствах и области применения различных кислых разрыхлителей теста производства химического завода «Буденхайм».

Таблица 4. Технологические свойства и области применения различных кислых разрыхлителей теста.

Кислый разрыхлитель	Свойства	Область использования
МCP H <sub>2</sub> O Фосфат кальция моногидрат	Приблизительно 60 % моментального действия и 40 % после нагревания, нейтральный вкус, малый объем, мелкие поры, плотное тесто	Домашнее печенье, компонент пекарского порошка, закислитель теста, улучшитель муки и теста, заквашенные продукты, оладьи, вафли, крекеры, подсолёные хлебобулочные изделия, печенье, блины, источник кальция для гелеобразования
AMCP слабого действия Безводный фосфат кальция	Около 5-10 мин слабого действия, а затем активное, нейтральный вкус, хороший объем, грубая структура пор	Воздушные пирожные и торты со взбитыми сливками, пекарский порошок для домохозяек, самоподнимающиеся мучные

		и кукурузные изделия, улучшитель муки и теста, заквашенные продукты, крекеры, вафли, блины, сухие смеси
CAFOS PYRO Пирофосфат кальция	Замедленная реакция, нейтральный вкус	Пекарские порошки, крекеры, подсоленные продукты, кондиционер муки, улучшитель теста, стабилизатор клейковины для замороженного кислого теста
CAFOS TS Дикальций фосфат дигидрат	Начинает реагировать после 60°C, нейтральный вкус, низкое «нейтрализующее значение», хороший объем	Замороженное тесто, компонент пекарской смеси для замороженного теста, сахарные смеси, жидкости, вафли, источник ионов кальция для образования геля
SAPP 40 Пирофосфат натрия	Реакция средней силы, средний объем выпечки, мелкие поры	Пекарский порошок, эклеры, пирожные со взбитыми сливками, воздушные торты, смеси для кондитерских изделий
SAPP 40 Donut	Умеренно быстрая скорость реакции	Пекарский порошок для пончиков
SAPP 36	Реакция умеренной скорости, средний объем выпечки, мелкопористая структура	Специально для эклеров и пирожных со взбитыми сливками
SAPP 28	Медленная реакция, большой объем, скорее грубая структура пор	Пекарский порошок одинарного и двойного действия

		для домохозяек, коммерческого и промышленного использования, воздушные торты и пирожные со взбитыми сливками, слоеные пирожные, блины, лепешки
SAPP 20	Очень медленная реакция, очень большой объем выпечки, скорее грубая структура пор	Пекарский порошок одинарного и двойного действия для коммерческого и промышленного использования, воздушные торты и пирожные со взбитыми сливками, слоеные пирожные, блины, лепешки
SAPP 15 SAPP 10	Исключительно медленная реакция, очень большой объем выпечки, грубая структура пор	Пекарский порошок одинарного и двойного действия, замороженное тесто, бисквиты, лепешки, кексы с грубой пористой структурой, средние и толстые медовые пряники, имбирный хлеб, смеси со свежими яйцами
BUDAL 2308 BUDAL 2315 Алюмофосфат натрия	Сравнительно низкая скорость реакции, нейтральный вкус, очень хороший объем, слегка гигроскопичен, поры средней величины, сохраняет продукт влажным и аппетитным	Пекарский порошок одинарного и двойного действия, замороженное тесто, блины, бисквиты, лепешки, торты со взбитыми сливками и воздушные

		пирожные, вафли, все типы сухих смесей, мороженое тесто, оладьи, слоеные булочки
--	--	--

Использование кислых разрыхлителей теста в каждом конкретном случае зависит от рецептуры продукта. Норма закладки SAPP для полной реакции с содой составляет 1,4 %, для BUDAL — 1 % и для CAFOS — 1,5-2,8 % в пересчете на муку. Эти нормы рассчитаны исходя из того, что закладка соды в тесто должна составлять не менее 1 % от веса муки, поскольку не менее 0,5 % углекислого газа в пересчете на муку должно выделиться в тесто в процессе его приготовления.

На практике иногда осуществляют передозировку одного из реагентов с тем, чтобы сместить pH конечного продукта в ту или иную сторону в зависимости от требуемого цвета и вкуса. Например, смещение pH в кислую сторону, придает выпекаемому продукту приятный фруктовый привкус и предохраняет его от микробного загрязнения.

#### **2.4. Приготовление пекарских порошков в домашних условиях**

Пекарский порошок можно приготовить в домашних условиях, если имеются его составляющие, но лучше использовать промышленные заготовки. После вскрытия порошок хранят в герметичной стеклянной таре в сухом темном месте.

Как сделать разрыхлитель теста своими руками?

Важно помнить, что разрыхлитель с содой взаимозаменяемы. Поэтому, если в рецепт включили соду, разрыхлитель туда добавлять не нужно, так же наоборот.

Для того, чтобы очень просто сделать разрыхлитель самостоятельно, надо смешать такие ингредиенты:

1 ст. л. или 14 г соды;

2 ст. л. или 28 г лимонной кислоты;

1 ½ ст. л. или 11 г пищевого крахмала.

Как можно проверить, не пропал ли разрыхлитель? Это делается легко: надо размешать его ¼ ч. л. в полчашки горячей воды. Если порошок работает, жидкость начнет обильно пузыриться. А чтобы проверить работает ли пищевая сода, нужно повторить то же самое, но добавить в воду ¼ ч. л. белого уксуса перед тем, как проводить опыт.

Но не лучше ли гасить соду перед тем, как добавлять ее в тесто?

Оказывается, нет. Ведь путем этих манипуляций с гашением содового порошка перед добавлением его в выпечку, мы, по сути лишаем его основных свойств, ради которых он и добавляется. Все газы успевают образоваться и тут же испариться еще на пути к свежему тесту, в результате этого все старания бесполезны. Как выбрать наиболее качественную соду и разрыхлитель?

У всех производителей состав порошка для выпечки существенно отличается. Хозяйки зачастую заменяют пищевую соду покупным разрыхлителем, так как он помогает добиться очень высокого качества кондитерского изделия и не имеет неприятного и специфического привкуса соды в готовой выпечке.

Как разрыхлитель, так и соду следует покупать в небольших количествах, так как уже через год домашнего хранения данные порошки совсем теряют свои ценные свойства. Если разрыхлители продаются в небольших дозированных и плотно запечатанных пакетиках, что значительно продлевает и облегчает его хранение, то соду необходимо сразу пересыпать из картонной или целлофановой упаковки в герметичный контейнер или банку, так вы увеличите срок ее сохранности.

Сколько разрыхлителя нужно и можно использовать и как его равномерно распределить по тесту?

Если выпечка не поднялась, можно подумать, что, вероятно, положено мало разрыхлителя. Но на самом деле проблема может заключаться в совершенно противоположном – в том, что положили его слишком много. В результате чего воздушные пузырьки стали очень большими и лопнули. Выпечка от этого становится жесткой и плоской. Это проблема очень распространенная даже среди опытных кулинаров. Многие поваренные книги и журналы грешат подобным несоответствием пропорций, а в итоге получаются крайне жесткие изделия.

Такая же проблема происходит и с содой. Каждая ложка разрыхлителя содержит лишь четвертую часть соды, ведь она достаточно сильный разрыхлитель и использовать его нужно дозировано и весьма аккуратно.

Итак, на 125 граммов муки (стакан) можно класть не более 1 ч. л., то есть около 5 г пекарского порошка, или  $\frac{1}{4}$  ч. л. (1 г) пищевой соды. Если разрыхлитель неравномерно распределен по тесту, то выпечка в разных местах получится с большими «дырками».

Поэтому, чтобы избежать этой проблемы, нужно сделать следующее:

1. Просеять разрыхлитель вместе с мукой, иногда даже несколько раз.
2. Можно венчиком перемешать сухие ингредиенты в течение 30 секунд.
3. Как вариант, можно применять самоподнимающуюся муку, где уже все прекрасно распределено.

Исследования ученых из Великобритании показали, что содержащийся во многих марках разрыхлителя карбонат аммония или E-503 абсолютно безвреден для организма человека. Именно поэтому данная пищевая добавка разрешена почти во всех странах мира. Но в СМИ можно встретить информацию о том, что она очень вредна. Там

имеется в виду, что употребление этой добавки в чистом виде вредно для человека, так как Е-503 считают нестабильным соединением. При воздействии на карбонат аммония высоких температур, он распадется на аммиак, воду и углекислый газ.

### **Глава III. Технологические свойства и области применения различных разрыхлителей теста**

#### **3.1. Пищевая сода как разрыхлитель теста**

Выпекаемые изделия, в которые добавлен разрыхлитель, более пористые, нежные и легкие, это очевидно. Они намного больше в объеме и выглядят весьма аппетитно. Как выбрать самый качественный из них? И чем сода все-таки отличается от химического пекарского порошка?

Пищевая сода или гидрокарбонат натрия - это отличное хозяйственное средство в виде белого порошка, предназначенного также для улучшения качеств теста.

Соду изобрели во Франции еще в XVIII веке, автором ее считается химик-технолог Николя Леблан. Ученый является автором первого промышленного способа производства соды, но именно из-за этого его называют злосчастным изобретателем, поскольку химиком был построен первый содовый завод, который конфисковали во время Французской революции, лишив тем самым Леблана средств для выживания. Последние годы ученого прошли в нищете и, потеряв надежду на улучшение материального состояния и пребывая в глубокой депрессии, он покончил жизнь самоубийством, нанеся себе удар ножом прямо в сердце.

Открытие способа производства соды было засекречено на долгие годы, так как было очень дорогостоящим, а ее свойства считались непревзойденными. И лишь спустя целое столетие новое изобретение бельгийского ученого Эрнеста-Гастона Сольве, который придумал

альтернативный способ получения соды, открыло повсеместное использование пищевой соды в кулинарии и кондитерском деле.

Жители Франции и Германии стали добавлять гашеную соду в качестве разрыхлителя для теста с целью увеличения его объема. Сода по сей день является основным компонентом в изготовлении кондитерских изделий, так как делает любое тесто пышным, мягким и вкусным. В России соду стали использовать только в начале XX века, долгое время выпекая мучные изделия традиционным способом при помощи дрожжей или закваски.

Чем различаются сода и разрыхлитель? Пищевая сода - бикарбонат натрия, двууглекислый натрий; химическая формула  $\text{NaHCO}_3$ . Вступая в реакцию с кислотой, она распадается на соль (карбонат натрия), воду и углекислый газ.

Разрыхлитель (пекарский порошок) - это смесь соды и кислоты, подобранная в таком соотношении, чтобы они прореагировали без остатка. В качестве инертного наполнителя чаще всего используется мука, реже — крахмал. Стандартная пропорция соды, лимонной кислоты и муки - 5:3:12. Кислот в разрыхлителе присутствует одна или несколько.

В порошках российского производства обычно используется только лимонная кислота. В импортных разрыхлителях присутствует несколько кислот, которые вступают в реакцию с содой при разных температурах - одни реагируют при комнатной температуре, другие требуют нагревания.

Сода сама по себе, без добавления кислоты, является плохим разрыхлителем. Да, она при нагревании выделит небольшое количество углекислого газа, но его будет недостаточно для поднятия теста. Кроме того не разложившаяся сода придаёт тесту жёлто-коричневый или зеленоватый цвет и неприятный привкус. Поэтому соду принято гасить кислотой.

В разрыхлителе количество соды и кислоты подобрано таким образом, чтобы они прореагировали без остатка. В рецепте могут иметься продукты, имеющие сильную кислую реакцию. Вот для них-то и кладётся дополнительная сода. Продукты, используемые при выпечке, имеющие кислую реакцию:

- кисломолочные продукты (сметана, кефир, йогурт, сыворотка, простокваша и т.д.),
- фруктовые соки и пюре,
- уксус и кристаллическая лимонная кислота,
- мёд,
- сахарные сиропы,
- шоколад и какао,
- яйца.

Не всегда следует менять соду на разрыхлитель. Например, если в тесте присутствует мёд, то сода должна быть обязательно. В иных случаях соду на разрыхлитель заменить можно.

### **3.2. Технология приготовления теста на химических разрыхлителях**

Современные промышленные технологии выпечки и усовершенствованная система эмульгирования требует разрыхлителей, адаптированных к произошедшим изменениям.

Технология приготовления теста для кексов на химических разрыхлителях по первому способу включает: сбивание жира (сливочное масло, маргарин); введение сахара-песка и сбивание его с жиром; введение яйцепродуктов; введение остальных рецептурных компонентов, за исключением муки; введение муки и замес теста.

В месильной машине сбивают сливочное масло, нагретое до температуры 40 °С, в течение 7—10 мин. При использовании холодного масла его предварительно размягчают при малом, а затем

при большом числе оборотов месильной машины. Добавляют сахар-песок и продолжают сбивание в течение 5 — 7 мин.

После этого в месильную машину постепенно добавляют яйцепродукты. Общая продолжительность сбивания 20 — 30 мин. К сбитой массе на малой скорости вращения лопастей машины добавляют изюм, эссенцию и химические разрыхлители, все тщательно перемешивают.

В последнюю очередь вводят муку и в течение 3 — 5 мин в сбивальной машине или 10—15 мин в тестомесильной машине ведут замес до образования однородной массы. Кекс, полученный из такого теста, воздушный, имеет большой подъем. Этот способ применяют, когда тесто готовят на меланже или на яйцах. Второй способ приготовления теста на химических разрыхлителях включает: сбивание яйцепродуктов с сахаром-песком в течение 25 — 30 мин; размягчение и сбивание сливочного масла; добавление к сбитому маслу всех рецептурных компонентов, за исключением муки; введение в полученную смесь сбитой яично-сахарной массы; введение муки. Кекс из теста, полученного вторым способом, характеризует равномерная мелкопористая структура, но тесто в этом случае менее насыщено воздухом. Качественное тесто имеет влажность 23 — 31 %.

Некоторые кексы вырабатываются на химических разрыхлителях с добавлением ПАВ, играющих роль эмульгаторов. Тесто для таких кексов готовят в три стадии: размягчение и сбивание маргарина с сахаром-песком; смешивание полученной массы с меланжем, ПАВ и остальными рецептурными компонентами, кроме муки и какао-порошка; замес теста с мукой и какао-порошком. ПАВ вводятся в количестве 1 % общей массы рецептурных компонентов.

**Глава IV. Экспериментальная часть. Как выбрать разрыхлитель для теста?**

#### 4.1. Химический способ разрыхления теста

Пекарский порошок с различным составом ингредиентов выпускается многими производителями пищевых добавок и продаётся в готовом виде.

При необходимости пекарский порошок может быть приготовлен в домашних условиях по одному из рецептов. Вот рецепт, которым мы воспользовались:

- 1 часть пищевой соды (E500b)
- 1 часть лимонной кислоты (E330)
- 1 часть смеси муки и сахарной пудры

Для сравнения напомним классический состав пекарского порошка:

- 125 г пищевой соды (E500 b)
- 250 г кремор-тартара (E336)
- 20 г углекислого аммония (E503)
- 25 г рисовой муки

С составом и количеством ингредиентов порошка можно экспериментировать, однако в любом случае все составляющие должны быть совершенно сухими.

Для предохранения от преждевременной реакции компонентов во время хранения можно не смешивать их, а насыпать в банку или другую емкость слоями, так чтобы слой наполнителя разделял слои реагентов (например, соды и лимонной кислоты). Перед использованием слои мы смешивали, чтобы компоненты попали в тесто в нужной пропорции.

При приготовлении теста пекарский порошок мы смешивали с сухой мукой, предназначенной для выпечки (если растворить порошок в воде,

реакция произойдёт и углекислый газ выделится раньше, чем раствор попадёт в тесто).

Пекарский порошок — как приготовленный, так и оставшийся неиспользованным после вскрытия заводской упаковки — необходимо хранить в герметичной стеклянной или фарфоровой посуде в защищённом от света месте.

Мы рассмотрели для примера разрыхлители двух фирм – Dr.Oetker и Сукогiа S.A. (таблица 5).

Таблица 5. Состав различных пекарских порошков.

Параметры	Dr.Oetker	Сукогiа S.A.
Состав	Пирофосфат натрия (регулятор кислотности), бикарбонат натрия (разрыхлитель), кукурузный крахмал	Е 450а и Е500 в *, пшеничная мука
Применение	1 пакетик рассчитан на 500г муки	
Вес	10г	18 г**

Примечание\*: Е450 а - это дифосфат натрия, а Е500 в - карбонат натрия, т.е. обычная пищевая сода.

Примечание\*\*: Следовательно, во втором пакетике присутствуют лишние 8 г муки, и при приготовлении теста этого разрыхлителя придётся взять больше, чем указано в рецепте.

Для сравнения мы рассмотрели еще примеры разрыхлителей двух фирм – Мастер Дак и Preston (таблица 6).

Таблица 6. Состав различных пекарских порошков.

Параметры	Мак Дак	Preston
Состав	Пирофосфат натрия кислый, бикарбонат	Е 450а (разрыхлитель) и Е 500b (сода пищевая),

	натрия (сода), монофосфат кальция, сульфат кальция, кукурузный крахмал	пшеничная мука
Применение	1 пакетик рассчитан на 1 кг муки	1 пакетик рассчитан на 500г муки
Вес	10г	12 г

Как видно из таблиц 5 и 6, разрыхлители разных фирм различаются не только по используемым регуляторам кислотности, но и по количеству инертной составляющей (муки или крахмала). Недобросовестные производители кладут муки больше, чем требуется. Таким образом, даже при доскональном следовании рецепту, тесто получит меньше углекислого газа, чем требуется. Поэтому очень важно обращать внимание на этикетки.

При покупке разрыхлителя нужно обязательно обращать внимание на упаковочный материал.

Сам пакетик должен быть изготовлен из плотной влагонепроницаемой бумаги, фольги или пластика. Если пакетик бумажный, то внутренняя его сторона должна быть проклеена полиэтиленом.

Покупать разрыхлители в простых бумажных пакетах не следует, т.к. из-за неправильного хранения и транспортировки сода с кислотой может успеть прореагировать ещё находясь в пакете.

Для определения качественного состава белого кристаллического вещества, известного как «пекарский порошок», а именно карбоната аммония, мы проделали 2 опыта, суть которых сводилась к следующему: разделив некоторое количество соли на две части, мы первую часть смешали с твердой щелочью и смесь нагрели. При этом выделился газ с резким запахом.

Во время проведения второго опыта другую часть растворили в воде (карбонат аммония хорошо растворим в воде). К полученному раствору прилили прозрачный раствор кислоты. Смесь «вскипела», так как в результате реакции выделился газ.

Приведем подробное описание проделанных экспериментов, которые проводились с соблюдением правил по технике безопасности.

### **Опыт №1.**

**Оборудование и реактивы:** штатив для пробирок, пробирка и пробка с изогнутой под прямым углом газоотводной трубкой, резиновая трубка длиной 10-15 см, фарфоровая чашка, стеклянная палочка, ложечки для сжигания веществ (2 шт.), пробирка (сухая), лабораторный штатив с лапкой, спиртовка, спички, вата (небольшой комочек); лакмусовая бумажка, гидроксид кальция (крист.), карбонат аммония (крист.).

### **Содержание и методика выполнения опыта №1.**

Мы собрали из пробирки и пробки с газоотводной трубкой прибор для получения газа и проверили его на герметичность. Перед проверкой прибора на герметичность надели на газоотводную трубку резиновую трубку длиной 10-15 см и только ее погрузили в воду для того, чтобы газоотводная трубка прибора осталась сухой.

В небольшую фарфоровую чашку мы насыпали карбонат аммония и гидроксид кальция объемом по одной ложечке для сжигания веществ. Смесь перемешали стеклянной палочкой и высыпали в сухую пробирку.

Закрыли пробирку пробкой с газоотводной трубкой и укрепили ее в лапке штатива так, чтобы пробирка располагалась не горизонтально, а с небольшим наклоном в сторону отверстия (рис. 1).

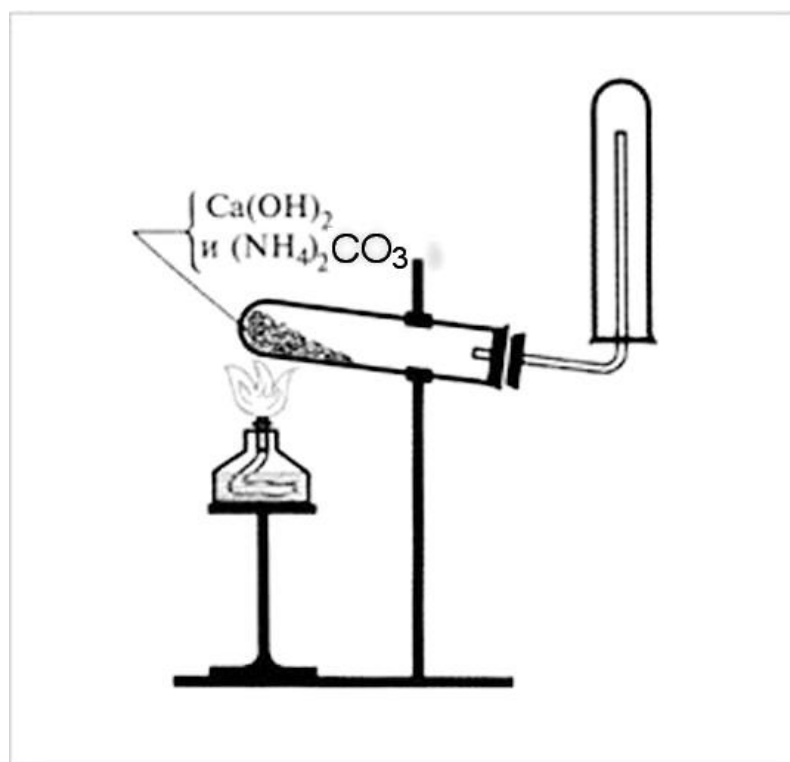


Рис. 1. Выполнение опыта №1.

На газоотводную трубку мы надели сухую пробирку для собирания аммиака, отверстие которой закрыли рыхлым кусочком ваты. Пробирку со смесью карбоната аммония и гидроксида кальция прогрели сначала полностью, а затем – ту часть, где находилась реакционная смесь.

Для обнаружения аммиака поднесли к отверстию перевернутой вверх дном пробирки влажную универсальную индикаторную бумажку. Наблюдалось посинение индикаторной бумажки, так как выделившийся аммиак, который обладает резким запахом, при взаимодействии с водой образует гидроксид аммония, который показывает щелочную среду.

Таким образом, в результате опыта №1 мы доказали наличие иона аммония в составе соли, известной как «пекарский порошок». Уравнения реакции, которые были проведены в процессе выполнения опыта №1:



#### Опыт №2.

**Оборудование и реактивы:** штатив для пробирок, лабораторный штатив, пробирка с газоотводной трубкой, пробирка, химический стакан с водой; соляная кислота (1:2), карбонат аммония (крист.), известковая вода.

### Содержание и методика выполнения опыта №2.

Эксперимент мы проводили и с кристаллическим карбонатом аммония, и с его раствором. Сначала мы собрали прибор для получения газов и проверили его на герметичность (рис.2). Затем налили в чистую пробирку 3-4 мл известковой воды.

В пробирку прибора для получения газа поместили вторую часть соли карбоната аммония и прилили 1-2 мл соляной кислоты. Наблюдали «вскипание»: выделение пузырьков газа. Мы быстро закрыли пробирку пробкой с газоотводной трубкой, которую поместили в пробирку с известковой водой. Несколько минут наблюдали, как через известковую воду проходят пузырьки газа. Мы наблюдали помутнение известковой воды, что доказывает наличие карбонат-ионов в составе соли карбоната аммония.

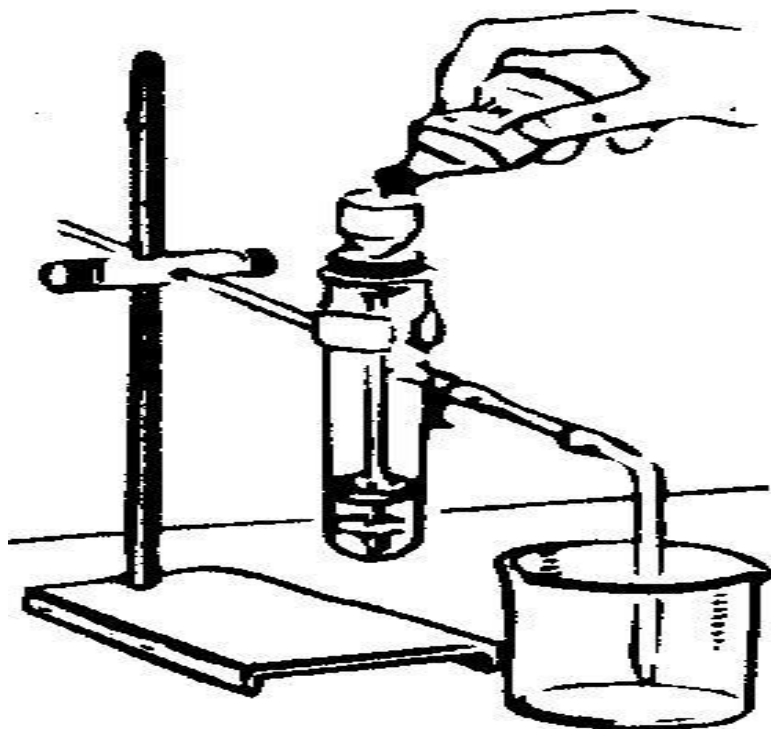
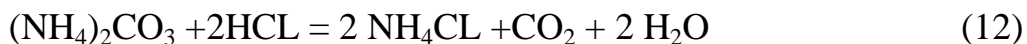


Рис. 2. Выполнение опыта №2.

Уравнения реакции, которые были проведены в процессе выполнения опыта №2:



Таким образом, для разрыхления теста с использованием карбоната аммония в качестве разрыхлителя используют следующие газы: углекислый газ, аммиак.

#### **4.2. Чем заменить разрыхлитель для теста или домашний разрыхлитель**

Пекарский порошок можно приготовить дома, смешав 5 г пищевой соды, 3 г лимонной кислоты и 12 г муки. Это количество порошка (20 г) рассчитано на 500 г муки. Экспериментально мы определили, что добавление такого порошка придает тесту легкий пористый вид, т. к. разрыхляет его. Порошок в сухом виде мы смешивали с мукой и лишь после этого вымешивали тесто. Разведенный в молоке или воде, он теряет свои качества. При поднятии теста, когда формируются и распространяются газы, стенки клеток в выпекаемом продукте растягиваются и истончаются. Благодаря этому выпекаемые изделия легче есть, так как они получаются мягкими.

Экспериментально мы установили также, что химические разрыхлители нормализуют уровень pH (реакцию среды). Многие виды теста имеют почти нейтральный уровень pH, если в них не добавлены никакие химические разрыхлители (например, пищевая сода). Винный камень снижает уровень pH, а углекислый аммоний (карбонат аммония) и двууглекислый натрий (вещества, растворы которых имеют щелочную реакцию среды) увеличивают. Быстро действующие разрыхлители, то есть те, которые быстро высвобождают углекислый газ, снижают уровень pH в тесте, а медленно действующие могут его повысить.

С помощью простого эксперимента мы, используя универсальную лакмусовую бумажку, измерили рН растворов химических разрыхлителей карбоната аммония и гидрокарбоната или бикарбоната натрия и увидели, что среда растворов этих веществ щелочная.

Изменение уровня рН влияет на многие процессы в выпекаемом продукте, включая образование цвета, структуры, вкуса. Небольшое количество разрыхлителя и пищевой соды, добавленное в тесто, придает ему ярко выраженный кисло-соленый вкус, который является характерным, например, для содовых бисквитов или ячменных (или пшеничных) лепешек. Переизбыток пищевой соды создает неприятный химический привкус.

Химические разрыхлители способствуют образованию структуры теста. Взбивание, просеивание, смешивание — это все физические процессы, необходимые для образования маленьких воздушных клеток в тесте. Химические разрыхлители, которые освобождают углекислый газ при смешивании, также способствуют процессу формирования воздушных клеток. Воздушные клетки необходимы для образования структуры изделия, и чем их больше, тем лучше будет структура теста.

### **Итак, мы экспериментально установили:**

1. Добавление углекислого газа в тесто делает его менее плотным и более удобным для смешивания. Воздушные клетки также уплотняют тесто, замедляя движение в нем жидкостей.
2. Соду кладут строго по норме, перед замесом теста соду просеивают через сито или растворяют в холодной воде и процеживают.
3. Применение углекислого аммония как разрыхлителя теста основано на том, что при нагревании и добавлении кислоты он разлагается, в результате чего образуется углекислый газ и аммиак. Перед

использованием карбонат аммония растворяют в воде. Температура не выше 25°C.

4. На 1 часть химического разрыхлителя карбоната аммония (углекислого аммония) берут 4 части воды. Углекислый аммоний можно вводить в тесто и в виде порошка (предварительно его измельчают в ступке и просеивают через сито). Крупные кристаллы аммония, попавшие в тесто, образуют в изделии крупные поры.

## Заключение

Цельнозерновой хлеб, содержащий в своем составе всю пользу целого зерна, укрепляет организм, продлевает молодость и повышает тонус. Хлеб из такой муки по праву можно назвать лечебным продуктом. Хлеб грубого помола содержит очень мало калорий, и благодаря клетчатке обязательно очистит пищеварительный тракт.

При выработке некоторых кондитерских изделий из муки (печенье, пряники) для разрыхления теста употребляют химические разрыхлители (пекарные порошки). Химических разрыхлителей очень много. Разрыхление теста при их помощи происходит за счет газа (углекислого —  $\text{CO}_2$  или аммиака —  $\text{NH}_3$ ), выделяющегося от действия на пекарный порошок воды и тепла. Наибольшее применение имеют углекислый аммоний, двууглекислая сода и винная кислота, смесь двууглекислой соды и хлористого аммония.

Обычно состав разрыхлителя следующий: сода, кислота (в отечественных разрыхлителях обычно используется только одна лимонная кислота), мука в пропорциях 5:3:12. В импортных разрыхлителях может быть несколько кислот, из которых одни реагируют уже при комнатной температуре, другие при нагревании.

Пекарский порошок представляет собой сухую смесь пищевых добавок — основных и кислых солей — с добавлением наполнителя, предотвращающего их взаимодействие до использования (введения в тесто).

Действие разрыхлителя основано на химической реакции, сопровождающейся выделением углекислого газа, который, образуя пузырьки, равномерно «поднимает» тесто, придавая изделиям

рыхлость и пышность без постороннего привкуса соды (при условии правильного дозирования).

Состав пекарского порошка: сода, углекислый аммоний, виннокаменная соль и мука или другой продукт для того, чтобы вещества не вступали в реакцию во время хранения. Существует мнение, что состав пекарского порошка является коммерческой тайной фирм-производителей. После вскрытия пекарского порошка, его рекомендуется хранить в герметично стеклянной таре в темном сухом месте. При использовании химических разрыхлителей тесто разрыхляется газами, образующимися при их разложении. В производстве кондитерских изделий применяют совместно два вещества: карбонат аммония (0,6-1кг/т) и гидрокарбонат натрия (5-7 кг/т).

Внешний вид, форма и вкус печеных изделий зависит от таких факторов, как выбор сырья, условия и время выпечки. Важнейшим требованием к качеству выпечки является правильное разрыхление различных видов теста, что в конечном итоге оказывает влияние как на текстуру и вкус продукта, так и на его питательные качества, важные для усвоения продукта организмом человека.

Кислые разрыхлители быстрого или замедленного действия, обеспечивают хороший подъем и увеличение объема, легкую и пористую структуру, а также оптимальный вкус продукта, в зависимости от конкретного вида изделия.

## Список использованной литературы

1. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства [Текст]: учебник/ Л. Я. Ауэрман. - 9-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Профессия, 2002. - 415 с.
2. Зубченко, А. В. Технология кондитерского производства [Текст] / А. В. Зубченко // Учебник. - 2-е изд., перераб./ Воронеж, гос. технол. акад. - Воронеж, 2001.-430 с.
3. Мазур, П. Я. Физико-химические основы хлебопечения [Текст]: учебник/ П. Я. Мазур, Л. П. Пащенко, Воронеж, гос. технол. акад. - Воронеж, 2001.- 386 с.
4. Нечаев, А. П. Пищевая химия [Текст]/ А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: ГИОРД, 2003. - 640 с.
5. Пащенко, Л. П. Физико - химические основы технологии хлебо-булочных изделий [Текст] / Л.П. Пащенко. - Воронеж, 2006. - 312 с.
6. Покровский В. И. Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровни [Текст] / В. И. Покровский, Г. А. Романенко, В. А. Княжев. - Новосибирск: Сиб. унив. изд - во 2002. - 344 с.
7. Принципы тестообразования [Текст]/ По материалам журнала European Baker// Хлебопродукты. - 2001. - №6. - С. 34-36.
8. Синькевич, И. А. Ваше здоровье в ваших руках [Текст] / И. А. Синькевич // Хлебопечение России. - 2001. -№ 5. - С. 25.
9. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Ин-т питания РАМН [Текст] / Под ред. И. М. Скурихина, В.А. Тутельяна. - М.: ДеЛи принт, 2002. - 236 с.
10. Чубенко, Н. Т. Внедрение диетических сортов хлебобулочных изделий - это актуально [Текст] / Н. Т. Чубенко // Хлебопечение России. - 2005.- №5.- С. 10-11.

## Приложение



Фото 1. Предметы исследования



Фото 2. Предметы исследования



Фото 3. Проведение опыта №1



Фото 4. Проведение опыта №1



Фото 5. Проведение опыта №1



Фото 6. Проведение опыта №1

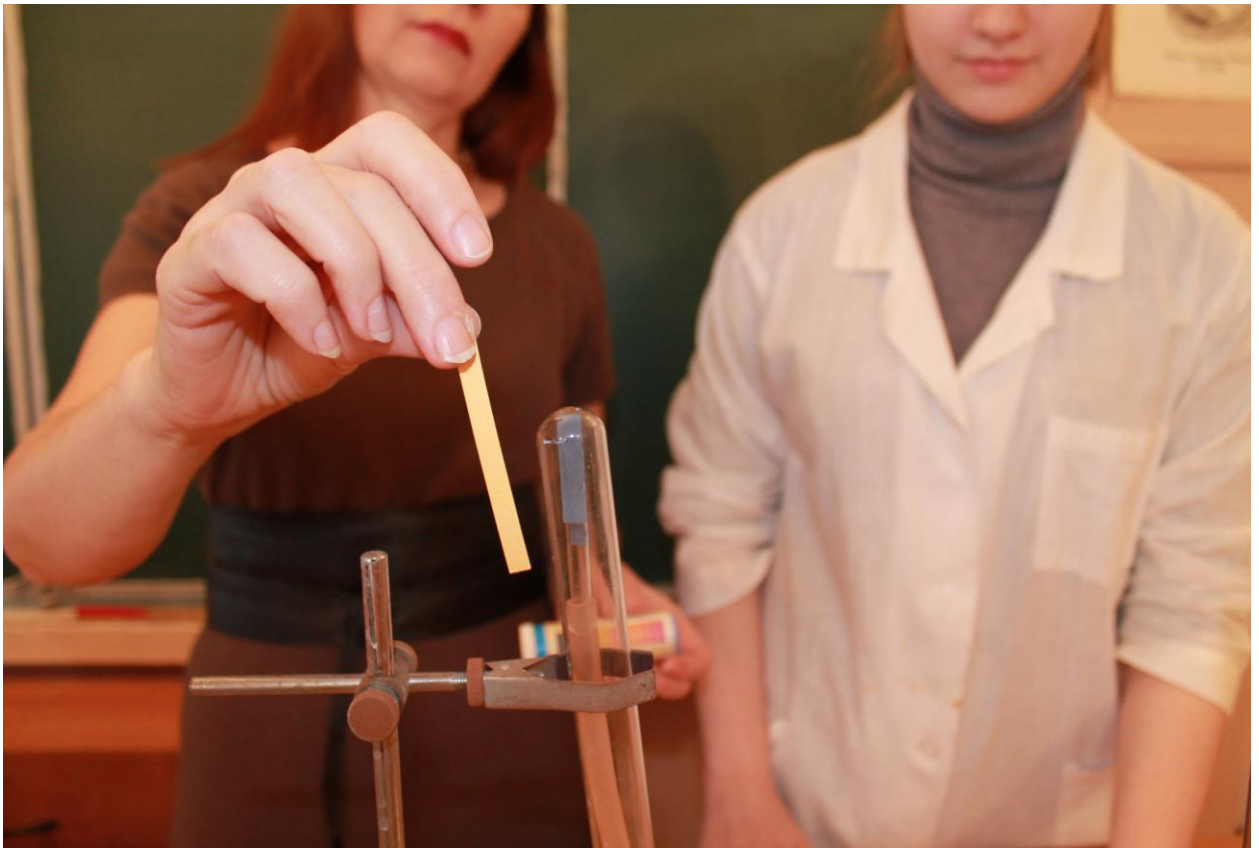


Фото 7. Проведение опыта №1

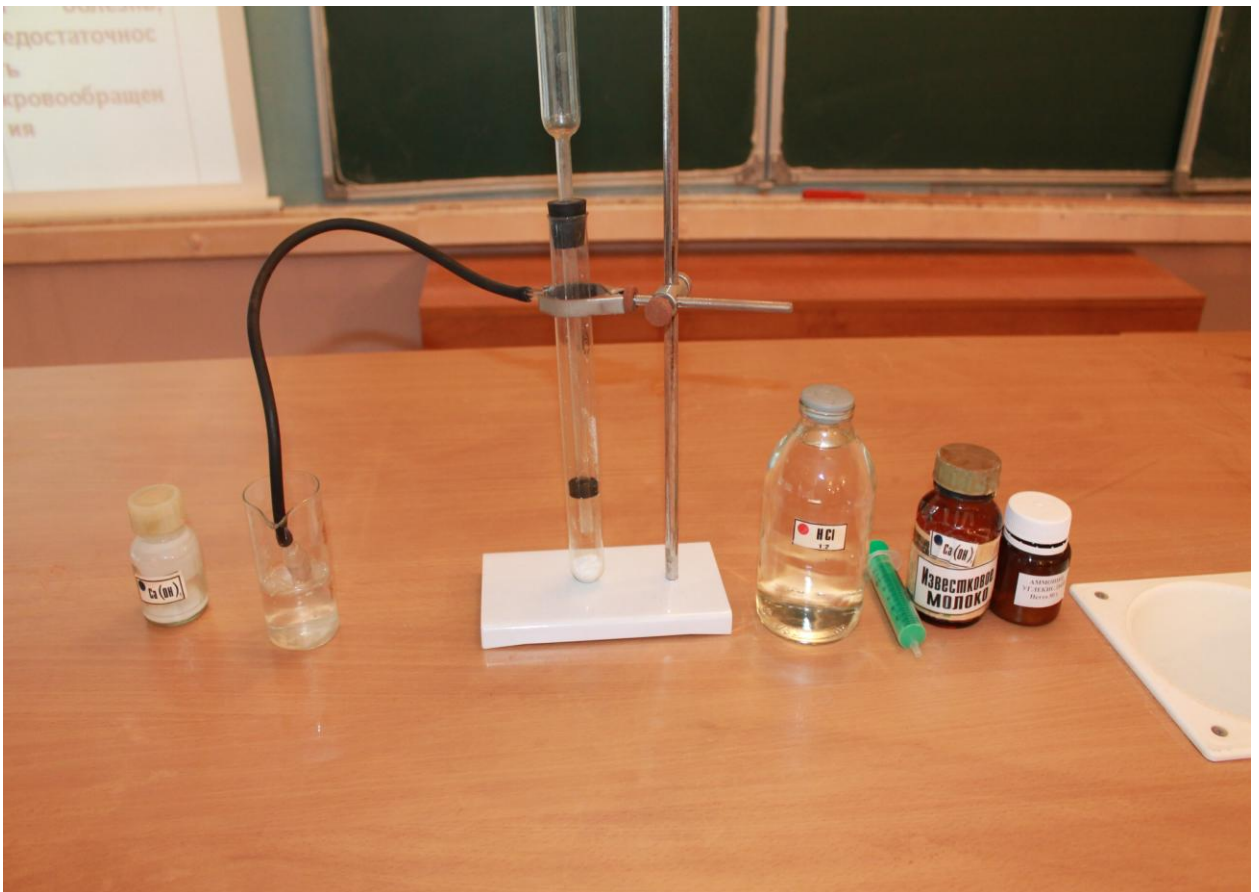


Фото 8. Проведение опыта № 2

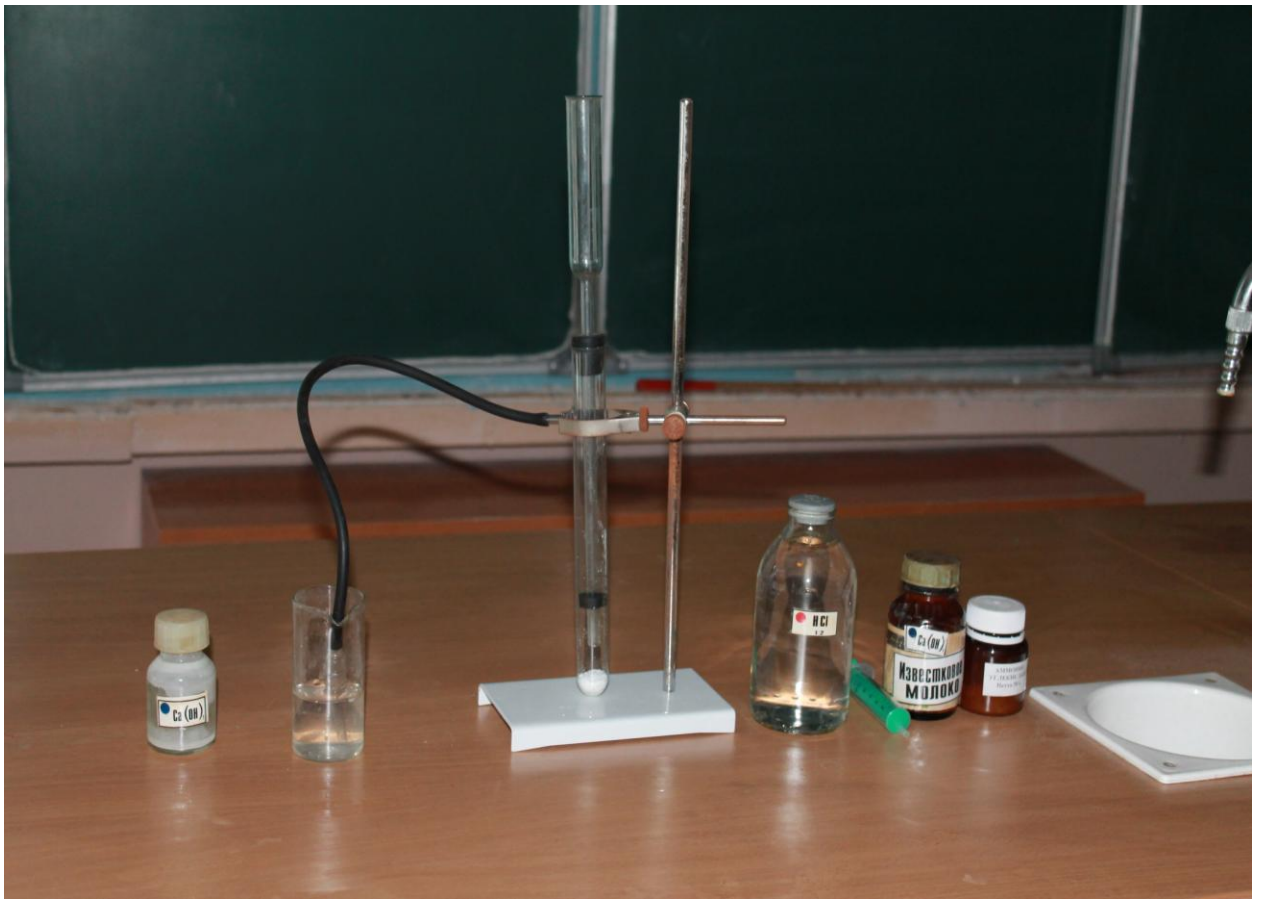


Фото 9. Проведение опыта №2



Фото 10. Проведение опыта №2



Фото 11. Выпечка, приготовленная с помощью домашнего разрыхлителя



Фото 12 . Выпечка, приготовленная с помощью домашнего разрыхлителя