

# Как продлить жизнь хлебу?

Изменение вкусовых предпочтений населения, а также развитие крупных промышленных предприятий (централизация производства на одном предприятии, транспортировка в различные логистические точки, затем в пункты конечной выпечки) создают необходимость перехода от ультра свежего продукта (1-2 дня хранения) к изделиям длительного хранения. Для того чтобы получить такой продукт необходимо знать, какие же процессы происходят при хранении хлебобулочных изделий?

Каждый тип хлеба характеризуется своим собственным сроком хранения. Например, батон «Нарезной» и «Панетонни» (итальянский кулич) будут иметь различные сроки хранения. На рынке хлебопечения вы можете увидеть продукты со сроками хранения от 2 дней до 2 месяцев. Это может быть связано с сырьем, рецептурой, способом тестоведения – используется или нет закваска, какой способ обработки продукта применяется, какая среда окружает продукт (при температуре от -10°C до +40°C продукты хранятся по-разному). В любом случае неизбежно течение двух процессов – микробиологической порчи и процесса черствения (потери мягкости, появления крошковатости). Подробно рассмотрим каждый из них.

## Микробиологическая порча

Бытует ошибочное мнение, что хлеб на выходе из печи является стерильным. Подтверждением этому служит проявление картофельной болезни хлеба после нескольких дней хранения. Это означает, что несмотря на тепловую обработку, некоторые микроорганизмы выживают и споры, образованные ими, также сохраняют свою жизнедеятельность после выпечки. Наибольший риск заражения изделий микроорганизмами возникает именно после выхода хлеба из печи. Доказательством тому является исследование научной группы компании «Lesaffre», которые выявляли возможные зоны заражения на примере «Тостового» хлеба. Было установлено влияние различных факторов на степень обсеменения. Они распределяются следующим образом: 60% – манипуляции, 30% – материалы, 5% – воздух, 5% – атмосфера, 0% – вода.

Для того чтобы остановить или замедлить порчу, необходимо контролировать следующие параметры:

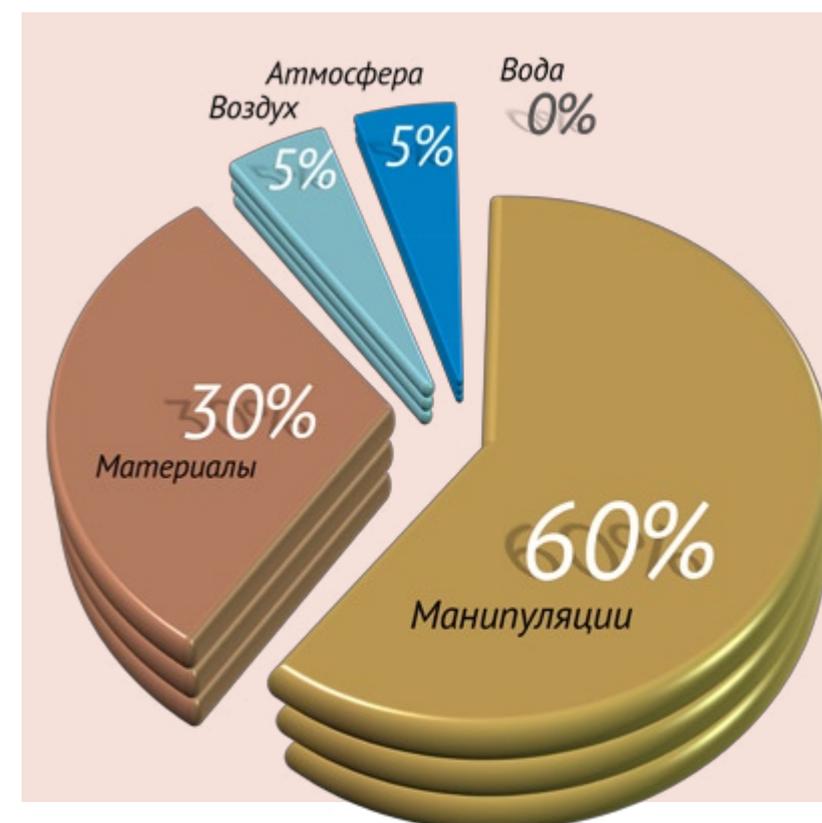
- 1) сырье (его начальную микробиологическую обсемененность);
- 2) технологический процесс (наибольший риск заражения);
- 3) вероятность контакта с микроорганизмами после выпечки;
- 4) активность воды (несвязанная влага) готового продукта;
- 5) выбор упаковки;
- 6) срок годности готового изделия.

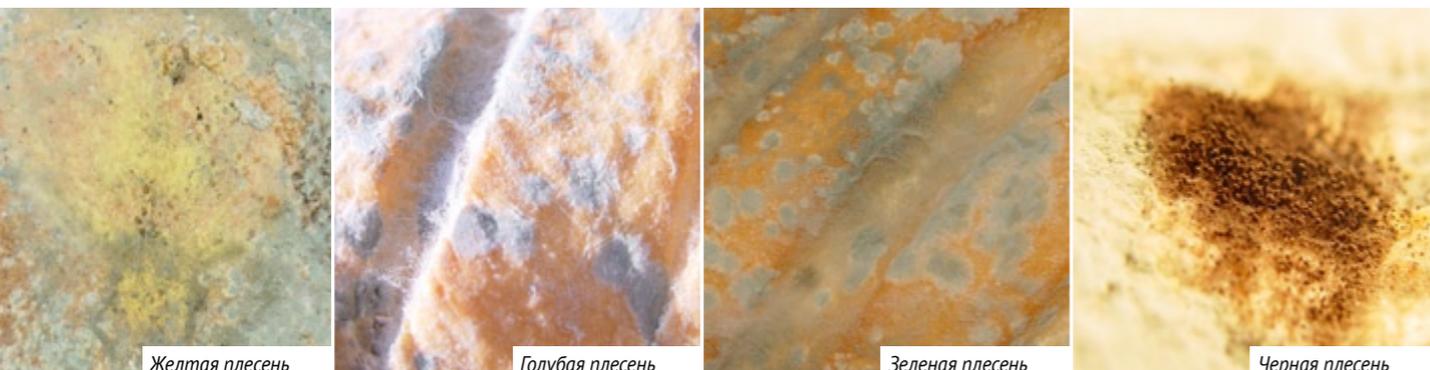
Что же вызывает микробиологическую порчу? Существует 3 типа возбудителей микробиологической порчи:

1. **Бактерии**, среди которых такие микроорганизмы, как «Bacillus Subtilis», «Mesentericus» и «Cereus»,

вызывающие известную всем картофельную болезнь хлеба (феномен гидролиза мякиса). Многие бактерии формируют споры, жизнестойкие во время многочисленных этапов обработки зерна, которые в дальнейшем попадают в муку. При нарушении параметров обработки зерна (некачественной мойке), количество патогенной микрофлоры в муке может быть очень значительным.

2. **Дрожжи (одноклеточные грибы)** могут присутствовать как в основном сырье (муке), так и в дополнительном (изюм, конфитюры). Прессованные дрожжи, помимо дрожжей «Cerevisiae», также содержат и дикие дрожжи (Candida). Дрожжи чаще развиваются в изделиях, а также ингредиентах для хлебопече-





ния с высоким содержанием сахара и низкой активностью воды ( $A_w$ )\*, например, конфитур, марципановые начинки, помадки, посыпки. Зараженные изделия имеют неприятный запах, обусловленный выделением этилацетата (запах клея для дерева), стерингов и действием липолитических ферментов.

**3. Плесени (нитевидные грибы)** присутствуют в зерне и на его поверхности, некоторые из них патогенны и производят токсины. При неправильном кондиционировании зерна плесени попадают в муку. Они прорастают в виде нитевидных волокон. Для каждого вида плесени характерна своя окраска, например, для "Aspergillus Niger", "Aspergillus Candellus" – зеленоватые пятна, для "Penicillium" – голубые пятна, для "Rhizopus mucor" – темные пятна, "Clostridium" – желтые пятна.

При выпечке плесневые грибы и дрожжи погибают, но заражение возможно сразу после выпечки. Таким образом, эти три типа микроорганизмов можно характеризовать по принципу: ВИДИМ (плесневение) – ЧУВСТВУЕМ (дикие дрожжи) – ОЩУЩАЕМ (бактериальная порча).

Каждый из микроорганизмов имеет свои оптимальные условия роста и

размножения. Рассмотрим подробно факторы, влияющие на жизнедеятельность микроорганизмов. Наиболее значимый параметр – это **активность воды  $A_w$** .

Как его проверить? Если мы возьмем хлеб, то в нём содержится, как связанная влага (с крахмалом, белком и т.д.), так и свободная влага. Активность воды ( $A_w$ ) равна относительной влажности, поделенной на 100. Чтобы вычислить относительную влажность, необходимо взять кусочек хлеба и поместить его в емкость, на дне которой есть соль, она поглощает влагу, а затем мы взвешиваем хлеб, сначала до помещения в коробочку, затем – после. Продукт теряет влажность до момента уравнивания влажности хлеба и внешнего пространства в емкости, при равновесии хлеб не будет терять вес.

Какие существуют значения активности воды? У воды  $A_w=1,0$ , то есть 100% свободной воды. Для багета  $A_w=0,97$ , тостового хлеба  $A_w=0,95$ , панетонна  $A_w=0,85$ , печенья «мадлен» (25% сахар, 25% масло сливочное, 25% муки и 25% яиц)  $A_w=0,7$ .

Почему важна активность воды? Дело в том, что микроорганизмам для размножения необходима сво-

бодная вода, чтобы они могли свободно перемещаться. Для разного типа возбудителей существуют свои оптимальные значения активности воды. Активность воды, оптимальная для роста и размножения:

- бактерий,  $A_{w\text{optim}}=0,98-1$ ;
- дрожжей  $A_{w\text{optim}}=0,87-0,92$ ;
- плесени  $A_{w\text{optim}}=0,95-0,99$ .

Понимая эти значения, мы сможем достаточно точно определить или предугадать возможность и источник заражения. Например, если в процессе хранения на изделии «бриошь» образовалась плесень, то это значит, что обсеменение произошло из внешней среды (после выпечки), либо изделие упаковали теплым, в результате чего произошел дополнительный «захват влаги». В случае, когда условия хранения не нарушены, появление плесени на изделии «Бриошь» невозможно.

Кроме активности воды, на процессы жизнедеятельности могут влиять прочие факторы.

**Температура**, различают:

- термофилы (40-60°C);
- мезофиллы (10-50°C), (этот тип встречается наиболее часто);
- психрофилы (0-10°C);
- криофилы (<0°C).

Какая же связь между температурой и жизнедеятельностью микроорганизмов? В зависимости от температуры, происходят следующие процессы:

Температура, °C	Процессы
<-20	Прекращение любого бактериального размножения. Заморозка.
<-10<	Остановка бактериального размножения. Хранение.
<+10	Размножение микробов.
<b>+10:+50</b>	<b>Зона риска. Оптимальная температура для размножения и роста микроорганизмов.</b>
+55:+60	Гибель дрожжей и плесени.
+65	Разрушение вегетативных форм. Пастеризация.
+100	Разрушение микробов. Стерилизация.
>+100	Разрушение спор.

**Наличие или отсутствие кислорода**

По стойкости к кислороду микроорганизмы делят на следующие группы:

- присутствие большого количества кислорода (большинство плесеней, аэробы);
- присутствие небольшого количества кислорода (небольшая группа);
- наличие или отсутствие кислорода (дрожжи, колиформы или некоторые токсичные бактерии);
- отсутствие кислорода (строгие анаэробы – бактерии типа "Clostridium").

При выборе определенного средства борьбы мы защищаемся от одного типа микроорганизмов, но не воздействуем на другой. Например, используя упаковку с инертным газом, мы исключаем возможность развития плесневых грибов, но не застрахованы от развития бактерий, то есть необходимо добавить консервант против бактерий (уксусная кислота, ацетат, закваска).

Для предотвращения развития бактерий "Bacillus Subtilis", "Mesentericus", которые приводят к картофельной болезни хлеба, компания «Саф-Нева»

предлагает хлебопекарный улучшитель «Мажмикс» с розовой этикеткой. В состав этого улучшителя входят соли уксусной кислоты, которые оказывают подавляющее действие на бактерии.

**Кислотность**

Оптимальный для развития возбудителей pH= 5-7,5. Увеличивая кислотность, мы понижаем значение pH, при этом сокращается рост возбудителей.

Теперь, когда мы определились с факторами развития микроорганизмов, мы можем рассмотреть различные средства борьбы с ними. На каждой стадии технологического процесса мы можем оперировать теми или иными инструментами с целью предотвращения развития микробиологической порчи. Начнём с рецептуры.

**Рецептура**

При выборе рецептуры и ингредиентов мы должны стремиться к получению изделия с наибольшей влажностью

(для мягкости), но с минимальным значением активности воды (для снижения риска микробиологической порчи).

**Содержание сахара**

Дрожжевая клетка, попадая в тесто, стремится к равновесию концентраций внутри и снаружи. При добавлении сахара увеличивается осмотическое давление, клетка высвобождает воду, при этом теряет активность. Также ведут себя плесени и дикие дрожжи. Осмотическое давление зависит от количества молекул сахара. Сахароза, как известно, представляет собой 2 связанные молекулы глюкозы и фруктозы, разорвав эту связь мы получим 2 отдельные молекулы, то есть осмотическое давление возрастет в два раза (общее правило: повышение давления связано с количеством молекул, а не с их молекулярной массой). С этой целью и применяют сироп глюкозы, инвертный сироп с различным показателем декстринизации (DE, эквивалент декстрозы). Зная «степень сладости» различных сахаров, мы можем значительно увеличить осмотическое давление, при этом вкус изделия не изменится. Так, к примеру, сладость сахарозы равна 100 единицам, а глюкозы 70 единиц, соответственно, вместо 10% сахарозы для получения одинаковой сладости необходимо взять 14,3% глюкозы, а это больше молекул и, соответственно, больше давление, что приводит к снижению жизнедеятельности микроорганизмов.

**Содержание соли**

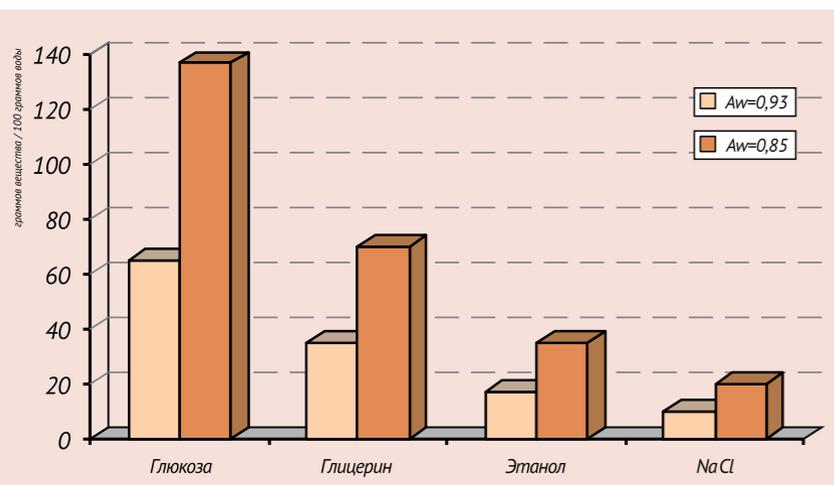
1 грамм соли увеличивает осмотическое давление также, как и 6 граммов сахара. Но увеличивая дозировку соли, необходимо помнить о вкусе готового изделия.

**Влагоудерживающие агенты**

Снизить активность воды возможно с помощью влагоудерживающих агентов: глицерола, сорбитола. Особенно

помогают эти вещества, когда нет возможности изменять дозировку соли.

### Влияние концентрации растворов на $A_w$



Изменение концентрации веществ в воде, идущей на замес, вызывает автоматическое изменение  $A_w$ . Однако, как показывает график, для снижения  $A_w$  от 0,93 до 0,85 необходимо предельное количество растворимых веществ.

### Внесение заквасок

Чаще закваски имеют молочную и уксусную кислоты, которые обладают бактериостатическим (приостанавливают рост бактерий) и фунгицидным (воздействие на грибы) эффектами. Погибает только вегетативная форма бактерий, количество спор остается прежним. Наиболее интересна уксусная кислота, она оказывает ингибирующее действие на плесени и бактерии (картофельная болезнь). Помимо понижения pH, кислоты проникают в клетки микроорганизмов, оказывая физическое воздействие. Лимонная кислота не является консервантом, она лишь понижает pH, но не внедряется в молекулу микроорганизма.

Компания «Саф-Нева» предлагает стартовую культуру молочно-кислых

бактерий и специальных дрожжей – LV1, LV4 – для приготовления натуральной закваски. Они позволяют получить натуральную закваску за не продолжительное время (24-16 часов)

с гарантией стабильного качества. Также компания «Саф-Нева» предлагает продукт «Аром Левен» ЛИКИД – это жидкая инактивированная натуральная закваска. Ее применение не только повышает кислотность, препятствуя развитию патогенной микрофлоры, но и улучшает вкус и аромат хлеба. Помимо этого, добавление «Аром Левен» ЛИКИД позволяет существенно повысить эффективность использования консервантов (например, без «Аром Левен» дозировка пропионата Ca 0,3% эквивалентна дозировке пропионата Ca 0,15% при использовании 3% АЛЛ).

### Внесение консерванта

Консерванты имеют бактериостатический и фунгицидный характер, они ограничивают развитие микроорганизмов, но из-за невысоких дозировок не уничтожают их полностью.

Наиболее используемые на сегодняшний день консерванты:

- сорбиновая кислота (E200), сорбат калия (E 202). Дозировка 0,2% к массе муки;

- пропионовая кислота (E280), пропионаты натрия и кальция (E281, E282). Дозировка 0,3% к массе муки;
- уксусная кислота (E260), ацетат и диацетат натрия (E262). Дозировка 0,2% к массе муки при расчете на чистую кислоту;
- молочная кислота (E220). Дозировка 0,3% к массе муки (воздействует на картофельную палочку). Это неэффективный консервант так как его эффективность проявляется при очень низком pH, что крайне редко в хлебопечении;
- спирт, концентрация которого должна быть 70%, выше брать концентрацию не имеет смысла, так как не повышается эффективность. Используется 2 способа. Первый – это опрыскивание поверхности во время упаковки, и второй – это инъекция спирта в продукт (таким образом уменьшаются потери при испарении).

### Технологический процесс

Фаза, наиболее опасная для заражения – это **остывание** хлеба. На этом этапе хлеб легче всего заразить. Остывание – это период, в который температура хлеба после выхода из печи снижается до температуры окружающей среды. Для снижения риска развития микробиологической порчи, необходимо отдельное помещение для охлаждения хлеба, где будут соблюдаться следующие условия:

- наличие вентиляции и циркуляции воздуха;
- поддержание постоянной влажности и температуры окружающей среды.

При несоблюдении этих условий, будут формироваться более теплые и влажные зоны, что спровоцирует рост и развитие микроорганизмов. В течение фазы остывания происходит значительная потеря влаги в изделии (от 1% до

4% от массы, в зависимости от влажности воздуха, так как в прибрежной зоне ЮФО влажность воздуха 96%, то потери составят 1%). Поэтому слишком низкая влажность в остывочном цехе приведет к чрезмерной потере мягкости изделия. Оптимальная влажность в этой зоне 60-65%. В некоторых случаях при производстве ряда изделий в климатических условиях с высокой влажностью (Индонезия) ставят осушители для снижения риска микробиологической порчи.

Существует несколько способов охлаждения:

- с циркуляцией воздуха, при этом остывание хлеба до температуры 30-35°C происходит за 40-80 минут, в зависимости от массы изделий;
- охлаждение с вакуумом, – в этом случае остывание происходит за 5-10 минут.

Следующая стадия – **упаковка** – должна быть также изолирована от других операций. Установка фильтров и создание повышенного давления в этой зоне (для предотвращения попадания загрязненного воздуха из других помещений) – необходимые меры предосторожности. В случае упаковки не до конца остывшего изделия (температура более 35°C), риск развития микроорганизмов резко возрастает, так как появляется дополнительная влага и благоприятная температура. При упаковке хлеба в нарезке необходимо периодически и после смены нарезаемых продуктов дезинфицировать лезвия (спиртом).

Упаковка не полностью остывшего хлеба создает благоприятные условия для развития микроорганизмов (повышение активной влажности и температуры). Исключением является пастеризация, когда происходит сильное высушивание продукта.

Рассмотрим процесс **пастеризации** более подробно: после охлаждения, на-

резки и упаковки хлеб вторично отправляют на термообработку при температуре 130°C в течение определенного времени. Продолжительность пастеризации зависит от количества хлеба (рядов ящиков) и составляет от 45 минут до 2,5 часов. Что при этом происходит? Вегетативная форма бактерий погибает при 70°C, еще при первичной выпечки. Споры же остаются и погибают лишь в течение следующих 1-10 минут, когда температура достигает 75°C (во время пастеризации).

### Преимущества:

- при пастеризации мы можем увеличить срок хранения изделия до 3-6 мес;
- мы не используем консерванты, которые могут придать продукту посторонний запах и вкус.

### Недостатки:

- происходит значительное высушивание продукта и потеря мягкости;
- эта технология требует значительных энергозатрат и инвестиций в упаковку (специальная влагонепроницаемая пленка) и оборудование;
- пастеризация будет эффективной, пока упаковка остается герметичной (отсутствие консерванта). Существует вид пастеризации с ИК-излучением. При этом используют тоннельные печи с ИК-лампами.

### Окружающая среда

В окружающем нас воздухе содержатся частицы различных размеров (от 0,01 до 100 микрон). На хлебобулочных предприятиях в воздухе также содержится и мучная пыль (0,5-100 микрон). Начиная с 10 микрон формируется осадок (пыль). Частицы пыли способны переносить дрожжи (10-50 микрон) и бактерии. Для ограничения распространения микроорганизмов необходима фильтрация воздуха. В зависимости от типа предприятия существует 3 класса фильтрации воздуха, различающиеся степенью очистки.



Для того, чтобы снизить риск заражения изолированного помещения упаковки продукции, в нём устанавливают приборы, создающие повышенное давление, в результате, при открывании дверей грязный воздух не втягивается. Кроме того, для очистки системы вентиляции используют специальные средства и приспособления (фумигаторы). Помимо очистки воздуха необходима также очистка окружающих поверхностей. Разделяют 5 типов моющих средств:

- 1) Вода: парили горячая вода (70/80°C). При этой очистке происходит пастеризация плесени и дрожжей.
- 2) Окислители: хлор, перекись водорода. При этом происходит инактивация клеток микроорганизмов. Этот вид достаточно эффективен, но вреден для здоровья человека.
- 3) Аммонийные соединения. Для эффективности этого способа, необходимо предварительно очистить поверхность (водой или паром).
- 4) Йод-содержащие соединения. Их действия близки к хлору, но эффект снижается в случае загрязнения поверхности или pH более 7.
- 5) Альдегиды: формол (30% формальдегид), обладает бактерицидным и фун-

гицидным действиями. Альдегиды особенно активны на бактерии и плесени.

Таким образом, можно подвести итог: при выборе средств борьбы с микроорганизмами, необходимо руководствоваться сразу несколькими показателями:

- желаемой продолжительностью хранения изделий;
- законодательством (использование консервантов, например, в Арабских странах запрещено использовать спирт в качестве консерванта);
- маркетингом (информация на этикетке);
- сенсорными и качественными характеристиками изделий;
- экономическими факторами.

Теперь рассмотрим черствение – второй важный процесс, проходящий параллельно с микробиологической порчей.

## Черствение

Этот процесс начинается сразу после выхода хлеба из печи и характеризуется потерей хрустящих свойств и хрупкости корочки, и потерей мягкости и увеличением крошковатости у мякиша. В процессе черствения протекают два отдельных друг от друга процесса:

- процесс отвердевания, связанный с переходом влаги от мякиша к корке, от корки к внешней среде. Многочисленные исследования показали, что после 100 часов хранения французского багета влажность корки меняется с 15% до 28%, а мякиша – с 45% до 43%;
- процесс отвердевания, связанный с рекристаллизацией крахмала в течение времени (ретроградация).

Подтверждение этому – черствение даже упакованного в герметичную упаковку изделия.

Основную роль в черствении мякиша играет крахмал. Что такое ретроградация крахмала?

Крахмал – это длинная цепочка из молекул глюкозы, которая состоит из амилозы (линейная молекула, маленькая молекулярная масса) и амилопектина (разветвленная цепочка, большая молекулярная масса). Цельное зерно крахмала не растворимо, при его нагревании в присутствии воды, оно начинает растворяться (температура набухания крахмала 60°C, при температуре 70°C крахмал разрушается), амилоза покидает гранулу крахмала, амилопектин под воздействием влаги набухает. В процессе хранения происходит модификация этих молекул:

- амилоза быстро кристаллизуется, формируя довольно жесткую структуру мякиша (продолжительность ретроградации амилозы 2-5 суток);
- амилопектин (через более длительное время) формирует слабый гель с температурой плавления 60°C;

Одновременно за счет соединения молекул амилозы с амилопектином происходит вытеснение воды.

Для того, чтобы сохранить изделие более мягким, необходимо повысить его начальную мягкость и ограничить потерю мягкости в процессе хранения. Как можно повысить начальную мягкость изделия?

Изменяя **рецептуру**, мы получаем изделие с различными вкусовыми качествами. Изделие с большим объемом на вкус ощущаются более тающим и нежным.

Основной компонент – мука, напрямую связана с объемом изделия. К тому же, чем богаче мука белками, тем более длительным будет замес, в процессе которого происходит насыщение теста кислородом, вследствие чего получаем

большой объем хлеба. Жиры с низкой температурой плавления усиливают ощущения мягкости и таяния во рту. При выборе жира необходимо учитывать его качество и температуру плавления.

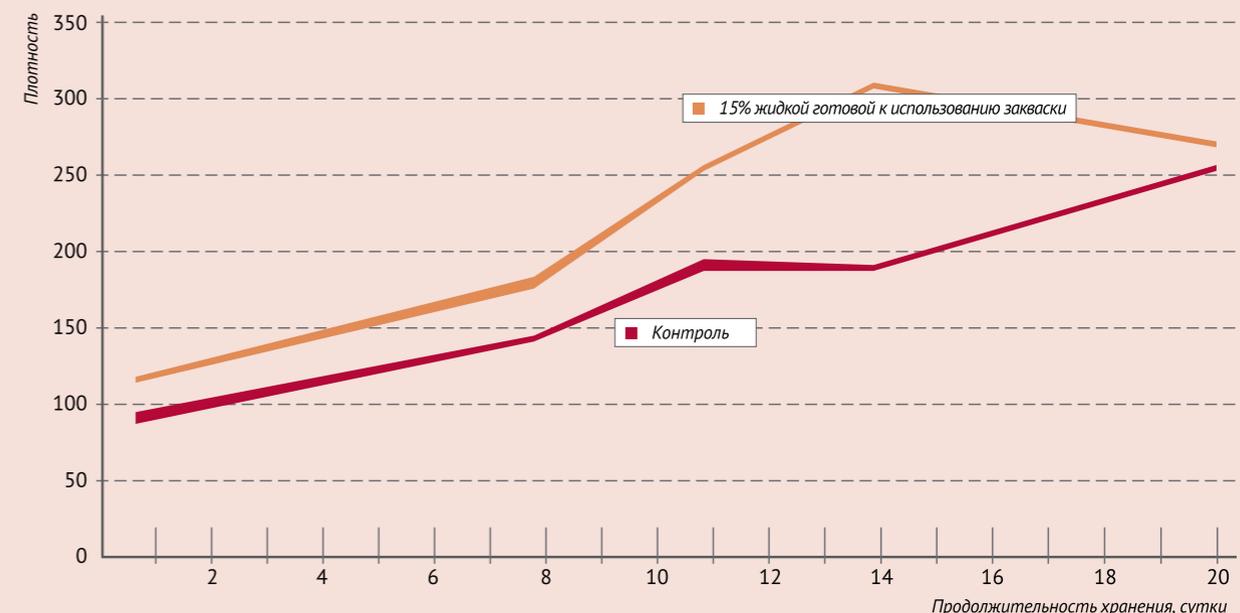
*Яйца* выполняют очень важную роль для придания мягкости. Во-первых, желток (точнее лецитин) – это эмульгатор, который связывает жировую и водную фракции, делая эмульсию более стабильной. Во-вторых, протеин белка коагулирует при температуре 70°C, что позволяет пропечь изделие за более короткое время, тем самым сохранив в нем больше влаги.

Существуют некоторые ингредиенты, которые помогают замедлить процесс черствения, например, *ферменты* (амилаза) способствуют накоплению декстринов, которые придают дополнительную мягкость мякишу. Ферменты оказывают свое воздействие только на амилопектин. *Гидроколлоиды* (гуаровая камедь, камедь рожкового дерева) позволяют увеличить гидратацию при замесе, выделяют воду при выпечке, способствуя увеличению объема изделия, снижают миграцию воды в готовом изделии. Различные  *влагоудерживающие агенты*: глицерин, сорбитол достаточно сильно связывают воду. *Эмульгаторы*, наиболее значимые для мягкости – моноглицериды, они образуют комплекс с амилозой, мешая процессу кристаллизации. Другие эмульгаторы (лецитин, да-тем) улучшают взаимодействие между

## Визитная карточка

**ООО «Саф-Нева»**  
 российское предприятие группы  
 Компании Lesaffre – мирового  
 лидера в области производства  
 хлебопекарных дрожжей.  
 197342 Санкт-Петербург,  
 ул. Белоостровская 13  
 Тел.: (812) 326 87 00  
 Факс: (812) 326 87 01  
 Сайт: www.saf-neva.ru

## Изменение плотности мякиша во время хранения



### Комментарии к графику

Закваска увеличивает плотность мякиша. Разница между образцами усиливается в период между 10 и 15 сутками хранения, к концу срока хранения – исчезает.

протеинами и крахмалом, обеспечивают равномерную пористость мякиша и объем готового хлеба.

Компания «Саф-Нева» предлагает следующие хлебопекарные улучшители для продления свежести: «Мажимикс» с белой этикеткой и «Мажимикс» с белой этикеткой ЭКОНОМ. В состав этих улучшителей входят ферменты, эмульгаторы, способствующие увеличению начальной мягкости и замедлению процесса черствения в процессе хранения. В зависимости от дозировки «Мажимикс» с белой этикеткой позволяет сохранить изделие мягким в течение двух месяцев. Для массового ассортимента хлебобулочных изделий, где нет необходимости в таком длительном хранении, более рационально использовать эконом – версию, которая обеспечит мягкость в течение семи суток.

Начальная мягкость изделия во многом зависит от **технологического процесса**. Используя тестомесильные

машины с интенсивным замесом, мы насыщаем тесто воздухом. Применение вакуума (высокоскоростные тестомесильные машины с вакуумом), способствует формированию более мелкопористой структуры мякиша. При проведении сенсорного анализа такой мякиш будет оценен, как более мягкий. Тип формования также влияет на структуру мякиша, более плотная закатка формирует равномерную мелкую пористость.

При опарном способе структура мякиша получается более тонкая, нежная. Использование стартовой культуры «Саф-Левен» LV1 и LV4 позволит получить изделие на закваске не только с неповторимым вкусом и ароматом, но и продлит срок свежести хлеба.

### Хранение

Большое значение имеет температура хранения готового изделия. Темпе-

ратура, при которой скорость ретроградации крахмала будет максимальной, равна 4°C. Поэтому, чем дольше продукт находится при температуре близкой к 4°C, тем интенсивней идет процесс черствения. Этим объясняется быстрое черствение хлеба на складе в зимний период, когда температура в этих помещениях около 10°C. Для поддержания начальной мягкости хлеба оптимально в складских помещениях иметь температуру 20-25°C и влажность в районе 65%.

## Заключение

Итак, подведем итоги. Сохранение свежести и микробиологической чистоты – это задачи, требующие от хлебопека высокого профессионализма и знаний. Опыт компании «Lesaffre» и передовые технологии и продукты помогут вам в реализации поставленных задач. Обращайтесь к нам, и мы ответим на любые ваши вопросы на форуме сайта [www.lesaffre.ru](http://www.lesaffre.ru)