

Микробиологическое производство продуктов

Производство хлебобулочных изделий

- Качество хлеба зависит от качества сырья, в первую очередь от хлебопекарных свойств муки, способов и режимов проведения отдельных стадий технологического процесса приготовления хлеба и применения специальных добавок, являющихся улучшителями качества хлеба. Процесс производства хлебобулочных изделий складывается из шести этапов:
- 1) приемка и хранение сырья;
- 2) подготовка сырья к пуску в производство;
- 3) приготовление теста;
- 4) разделка теста; 5) выпечка
- 6) хранение выпеченных изделий и отправка их в торговую сеть.
- В процессе приготовления хлеба на разных этапах одновременно происходят различные микробиологические, биохимические, физические и коллоидные процессы.

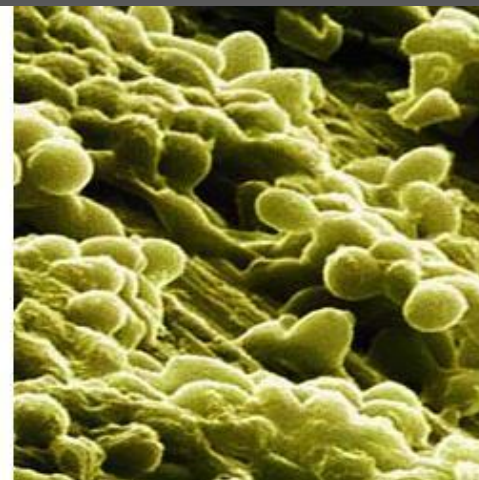
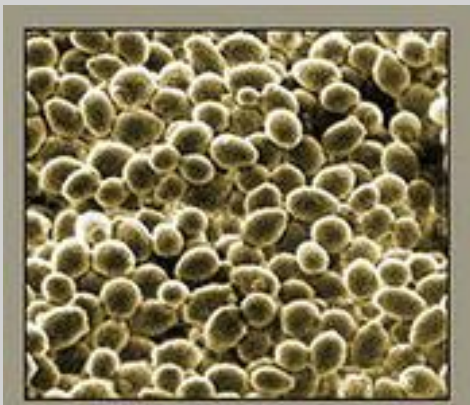
- Приготовление теста начинается с замеса. Замес теста – это перемешивание сырья, предусмотренного рецептурой, до получения однородной гомогенной массы, обладающей определенными реологическими свойствами. Образование теста при замесе происходит в результате ряда процессов, из которых важнейшими являются физико-механические, коллоидные и биохимические. Все эти процессы протекают одновременно и зависят от продолжительности замеса, температуры, количества и качества сырья, используемого при замесе теста.
- Физико–механические процессы протекают под воздействием месильного органа, который перемешивает частицы муки, воду, дрожжевую суспензию и растворы сырья, обеспечивая взаимодействие всех составных компонентов рецептуры.

- Коллоидные процессы протекают при замесе более активно. Так все составные компоненты муки (белки, крахмал, слизи, сахара и др.) начинают взаимодействовать с водой. Все, что способно растворяться (сахара, минеральные соли, водорастворимые белки) переходят в раствор и наряду со свободной водой, формируют жидкую фазу теста. Нерастворимые в воде белковые вещества, образующие клейковину (глиадиновая и глютеиновая фракции белков), в тесте связывают воду не только адсорбционно, но и осмотически. Осмотическое связывание воды в основном и вызывает набухание этих белков. Набухшие белковые вещества образуют в тесте губчатосетчатую структурную основу, каркас который и обуславливает специфические реологические свойства пшеничного теста – его растяжимость и упругость.
- При замесе теста наряду с физико-механическими и коллоидными процессами протекают и биохимические, вызываемые действием ферментов муки и дрожжей. Основные биохимические процессы – это гидролитический распад белков под действием протеолитических (протеолиз) и крахмала под действием амилолитических ферментов (амилолиз). Вследствие этих процессов увеличивается количество веществ, способных переходить в жидкую фазу теста, что приводит к изменению его реологических свойств.

- После операции замеса следует брожение теста. Основное назначение этой операции – приведение теста в состояние, при котором оно при газообразующей способности и реологическим свойствам, накоплением вкусовых и ароматических веществ будет наилучшим для разделки и выпечки.
- Разрыхление теста углекислым газом (диоксидом углерода), позволяющее получить хлеб с хорошо разрыхленным пористым мякишем, становится основной задачей процесса брожения на стадиях расстойки и выпечки хлеба.
- Сумму процессов, приводящих тесто в результате обминок и брожения, в состояние оптимальное для разделки и выпечки, объединяют общим понятием созревание теста.
- Созревание теста основано на коллоидных, биохимических и микробиологических процессах.

- Основные микробиологические процессы, протекающие при брожении теста – это спиртовое и молочнокислое брожение.
- Спиртовое брожение вызывается ферментами дрожжевых клеток, которые обеспечивают превращение простейших сахаров (моносахаридов) в этиловый спирт и диоксид углерода. При этом молекула сахара гексозы (мальтозы, фруктозы) превращается в две молекулы этилового спирта и две молекулы диоксида углерода.
- Дрожжи сбраживают сначала глюкозу и фруктозу, а затем сахарозу и мальтозу, которые предварительно превращаются в моносахариды под действием ферментов сахаразы и мальтазы. Источником сахаров в тесте являются собственные сахара зерна, перешедшие в муку, но главную массу составляет мальтоза, образовавшаяся в тесте при расщеплении крахмала. [4,
- Молочнокислое брожение – это вид брожения, который вызывается различными видами молочнокислых бактерий. В полуфабрикатах хлебопекарного производства наиболее активны нетермофильные бактерии, т.к. температура брожения обычно не превышает 30-35°C.

Хлебопекарные дрожжи



Коллоидные и биохимические процессы

- Состояние белковых веществ под действием кислот, ферментов, влаги, добавленных улучшителей хлеба, механической обработки теста значительно изменяется. Один из наиболее важных факторов – повышение кислотности, которое ускоряет как набухание, так и пептизацию белковых веществ. Под действием кислот резко снижается количество отмываемой из теста клейковины, возрастает количество водорастворимых веществ. Белковые вещества набухают и частично гидролизуются под действием протеолитических ферментов муки, дрожжей, бактерий. Часть белков набухает неограниченно, переходя в раствор. Протеолиз в тесте идет медленно, при этом главным образом меняется структура белковой молекулы, а разложения белков на отдельные аминокислоты практически не происходит. Тесто в процессе брожения становится менее вязким и более пластичным, улучшается состояние клейковинного каркаса. Под действием выделяющегося диоксида углерода пленки клейковины растягиваются, а при делении и округлении слипаются снова, что способствует улучшению механических свойств теста, образованию мелкой и равномерной пористости в мякише изделий.
- Крахмал при брожении теста частично осахаривается, превращается под действием β -амилазы в мальтозу. Мальтоза, непрерывно образуемая из крахмала, является основным сахаром теста, так как другие сахара муки сбраживаются в первые часы брожения.

- Обминка теста – кратковременное перемешивание теста в период брожения, цель которого – улучшение структурно-механических свойств теста (получение наибольшего объема хлеба с мелкой, тонкостенной и равномерной пористостью мякиша).
- Разделка теста включает в себя деление теста на куски, округление, предварительную расстойку, формование тестовых заготовок и окончательную расстойку. Разделка осуществляется с целью получения тестовых заготовок заданной массы, имеющие оптимальные органолептические и реологические свойства для выпечки.

- После округления тестовых заготовок наступает стадия предварительной расстойки. Основное значение этой операции – приведение тестовой заготовки в оптимальное состояние для последующего формования. В результате механических воздействий, оказываемых на тесто в процессе деления на куски, и последующего их округления, в кусках теста возникает внутреннее напряжение и частично разрушаются некоторые звенья клейковинного структурного каркаса. При предварительной расстойке внутренне напряжение в тесте расслаивается, а разрушенные звенья структуры теста частично восстанавливаются.]
- Окончательная расстойка. Цель – восстановить нарушенную при формовании структуру теста и обеспечить разрыхление тестовой заготовки за счет выделения диоксида углерода.
- Выпечка – заключительная стадия приготовления хлебобулочных изделий, окончательно формирующая их в продукт, готовый к употреблению. В процессе выпечки внутри тестовой заготовки происходят интенсивные теплофизические, биохимические, микробиологические и коллоидные процессы, в результате которых формируется эластичный, сухой на ощупь мякиш, образуются специфические вкусовые и ароматические вещества, приобретаются характерная окраска и толщина корки.

Кисломолочные продукты

- Кисломолочные напитки - это продукты, получаемые из цельного, обезжиренного, нормализованного молока или сливок путем внесения заквасок и создания условий для сквашивания нормализованной смеси и получения сгустка. При этом используются чистые культуры молочнокислых бактерий с добавлением или без добавления дрожжей или уксуснокислых бактерий

Виды продукции

- Простокваша - это кисломолочный продукт с ненарушенным сгустком. Его вырабатывают из молока с добавлением или без добавления вкусовых и ароматических веществ. В качестве вкусовых и ароматических веществ применяют сахар, мёд, ванилин, корицу, плодово-ягодные кремы или варенье.
- Обыкновенная простокваша - вырабатывается путем сквашивания пастеризованного молока чистыми культурами мезофильного стрептококка.
- Мечниковская простокваша - изготавливается сквашиванием пастеризованного молока термофильным стрептококком и болгарской палочкой. Готовый продукт имеет более выраженный кисломолочный вкус по сравнению с обыкновенной простоквашей.
- Южная простокваша - получается сквашиванием молока и болгарской палочки с добавлением дрожжей, сбраживающих лактозу. Ацидофильная простокваша - получается сквашиванием молока чистыми культурами молочнокислого стрептококка с добавлением ацидофильной палочки слизистой и не слизистой рас.
- Ряженка или простокваша украинская - вырабатывается путем сквашивания топленой смеси молока и сливок с добавлением или без добавления болгарской палочки.
- Варенец - изготавливают сквашиванием стерилизованного или топленого молока с добавлением или без добавления болгарской палочки.

- Солёная простокваша (с джемом или вареньем) - вырабатывается сквашиванием цельного молока и болгарской палочки с добавлением джема или варенья.
- Йогурт - от других кисломолочных продуктов он отличается повышенным содержанием сухих обезжиренных веществ молока. Его готовят из молока или молочной смеси с добавлением сухого молока, сахара, плодово-ягодных сиропов. Вырабатывается йогурт 1.5%, 3.2% и 6% -ой жирности. В зависимости от применяемых вкусов и ароматических веществ выпускают йогурт несладкий, сладкий, с ванилином и плодово-ягодный, цвет которого зависит от цвета введенного сиропа. Изготавливают с использованием закваски из болгарской палочки и термофильных молочнокислых стрептококков.
- Ацидофильные молочные продукты - их получают сквашиванием молока чистыми культурами ацидофильной палочки. К таким продуктам относят следующие:
- Ацидофильное молоко - вырабатывают из цельного или обезжиренного молока с добавлением или без добавления сахара, которое сквашивают чистыми культурами ацидофильной палочки. Выпускают ацидофильное молоко жирным, нежирным, а также с добавлением витаминов или корицы.
- Ацидофилин - готовят из цельного или обезжиренного молока с добавлением или без добавления сахара, сквашиваемого чистыми культурами ацидофильной палочки и кефирной закваски. Ацидофилин может быть жирным или нежирным.
- Ацидофильно-дрожжевое молоко - готовят из цельного или обезжиренного молока с добавлением или без добавления сахара, сквашиваемого чистыми культурами ацидофильной палочки и дрожжей.

- Продукты смешанного брожения приготавливают из молока с применением естественной симбиотической закваски, приводящей к протеканию как молочнокислого, так и спиртового брожения: кефирные грибки или кумысная закваска.
- Кефир - кисломолочный напиток, получаемый смешанным брожением. Для производства кефира используют естественную симбиотическую закваску - на кефирных грибкаx. Являясь продуктом смешанного брожения, содержит наряду с молочной кислотой незначительное количество спирта (в среднем 0,1-0,2%), но даже в таком количестве спирт вместе с углекислотой придают напитку приятный освежающий вкус и тонизирующие свойства.
- Кефир особый - 1% жирности нежирный, из смеси молока цельного, обезжиренного и из молочнобелковых концентратов, сквашенного закваской, приготовленной на кефирных грибкаx.
- Кефир фруктовый - вырабатывают жирностью 2,5; 1% и нежирный с добавлением после созревания плодово-ягодных наполнителей; и т.д.
- Кумыс - национальный кисломолочный продукт, изготавливаемый сквашиванием кобыльего молока чистыми культурами болгарской и ацидофильной молочнокислых палочек и дрожжей. В зависимости от продолжительности созревания различают кумыс слабый, средний и крепкий с накоплением этилового спирта соответственно до 1; 1,75; 2,5%.
- Продукты, выработанные по технологии соответствующих кисломолочных напитков, обогащённые бифидофлорой называются бифидосодержащими кисломолочными напитками - бифидокефир, бифидок, биоюгурт, бифидоряженка и др.
-

- Все кисломолочные продукты по характеру биохимических процессов подразделяются на две группы: гомоферментативного и гетероферментативного брожения
- В основе приготовления продуктов гомоферментативного брожения лежит молочнокислое брожение. К ним относятся все разновидности простокваши, ацидофильные продукты. В этих продуктах накапливаются в основном молочная кислота
- К группе гетероферментативного брожения относятся продукты со смешанным - молочнокислым и спиртовым - это кефир, кумыс.
- В результате молочнокислого брожения лактозы, которое вызвано лактококками и молочнокислыми палочками, основным продуктом распада является молочная кислота. В результате спиртового брожения лактозы, вызванного дрожжами, сбраживающими лактозу, основными продуктами распада являются этиловый спирт и углекислотный газ. Они придают продукту специфический острый вкус и запах, и т.д. .
- Вкус и консистенция кисломолочных напитков также во многом зависят от состава бактериальных заквасок. Подбирая их состав, можно регулировать свойства сгустков и обеспечивать оптимальную консистенцию и вкус. Приготовление производственных партий заквасок осуществляется в специализированных заквасочниках, которые обеспечивают проведение пастеризации, выдержки, охлаждения, заквашивания, культивирования и дальнейшего охлаждения в одном и том же сосуде. конкретные режимы приготовления заквасок для каждого вида ферментативных молочных продуктов указывается в соответствующих технологических инструкциях и наставлениях, прикладываемых к чистым культурам микроорганизмов их изготовителем.

- Их основу составляют следующие виды микроорганизмов:
- Молочнокислый стрептококк бывает мезофильный и термофильный, оптимальная температура развития, которых $30-35^{\circ}\text{C}$ и $40-45^{\circ}\text{C}$ соответственно. Они образуют плотный сгусток, предел кислотообразования - $120-130^{\circ}\text{T}$.
- Болгарская палочка имеет оптимум развития при $40-45^{\circ}\text{C}$, предел кислотообразования - 300°T , даёт плотный, ровный сгусток.
- Ацидофильная палочка бывает слизистых и не слизистых рас, оптимальная температура развития - $40-42^{\circ}\text{C}$. слизистые расы - слабые кислотообразователи (200°T), дают тягучий (слизистый) сгусток. Неслизистые расы - сильные кислотообразователи (до 300°T) - образуют ровный сгусток.
- Ароматообразующие бактерии входят в группу молочнокислых стрептококков и помимо молочной кислоты продуцируют повышенное количество летучих кислот и ароматических веществ (диацетила, ацетоина, ацетальдегида). Оптимальная температура развития $25-30^{\circ}\text{C}$.
- После заквашивания молоко тщательно перемешивают для равномерного распределения закваски и сквашивают двумя способами: термостатным и резервуарным.

Состав закваски продукта

| | |
|------------------------------|--|
| Простокваша обыкновенная | Str. lactis; Str. cremoris; Str. diacetylactis или Str. acetoinicus (2...5%) |
| Йогурт, простокваша "Южная", | Болгарская палочка, термофильный стрептококк (3...5%) |
| Ацидофильное молоко | Ацидофильная палочка (3...5%) |
| Ацидофильная простокваша | Ацидофильная палочка, термофильный стрептококк |
| Кефир | Многокомпонентная грибковая или производственная кефирная закваска (5...10%) |

○ Str. lactis

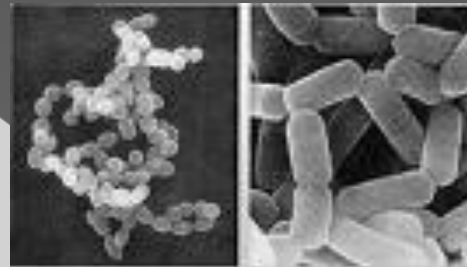
болгарская палочка



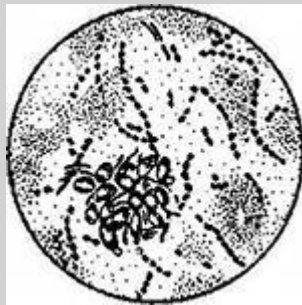
○ Ацидофильная палочка



термофильный стрептококк



○ Кефирная закваска



Общая схема производства



При производстве кисломолочных напитков применяются два способа: термостатный и резервуарный.

- При термостатном способе производства кисломолочных напитков сквашивание молока и созревание напитков производится в бутылках в термостатных и хладостатных камерах.
- При резервуарном способе производства заквашивание, сквашивание молока и созревание напитков происходит в одной емкости (молочных резервуарах).

Резервуарный способ

- технологический процесс производства кисломолочных напитков резервуарным способом состоит из следующих технологических операций: подготовки сырья, нормализации, пастеризации, гомогенизации, охлаждения, заквашивания, сквашивания в специальных емкостях, охлаждения сгустка, созревания сгустка (кефир, кумыс), фасовки.
- Для производства кисломолочных напитков используется молоко не ниже второго сорта кислотностью не выше 19 °Т, которое предварительно подвергают очистке. Обезжиренное молоко, пахта, сливки, сгущенное и сухое молоко, казеинат натрия и плодоягодные наполнители должны быть доброкачественными без посторонних привкусов и запахов и пороков консистенции.
- Кисломолочные напитки вырабатывают с различной массовой долей жира: 6; 4; 3,2; 2,5 1,5; 1%. Поэтому исходное молоко соответственно нормализуется до требуемой массовой доли жира. Нормализация молока осуществляется в потоке на сепараторах-нормализаторах или смешением. Нежирные продукты вырабатываются из обезжиренного молока.
- Нормализованное сырье подвергается тепловой обработке. В результате пастеризации уничтожаются микроорганизмы в молоке и создаются условия, благоприятные для развития микрофлоры закваски. Наилучшие условия для развития микроорганизмов создаются, если молоко пастеризуется при температурах, близких к 100 °С. При этих условиях происходит денатурация сывороточных белков, которые участвуют в построении структурной сетки сгустка, повышаются гидратационные свойства казеина и его способность к образованию более плотного сгустка, хорошо удерживающего сыворотку. Поэтому при производстве всех кисломолочных напитков, кроме ряженки и варенца, исходное сырье пастеризуется при температуре 85-87 °С с выдержкой 5-10 мин или при 90 - 92 °С с выдержкой 2-3 мин, ряженки и варенца - 95-98 °С с выдержкой 2-3 ч. Кроме того, при выработке варенца используется и стерилизация молока.

- Тепловая обработка молока обычно сочетается с гомогенизацией. В результате гомогенизации при температуре 55-60 °С и давлении 17,5 МПа улучшается консистенция кисломолочных продуктов и предупреждается отделение сыворотки.
- После пастеризации и гомогенизации молоко охлаждается до температуры заквашивания. При использовании закваски, приготовленной на термофильных бактериях, молоко охлаждается до 50 - 55°С, мезофильных-30-35 °С и кефирной закваски - 18-25 °С.
- В охлажденное до температуры заквашивания молоко должна быть немедленно внесена закваска, соответствующая виду продукта. Наиболее рационально вносить закваску в молоко в потоке. Для этого закваска через дозатор подается непрерывно в молокопровод и в смесителе смешивается с молоком.
- Сквашивание молока проводят при температуре заквашивания. В процессе сквашивания происходит размножение микрофлоры закваски, нарастает кислотность, коагулирует казеин и образуется сгусток. Окончание сквашивания определяют по образованию достаточно плотного сгустка и достижению определенной кислотности.
- По окончании сквашивания продукт немедленно охлаждается. Кисломолочные продукты, вырабатываемые без созревания, немедленно направляются на охлаждение.
- Кефир, вырабатываемый с созреванием, после сквашивания охлаждается до 14-16 °С и при этой температуре созревает. Продолжительность созревания кефира не менее 10-12 ч. Во время созревания активизируются дрожжи, происходит процесс спиртового брожения, в результате чего в продукте накапливаются спирт, углекислота и другие вещества, придающие этому продукту специфические свойства.

- Технологический процесс производства кисломолочных напитков термостатным способом состоит из тех же технологических операций, что и при производстве резервуарным способом, осуществляемых в такой последовательности: подготовка сырья, нормализация, гомогенизация, охлаждение до температуры заквашивания, заквашивание, фасование, сквашивание в термостатных камерах, охлаждение сгустка, созревание сгустка (кефир, кумыс).
- Приёмку и подготовку сырья, нормализацию, тепловую обработку, гомогенизацию нормализованной смеси и её охлаждение до температуры заквашивания выполняют так же, как и при резервуарном способе производства. Далее нормализованную смесь заквашивают в ёмкости. После заквашивания смесь фасуют в потребительскую тару и направляют в термостатную камеру, где поддерживается температура, благоприятная для развития микрофлоры закваски. Об окончании сквашивания судят по кислотности и плотности сгустка. После окончания сквашивания продукт направляют в холодильную камеру для охлаждения, а кефир - и для созревания.

- Резервуарный способ производства кисломолочных напитков по сравнению с термостатным имеет ряд преимуществ. Во-первых, этот способ позволяет уменьшить производственные площади за счет ликвидации громоздких термостатных камер. При этом увеличивается съём продукции с 1м² производственной площади и снижает расход теплоты и холода. Во-вторых, он позволяет осуществить более полную механизацию и автоматизацию технологического процесса, сократить затраты ручного труда на 25% и повысить производительность труда на 35 %.

Охлаждение, созревание и хранение кисломолочных напитков



По окончании сквашивания кисломолочные продукты постепенно охлаждают в холодильной камере до температуры не выше $6\pm 2^{\circ}\text{C}$, за этот период продукт должен приобрести плотную однородную консистенцию. Ряд кисломолочных продуктов после охлаждения (кефир, кумыс) выдерживают определенное время в холодильных камерах для созревания. По окончании созревания продукты передают на хранение и реализацию. Температура воздуха в камерах хранения до реализации должна быть не выше $6-8^{\circ}\text{C}$. Срок хранения не более 18 ч. Соблюдение правил охлаждения и хранения является важнейшим гигиеническим требованием