Наименование ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Лекция № 9 (2 часа)

Тема: Микроорганизмы ржаной закваски и теста.

1. Биотехнологические процессы при приготовлении ржаных и ржано-пшеничных полуфабрикатов
2. Микроорганизмы ржаной закваски и теста.

1. Биотехнологические процессы при приготовлении ржаных и ржано-пшеничных полуфабрикатов

Тесто из ржаной муки отличается более высокой кислотностью, поэтому оно готовится на закваскаx. Закваска в данном случае – это порция спелого теста, приготовленная без соли и содержащая активные молочнокислые бактерии, а также небольшое количество дрожжей. В зависимости от влажности закваски могут быть *густые*, *обыкновенные* и *жидкие*, содержащие соответственно 50, 60 и 70…80% влаги.

При приготовлении заквасок различают два цикла: *разводочный* (процесс приготовления новой закваски) и *производственный* (в этом случае спелую закваску делят на три части, две из которых расходуют на приготовление теста, а одну часть – для приготовления новой порции закваски). Разводочный цикл выполняют редко – в начале производства или если качество применяемой закваски в производстве ухудшилось и требует замены.

При разводочном цикле закваску готовят в 3…4 стадии, постепенно увеличивая порцию закваски. Температура брожения заквасок последовательно увеличивается с 25 до 28°С. Источником микрофлоры в разводочном цикле является смесь размноженных в лабораторных условиях чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий. Общая длительность разводочного цикла составляет 12…14 ч. Для получения производственной густой закваски подают на замес 1/3 муки, предусмотренной рецептурой, воду и порцию спелой закваски, полученной в предыдущем цикле. Брожение производят при температуре 28°С в течение 3,5…4 ч. Выброженную закваску делят на три равные части, две части подают на приготовление теста, а одну часть – на возобновление производственной закваски в последующем цикле.

Для приготовления теста в закваску добавляют муку, воду, соль и другие компоненты, предусмотренные рецептурой. Брожение ведут при температуре 28…30°С. По производственному циклу завод может работать месяцами.

При замесе теста из опары (закваски) и всех других ингредиентов, предусмотренных рецептурой, образуется масса, однородная по всему объему. Кроме достижения однородной структуры при замесе теста происходят сложные физические, коллоидные и биохимические процессы, совокупная взаимосвязь которых существенно влияет на свойства готового теста.

Брожение теста начинается с момента замеса и продолжается в период нахождения теста в бродильных емкостях и при дальнейших технологических процессах. Цели брожения – накопление в полуфабрикатах вкусовых и ароматических веществ и приведение теста по газоудерживающей способности и физическим свойствам в состояние, наиболее благоприятное для разделки и выпечки. На завершающих этапах производства – расстойке тестовых заготовок и выпечке –

основными задачами брожения являются разрыхление теста диоксидом углерода и образование мякиша с хорошо развитой тонкостенной пористостью. Совокупность всех процессов, обуславливающих оптимальные свойства теста для разделки и выпечки, принято называть *созреванием* теста.

При брожении в тесте происходят следующие процессы: микробиологические (спиртовое и молочнокислое брожение), коллоидные, физические и биохимические. Спиртовое брожение вызывается дрожжами, в результате чего образуются этиловый спирт и диоксид углерода. Скорость брожения зависит от температуры, наличия сахаров, белков, минеральных веществ и витаминов, кислотности среды и количества дрожжей.

Молочнокислое брожение вызывается молочнокислыми бактериями, попадающими из воздуха, с мукой или закваской. В пшеничном тесте преобладает спиртовое брожение, а в ржаном – молочнокислое. В результате нарастания кислотности ускоряется набухание белков, замедляется разложение крахмала, образуется тесто с оптимальными физическими свойствами, обуславливающими вкус и аромат хлеба. Поэтому кислотность теста является признаком его созревания, а кислотность хлеба – одним из показателей его качества, включенных в стандарт.

Коллоидные процессы, начавшиеся на стадии замеса, продолжаются при брожении и связаны с набуханием белков муки. При этом необходимо обеспечить условия для достаточного набухания белков, но в то же время не допустить излишней пептизации белков, приводящей к разжижению теста.

В результате физических процессов происходит насыщение теста диоксидом углерода, его объем увеличивается, температура повышается на 1…2°С.

2. Микроорганизмы ржаной закваски и теста.

В ржаных заквасках представлены дрожжи и кислотообразующие бактерии. Дрожжи в ржаных заквасках обычно встречаются даже тогда, когда их не вносят в первую фазу разведочного цикла приготовления закваски. Это дрожжи, попавшие в закваску с мукой, водой или из воздуха и размножившиеся в закваске, представляющей собой благоприятную питательную среду.

Изучением дрожжевых микроорганизмов ржаных заквасок занимался ряд исследователей. Наряду с дрожжами Sacch. cerevisiae и некоторым количеством отдельных разновидностей диких дрожжей в ржаных заквасках встречаются и дрожжи Sacch. minor. Это значительно более мелкие, круглые или несколько овальные дрожжи, имеющие оптимум размножения при 25 ºС и кислотности 9-12 град. Они сбраживают глюкозу, фруктозу, сахарозу, но не сбраживают мальтозы. Хотя некоторые исследователи рассматривают этот вид дрожжей как специфический для ржаного теста, ставший таким в результате длительного естественного отбора, однако по распространенности, скорости размножения и интенсивности брожения в ржаных заквасках и тесте основную роль играют все же крупноклеточные овальные дрожжи Sacch. cerevisiae, адаптированные к повышенной кислотности теста и его кислотообразующим микроорганизмам.

Исследователями, изучавшими микроорганизмы ржаных заквасок и теста, из этих объектов выделено значительное количество различных представителей кислотообразующих бактерий.

Можно считать установленной значительную изменчивость как морфологических признаков, так и физиологических и биохимических свойств кислотообразующих бактерий заквасок и теста. Эти признаки и свойства кислотообразующих бактерий существенно изменяются в зависимости от состава и условий ведения заквасок, от методов выделения, состава сред, условий, применявшихся при культивировании и исследовании выделенных бактерий, и возраста культуры.

Различием в этих факторах наряду с отличиями отдельных штаммов кислотообразующих бактерий следует объяснить то, что большинству исследователей, изучавших кислотообразующие бактерии заквасок, при характеристике морфологических признаков и биохимических свойств выделенных бактерий не удавалось получить данных, точно совпадающих с данными предшествовавших исследователей. Поэтому в ряде случаев выделенные бактерии рассматривались как вновь открытые; они получали новые произвольные наименования, присваиваемые им без какой-либо терминологической системы.

Следует также отмстить, что в непрерывно освежаемых ржаных закваскаx наряду со специфическими кислотообразующими микроорганизмами, устанавливающимися при данном режиме ведения закваски, всегда присутствует известное количество весьма разнообразных бактерий, вносимых в закваску с мукой при освежении. Однако значительная часть этих бактерий затем подавляется специфическими для закваски кислотообразующими бактериями, поэтому для закваски эти бактерии являются временными и случайными.

Попытки классифицировать кислотообразующие бактерии ржаных заквасок и теста были предприняты многими исследователями, в том числе Кнудсеном, Селибером, Шпихером и др.

Для правильного понимания роли кислотообразующих бактерий ржаных заквасок и теста в технологическом процессе их приготовления важно отметить следующее. Специфические для ржаных заквасок и теста кислотообразующие бактерии состоят из бактерий, относящихся к двум группам.

1. Гомоферментативные, молочнокислые бактерии, образующие в качестве основного продукта молочную кислоту.

Однако наряду с молочной кислотой бактерии этой группы образуют незначительное количество летучих кислот (в основном уксусную кислоту). Эти бактерии не обладают способностью газообразования. Бактерии этой группы могут быть подразделены па две подгруппы. К первой относятся мезофильные бактерии, имеющие температурный оптимум в пределах 25-35°С. — это Lactobacillus plantarum.

Ко второй подгруппе молочнокислых бактерий можно отнести термофильные

бактерии с температурным оптимумом, лежащим в пределах 40-55 °С. К этим бактериям относятся бактерии Дельбрюка. Эти бактерии в закваскаx и тесте играют роль только кислотообразователей. В разрыхлении теста они не участвуют, так как не образуют газа.

2. Гетероферментативные, молочнокислые бактерии, образующие наряду с молочной кислотой значительные количества летучих кислот (в основном: уксусную кислоту) и газа (в основном диоксида углерода) и незначительное количество спирта. Температурный оптимум бактерий этой группы лежит в пределах 30-35 *С. Эти

бактерии в заквасках и тесте являются не только кислотообразователями, но и энергичными газообразователями, играющими существенную роль в разрыхлении ржаного теста.

Основное количество уксусной кислоты, накапливающейся в ржаных заквасках и тесте, образуется именно этими бактериями.

Наряду с кислотообразующими бактериями этих двух групп в ржаных заквасках и тесте всегда содержится некоторое количество бактерий других групп, также образующих наряду с молочной кислотой весьма значительное количество летучих кислот и газов (водорода, азота и диоксида углерода).

Однако эти бактерии, вносимые в закваски при освежении и в тесто при его замесе с мукой, не являются специфичными для заквасок. При непрерывном ведении заквасок они подавляются и вытесняются бактериями первых двух групп.

В отношении роли отдельных видов микроорганизмов ржаных заквасок и теста, в состав которой входят дрожжи и кислотообразующие бактерии, целесообразно также отметить некоторые общие вопросы.

Какую роль в разрыхлении ржаного теста, приготовленного на заквасках, играют дрожжи и гетероферментативные молочнокислые бактерии?

Некоторые исследователи (например, Холлигер и В. А. Николаев) отрицают сколько-нибудь значительную роль кислотообразующих бактерий ржаного теста в его разрыхлении. Разрыхление ржаного теста, по их мнению, целиком обеспечивается углекислым газом, выделяемым в тесте дрожжами.

Большинство исследователей, не отрицая большой роли дрожжей в разрыхлении ржаного теста, отмечают и существенную роль в этом процессе кислото- и газообразующих бактерий. Действительно, в ржаных заквасках и ржаном тесте, готовящихся при обычной температуре (не выше 30 °С), в состав микроорганизмов всегда входят наряду с дрожжами и неистинные молочнокислые бактерии, являющиеся энергичными газообразователями. Число этих бактерий во много раз превышает число дрожжевых клеток.

Еще М. Ф. Попов (1884), В. Л. Омелянский (1924), Г. Л. Селибер и его сотрудники показали в лабораторных условиях, что ржаное тесто может быть удовлетворительно разрыхлено и в результате приготовления на культурах одних кислото- и газообразующих бактерий. Работы в этом направлении велись не только в лабораторных, но и в производственных условиях Е. А. Гладковой и П. М. Плотниковым, М. И. Княгиничевым и З. И. Шмидт.

Следует отметить, что этими исследователями и закваски, и тесто готовились при повышенной температуре: Гладковой при 33-34 °С, Плотниковым, Княгиничевым и Шмидт - при 35-37 °С.

Существенным является также вопрос о соотношении в ржаных заквасках молочной и летучих кислот (в основном уксусной). Вкус хлеба в значительной мере зависит не только от общего количества в нем молочной, уксусной и других кислот, но и от их соотношения. Чем выше доля уксусной кислоты в общем содержании кислот в хлебе, тем резче выражен его кислый вкус. Однако и при слишком низком содержании уксусной кислоты вкус ржаного хлеба, особенно из обойной муки, не является полноценным. Доля уксусной кислоты в общей кислотности ржаного хлеба колеблется обычно от 20 до 40%.

Можно считать, что если более 30% общего содержания кислот ржаного хлеба приходится на долю летучих кислот, то вкус хлеба будет резко кислым даже при нормальном уровне общей титруемой кислотности.

Во вкусе ржаного хлеба не выяснена еще роль янтарной, яблочной, винной и лимонной кислот, доля которых в общей кислотности ржаного хлеба может доходить до 8%.

Молочная кислота, как уже отмечалось, благоприятно влияет на реологические свойства ржаного теста и на пептизацию его белков. Поэтому практически важен вопрос о методах, которые при приготовлении ржаного теста могут быть использованы для регулирования соотношения в нем молочной и уксусной кислот.

Казалось бы, что наиболее эффективным путем достижения желаемого соотношения в тесте и хлебе молочной и уксусной кислот является приготовление (в разводочном цикле) заквасок на чистых культурах истинных и неистинных молочнокислых бактерий, взятых в определенных соотношениях. В течение первых нескольких дней работы по производственному циклу на таких закваска в тесте действительно сохранялась преобладающая роль и заданное соотношение внесенных культур кислотообразующих бактерий.

Но уже через 3-4 дня состав кислотообразующих микроорганизмов и соотношение молочной и уксусной кислот в тесте приближались к обычным, устанавливающимся спонтанно при данном режиме приготовления заквасок.

Поэтому более эффективным и устойчивым во времени способом регулирования состава микроорганизмов и соотношения кислот в закваска является изменение режима приготовления заквасок. Так, например, меняя соотношение в закваске муки и воды, можно влиять на соотношение в ней молочной и уксусной кислот. Чем меньше в закваске воды по отношению к муке, чем «крепче» она по консистенции, тем выше скорость общего кислотонакопления и доля уксусной кислоты в общей кислотности.

Внесение в закваску дрожжей, особенно кислотоустойчивых заквасочных, как уже отмечалось, также форсирует общее кислотонакопление и, наоборот, снижает долю уксусной кислоты. Это связано, очевидно, с образованием из диоксида углерода и накоплением в закваска угольной кислоты.

Весьма эффективным способом изменения состава и свойств микроорганизмов ржаных заквасок, а следовательно, и соотношения в них различных продуктов брожения является изменение температуры. Установлено, что повышение температуры заквасок от 25 до 40 ‘С форсирует кислотонакопление в закваска, одновременно повышая долю молочной кислоты в общей кислотности теста.

Наиболее вероятное объяснение этого явления в том, что повышение температуры заквасок создает благоприятные условия для развития и жизнедеятельности термофильных молочнокислых бактерий.

Следует отметить, что повышение температуры заквасок вызывает существенные изменения и их дрожжевой флоры. Размеры клеток уменьшаются, активность снижается, число дрожжевых клеток в определенном объеме закваски также изменяется.

Повышение температуры жидкой закваски до 34 ºС при одновременном сокращении до 50-60 мин периода времени между отборами части готовой закваски

и внесением соответствующего количества питательной среды приводило, по данным Е. А. Гладковой, к почти полному исчезновению в закваске дрожжевых клеток.

Следует, однако, отметить, что другие экспериментаторы, изучавшие микроорганизмы производственных заквасок, приготовленных при этом режиме, устанавливали наличие в них значительного количества дрожжевых клеток.

Повышение температуры закваски и теста (до 35-37 ºС) было использовано также Плотниковым, Княгиничевым и Шмидт при разработке технологии приготовления заквасок без дрожжей.

Весьма интересен, но, к сожалению, недостаточно изучен вопрос о биологических взаимоотношениях и взаимном влиянии в заквасках и тесте различных видов и разновидностей бродильных микроорганизмов.

Выше уже отмечалось влияние дрожжей на кислотообразование в заквасках и тесте и влияние кислотообразующих бактерий в закваске на уменьшение размеров дрожжевых клеток при повышенных температурах.

Селибер, рассматривая вопрос о взаимодействии различных видов микроорганизмов заквасок, отмечает, что влияние совместного культивирования дрожжей и кислотообразующих бактерий группы В может быть различным при разных количествах и соотношениях этих микроорганизмов в питательной среде. При одних соотношениях совместное культивирование этих микроорганизмов снижает коэффициент размножения дрожжей, при других нет. Коэффициент размножения кислотообразующих бактерий отдельных групп во всех случаях снижался при совместном культивировании их с дрожжами. В этой работе Селибер указывает на возможность прямого паразитирования молочнокислых бактерий на дрожжевых клетках с разрушением последних, особенно при повышенных температурах.

Селибер констатировал, что при определенных соотношениях совместное культивирование дрожжей и кислотообразующих бактерий хотя и снижало коэффициент размножения дрожжей и бактерий, но одновременно форсировало кислотонакопление в питательной среде. Это указывает на то, что совместная жизнедеятельность дрожжей и бактерий целесообразна не в заквасках, в которых большое значение имеет скорость размножения бродильных микроорганизмов, а в последней фазе — в тесте, где их размножение не имеет уже практического значения.

Тесты для самопроверки к лекции 19-20

1. Конечная кислотность производственной закваски при приготовлении ржаного теста на жидких заквасках
А) 5-6 град
Б) 9-13 град
В) 8-9 град
Г) 7-8 град
Д) 17-19 град

2. Влажность жидких заквасок для ржаного теста
А) 70-80%
Б) около 60%

В) около 50%
Г) 60-65%
Д) около 45%

3. Влажность менее густых заквасок (квасов), идущих на приготовление ржаного теста
А) около 50%
Б) около 60%
В) 70-80%
Г) 40-50%
Д) около 80%

4. При выведении закваски по полному разводочному циклу, приготовление следующей закваски не предусмотрено
А) дрожжевой
Б) промежуточный
В) основной
Г) производственный
Д) заваренной

5. Длительность брожения теста, приготовленного на менее густых заквасках
А) 60-80 мин
Б) 20-30 мин
В) 40-50 мин
Г) 50-60 мин
Д) 10-20 мин

6. Конечная кислотность производственной закваски при приготовлении ржаного теста на менее густых заквасках
А) 11-12 град
Б) 7-8 град
В) 17-19 град
Г) 13-16 град
Д) 8-9 град

7. Сокращенный производственный цикл приготовления ржаного теста включает приготовление
А) закваски и теста
Б) опары
В) жидких дрожжей
Г) опары и теста
Д) приготовление заварки и теста

8. Гомоферментативные кислотообразующие бактерии ржаного теста в качестве основного продукта образуют:
А) молочную кислоту и незначительное количество летучих кислот
Б) яблочную кислоту
В) уксусную кислоту
Г) муравьиную кислоту
Д) молочную кислоту и значительное количество летучих кислот

9. Количество муки вносимой в закваску при приготовлении жидкой закваски
А) 25-35%
Б) 50 %
В) 60-70%
Г) 15-20%
Д) 45-50%

10. Способы приготовления жидкой закваски
А) с применением и без применения заварки
Б) с применением муки
В) с применением и без применения дрожжей
Г) с применением и без применения соли
Д) с применением и без применения тмина

Вопросы для самопроверки к лекции 19-20

1. Приготовление ржаного и ржано-пшеничного теста на густых закваскаx периодическим и непрерывным способами. Параметры технологического процесса, аппаратурное оформление, сравнительная характеристика.
2. Приготовление ржаного и ржано-пшеничного теста на жидких закваскаx по Ленинградской схеме с применением заварок. Понятие о производственном и разводочном циклах. Параметры технологического процесса, аппаратурное оформление. Преимущества и недостатки схемы.
3. Приготовление ржаного и ржано-пшеничного теста на жидких закваскаx по Ленинградской схеме без применения заварок в питательной смеси. Понятие о производственном и разведочном циклах. Параметры технологического процесса, аппаратурное оформление. Преимущества и недостатки схемы.
4. Организация производства ржаного и ржано-пшеничного хлеба при 1-2 сменном режимах работы. Ускоренные способы тестоведения, приемы консервации густой и жидкой закваски.
5. Приготовление ржаного теста для улучшенных и национальных сортов хлеба с применением сброженных заварок и термофильных заквасок.