

ПОЛУЧЕНИЕ ФЕРМЕНТИРОВАННОГО ПОЛУФАБРИКАТА ИЗ РЖАНОЙ МУКИ С ВНЕСЕНИЕМ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

Т. А. Гуринова, А. Г. Авраменко, А. Г. Пискижова

Проведены исследования по влиянию различных дозировок бактериальных концентратов на накопление кислотности в ржаном высококислотном полуфабрикате. Определено оптимальное количество бактериальных концентратов для выведения закваски, установлен наиболее рациональный способ внесения их в питательную среду.

Введение

Интенсивность протекания биотехнологических процессов приготовления и качество хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной в значительной степени зависит от свойств основного полуфабриката, необходимого для производства хлеба с ржаной мукой – ржаной закваски.

Качество ржаной закваски зависит от многих факторов, но в большей степени от бактериальной микрофлоры и ее жизнеспособности, а также от качественного состава питательной среды, в которой осуществляется культивирование микроорганизмов. При непрерывном режиме работы предприятия традиционным является приготовление закваски путем ее регулярного возобновления. Учитывая сокращение объемов производства хлебобулочных изделий и переход хлебопекарных предприятий на дискретный режим работы, возникает вопрос о сохранении функциональности микрофлоры за счет новых способов получения хлебных заквасок.

Целью настоящих исследований является выведение качественного ферментированного полуфабриката из ржаной муки с помощью микрофлоры молочных бактериальных концентратов.

Результаты исследований и их обсуждение

Одним из вариантов получения заквасок в дискретном режиме производства является применение бактериальных концентратов, используемых в молочной промышленности. Бактериальный концентрат (далее БК) – это высококонцентрированная биомасса подобранных и подготовленных комбинаций молочнокислых бактерий, содержащая в 1 г более 10 млрд КОЕ [1].

Основными критериями отбора бактериальных концентратов для приготовления ржаной закваски являлись оптимальные значения температуры и pH питательной среды, необходимые для нормальной жизнедеятельности микроорганизма (35–45 °С и 4,5–5,2 соответственно), максимальная кислотность сбраживаемого продукта, обеспечиваемая бактериальным концентратом (в пределах 100–120 град Т). При внесении бактериальных концентратов в питательную среду необходимо учитывать основное требование к ржаным закваскам – наличие достаточного количества жизнеспособных клеток, обеспечивающих активное кислотонакопление.

Наиболее универсальными по критериям отбора для хлебопекарной промышленности являются бактериальные концентраты *Lactobacillus* (Институт микробиологии НАН Республики Беларусь) и *Lactococcus* (Институт мясо-молочной промышленности Республики Беларусь).

Ранее проведенные исследования по влиянию компонентного состава питательной среды на интенсивность накопления кислотности в жидких заквасках с применением молочных бактериальных концентратов позволили выявить наиболее оптимальные питательные среды развития микроорганизмов БК. Для БК *Lactobacillus* оптимальной выбрана питательная среда, содержащая 95 % муки ржаной, 5 % солода и молочную сыворотку, для БК *Lactococcus*

питательная среда, которая содержит 50 % муки ржаной, 50 % солода и молочную сыворотку) [2].

В качестве основы для получения закваски с помощью БК были взяты технологические параметры приготовления концентрированной молочнокислой закваски (КМКЗ) [3] (таблица 1). Количество молочнокислых бактерий в спелой КМКЗ определяли опытным путем.

Таблица 1 – Технологические параметры КМКЗ

Влажность, %	60–70
Температура начальная, °С	38–41
Кислотность конечная, град	18–24
Продолжительность брожения, ч	8–12
Количество молочнокислых бактерий в спелой закваске, КОЕ/г	$4,8 \times 10^8$

Способ внесения бактериального концентрата в питательную среду должен обеспечить сохранение жизнедеятельности микрофлоры для дальнейшего кислотонакопления полуфабриката. Исследовалось пять вариантов внесения БК (А–Д).

Вариант А: внесение БК в питательную среду при $t=(20 \pm 2)$ °С и последующее брожение полуфабриката при температуре (20 ± 2) °С.

Вариант Б: внесение БК в питательную среду при $t=(20 \pm 2)$ °С и последующее брожение полуфабриката в термостате при температуре (35 ± 1) °С.

Вариант В: внесение БК в прогретую до $t=(35 \pm 1)$ °С питательную среду и последующее брожение полуфабриката в термостате при температуре (35 ± 1) °С.

Вариант Г: предварительное растворение БК в жидком компоненте питательной среды (молочная сыворотка при $t=(35 \pm 1)$ °С) и активация молочнокислых бактерий БК в термостате при температуре (35 ± 1) °С в течение 30 минут. Смешивание жидкого и сухого (мука + неферментированный солод) компонентов и брожение полуфабриката в термостате при температуре (35 ± 1) °С.

Вариант Д: предварительное растворение БК в жидком компоненте питательной среды (молочная сыворотка при $t=(35 \pm 1)$ °С.) и активация молочнокислых бактерий БК в термостате при температуре (35 ± 1) °С в течение 60 минут. Смешивание жидкого и сухого (мука + неферментированный солод) компонентов и брожение полуфабриката в термостате при температуре (35 ± 1) °С.

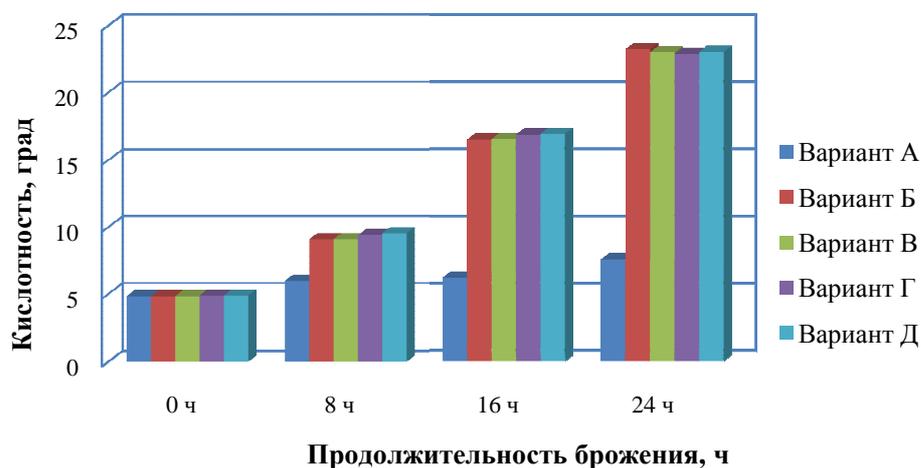


Рисунок 1 – Процесс кислотообразования в закваске, приготовленной на основе БК *Lactobacillus*

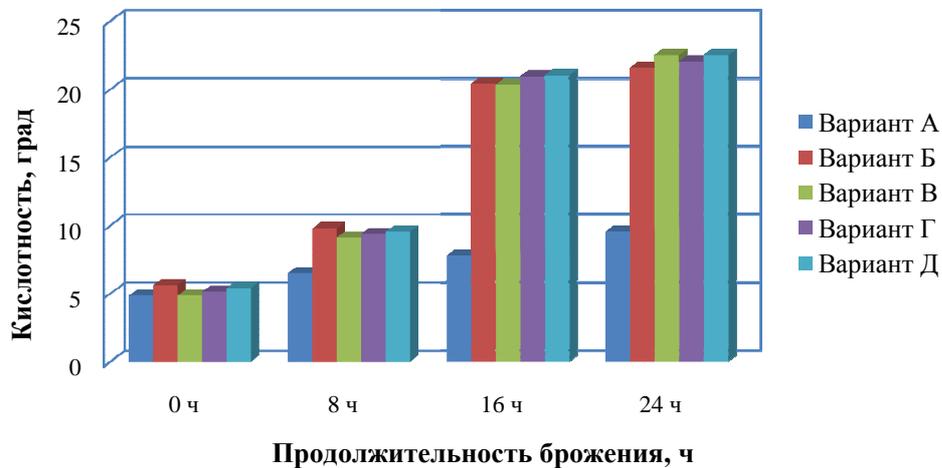


Рисунок 2 – Процесс кислотообразования в закваске, приготовленной на основе БК *Lactococcus*

На рисунках 1 и 2 видно, что для БК *Lactobacillus* и БК *Lactococcus* динамика нарастания кислотности одинаковая. При температуре (20 ± 2) °С процесс кислотонакопления протекал медленнее в два раза. Температура (35 ± 1) °С является способствующей для развития молочнокислых бактерий и достижения необходимой кислотности. Предварительная активация БК в молочной сыворотке не влияет на процесс кислотонакопления. Для вариантов Б, В, Г, Д значения кислотности в равные моменты брожения не отличаются более чем на 0,8 град.

Следовательно, с целью сокращения затрат рабочего времени на осуществление предварительной активации, выбираем наиболее рациональный способ внесения: вариант Б (внесение БК в питательную среду при $t=(20\pm 2)$ °С и брожение полуфабриката в термостате при температуре (35 ± 1) °С).

На следующих этапах исследования определяли необходимое количество бактериального концентрата для приготовления закваски. За контрольный образец была принята КМКЗ, в разводочном цикле которой для выведения 3 кг закваски вносится 10 доз лактобактерина, содержащих $1 \cdot 10^{11}$ КОЕ. Учитывая содержание молочнокислых микроорганизмов в 1 мл *Lactobacillus* ($6 \cdot 10^9$ КОЕ) и содержание микроорганизмов в 1 г *Lactococcus* ($7,5 \cdot 10^{10}$ КОЕ), для обеспечения такого же количества микроорганизмов как в разводочном цикле КМКЗ необходимо внести 16,6 мл *Lactobacillus* или 1,33 г *Lactococcus*. В исследованиях использовались дозировки, охватывающие более широкий количественный состав: 5, 10, 20, 30 мл *Lactobacillus* и 0,5, 1, 2, 3 г *Lactococcus*.

На рисунке 3 представлено количество молочнокислых бактерий БК *Lactobacillus* и БК *Lactococcus* при различных дозировках БК в сравнении с количеством молочнокислых бактерий, вносимых с лактобактерином при выведении КМКЗ.

Дальнейшие исследования проводились по влиянию дозровок БК на готовность ферментированного ржаного полуфабриката по кислотонакоплению. Для этого контролировались начальная кислотность, кислотность через 8, 12, 16, 24 часа брожения полуфабриката.

Анализ данных, представленных на рисунках 4 и 5, показал, что процесс кислотонакопления в заквасках с внесением различных дозровок БК *Lactobacillus* и *Lactococcus* происходит равномерно, с увеличением кислотности на 1–2 град за час брожения. В первые 12 часов брожения кислотность заквасок постепенно нарастает с 4,8 град до 15,2 град.

Закваски на основе БК *Lactobacillus* достигают уровня кислотности производственной КМКЗ через 24 ч брожения (20,2–23,4 град). Закваски на основе БК *Lactococcus* достигают необходимой кислотности уже через 16 часов брожения (19,6–20,8 град). Можно высказать предположение, что наибольшая интенсивность накопления кислотности для БК *Lactococcus* связана с наличием в питательной среде ржаного неферментированного солода, который содержит наибольшее количество витаминов (тиамин, рибофлавин, пантотеновая кислота),

необходимых для развития молочнокислых бактерий *Lactococcus*. Для молочнокислых бактерий *Lactobacillus* источником питания в солоде является только рибофлавин.

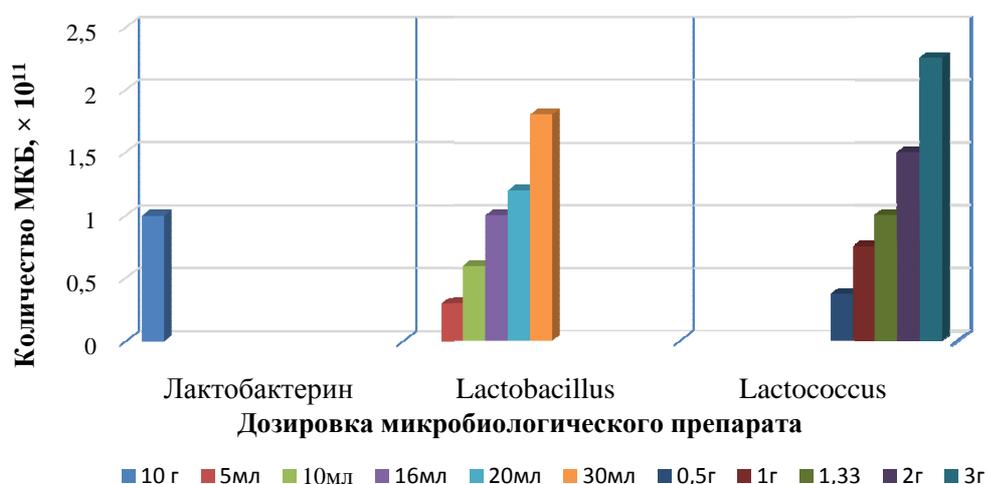


Рисунок 3 – Сравнительный анализ количества МКБ при различных дозировках БК

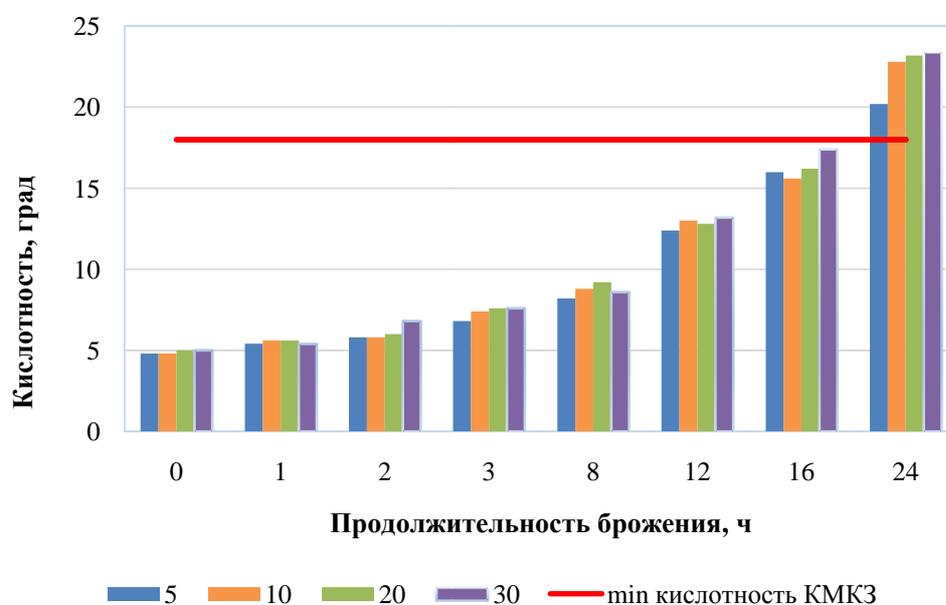


Рисунок 4 – Накопление кислотности в закваске при дозировках *Lactobacillus* 5, 10, 20, 30 мл

Все образцы заквасок через 24 часа брожения достигают кислотности 18–24 град, поэтому использование наименьшей дозировки БК при приготовлении закваски будет наиболее рациональным, так как за счет уменьшения вносимого количества БК снижаются затраты на его закупку.

В заквасках, приготовленных на основе выбранных дозировок БК, определена активность микроорганизмов, а также проведен количественный подсчет молочнокислых бактерий. Бродившие в течение 24 часов закваски БК *Lactobacillus* и БК *Lactococcus* имеют активность микроорганизмов 27 и 35 мин, что соответствует активности микроорганизмов КМКЗ (35 мин). Количество микроорганизмов в заквасках БК *Lactobacillus* и БК *Lactococcus* составляет $5,9 \times 10^8$ и $6,8 \times 10^8$ КОЕ/г, что превышает количество молочнокислых бактерий в спелой КМКЗ ($4,8 \times 10^8$ КОЕ/г).

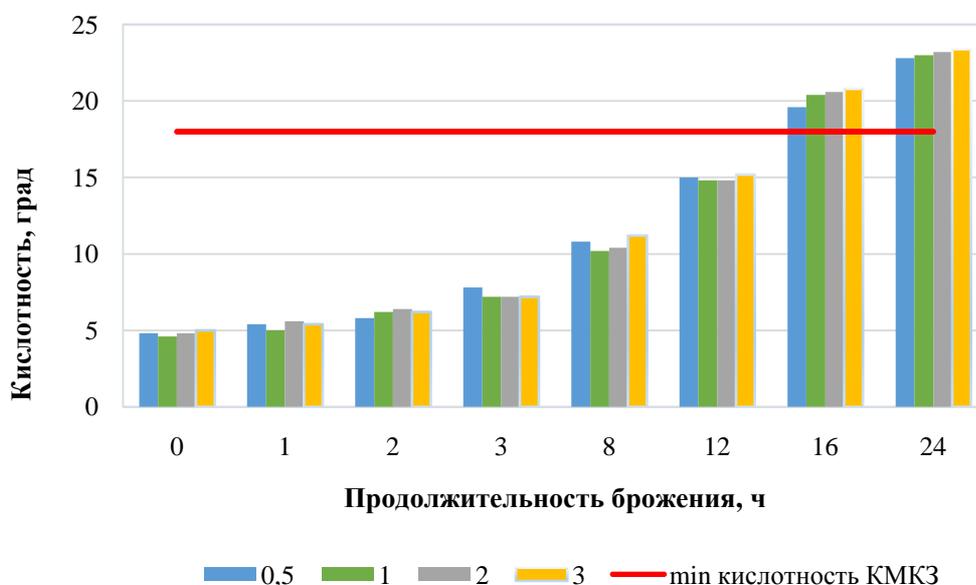


Рисунок 5 – Накопление кислотности в закваске при дозировках Lactococcus 0,5, 1, 2, 3 г

Заключение

Определены следующие дозировки бактериальных концентратов для приготовления 3 кг ферментированного полуфабриката из ржаной муки: 5 мл Lactobacillusi 0,5 г Lactococcus. Установлен рациональный способ внесения бактериальных концентратов, способствующий развитию молочнокислых бактерий и достижению необходимой кислотности: внесение бактериального концентрата в питательную среду при $t=(20\pm 2)$ °С и брожение полуфабриката в термостате при $t=(35\pm 1)$ °С.

Литература

- 1 Степаненко, П.П. Микробиология молока и молочных продуктов: учебник для вузов. – Сергиев Посад: ООО «Все для Вас - Подмоскowie», 1999. – 415 с.
- 2 Назаренко, Е.А. Влияние компонентного состава питательных сред на интенсивность брожения жидких заквасок с применением молочных бактериальных концентратов/ Е.А. Назаренко [и др.]// Вестник МГУП. – 2016. – № 2(21). – С. 3–8.
- 3 Сборник технологических инструкций по производству хлебобулочных изделий. – Минск: Бизнесофсет, 2010. – 684 с.

Поступила в редакцию 18.05.2017