

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МИКРОФЛОРЫ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ В ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СРЕДАХ**

*Р. Г. Кондратенко, О. И. Михлюк*

На основании литературных данных выполнен отбор бактериальных концентратов, характеристики которых наиболее близки к технологическим параметрам приготовления пшеничного хлеба. Изучено влияние технологических факторов на кислотонакопление и жизнедеятельность микрофлоры бактериальных концентратов в хлебопекарных средах.

### **Введение**

Хлебобулочные изделия являются не только одним из основных продуктов в ежедневном рационе питания, но и объектом социальной политики государства. В последнее время в республике резко снизилось потребление хлебобулочных изделий и, как следствие, упала производительность хлебопекарных предприятий. В таких условиях круглосуточный режим работы хлебозаводов в большинстве случаев нецелесообразен и малоэффективен. В связи с этим в работе хлебопекарных предприятий в течение суток возникают вынужденные технологические перерывы. Это обуславливает повсеместный переход современных предприятий на дискретный режим работы, что в свою очередь требует нетрадиционных подходов к организации технологического процесса и поиска новых решений.

Особенно остро современные условия работы хлебопекарных предприятий сказываются при производстве хлебобулочных изделий с использованием промежуточных полуфабрикатов, в частности заквасок. Этот полуфабрикат является возобновляемым и требует постоянного отбора в производственном цикле приготовления хлебобулочных изделий. Закваска в свою очередь является источником кислотообразующей микрофлоры, которая при дискретном режиме работы теряет способность к последующему размножению и требует длительного восстановления.

Современный уровень развития микробиологии позволил селекционировать новые штаммы микроорганизмов, позволяющих интенсифицировать технологический процесс за счет исключения трудоемких этапов изготовления лабораторных, посадочных и производственных заквасок, снижает до минимума возможность обсеменения посторонней микрофлорой.

Целью настоящих исследований явилось изучение возможности использования новых видов кислотообразующей микрофлоры при производстве хлеба, позволяющих осуществлять технологический процесс приготовления полуфабриката с отложенным периодом брожения.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Традиционно в технологии приготовления пшеничных изделий в качестве закваски используется концентрированная молочнокислая закваска (КМКЗ), имеющая следующие показатели: массовая доля влаги 60–70 %, температура 32–38 °С, конечная кислотность 14–18 град. Приготовление КМКЗ осуществляется в 2 цикла: разводочный и производственный. Разводочный цикл включает 3 фазы и проводится для стимулирования развития молочнокислых бактерий (МКБ) в мучных хлебопекарных средах. Производственный цикл предназначен для осуществления технологического процесса получения пшеничных изделий.

При выборе бактериальных концентратов (БК) молочного производства основывались на способности микрофлоры, входящей в их состав, развиваться в условиях, схожих с условиями жизнедеятельности микрофлоры в КМКЗ. В связи с этим провели анализ МКБ, приме-

няемых в хлебопекарном [1] и молочном производстве [2] на основании сравнительной характеристики, представленной на рисунке 1.

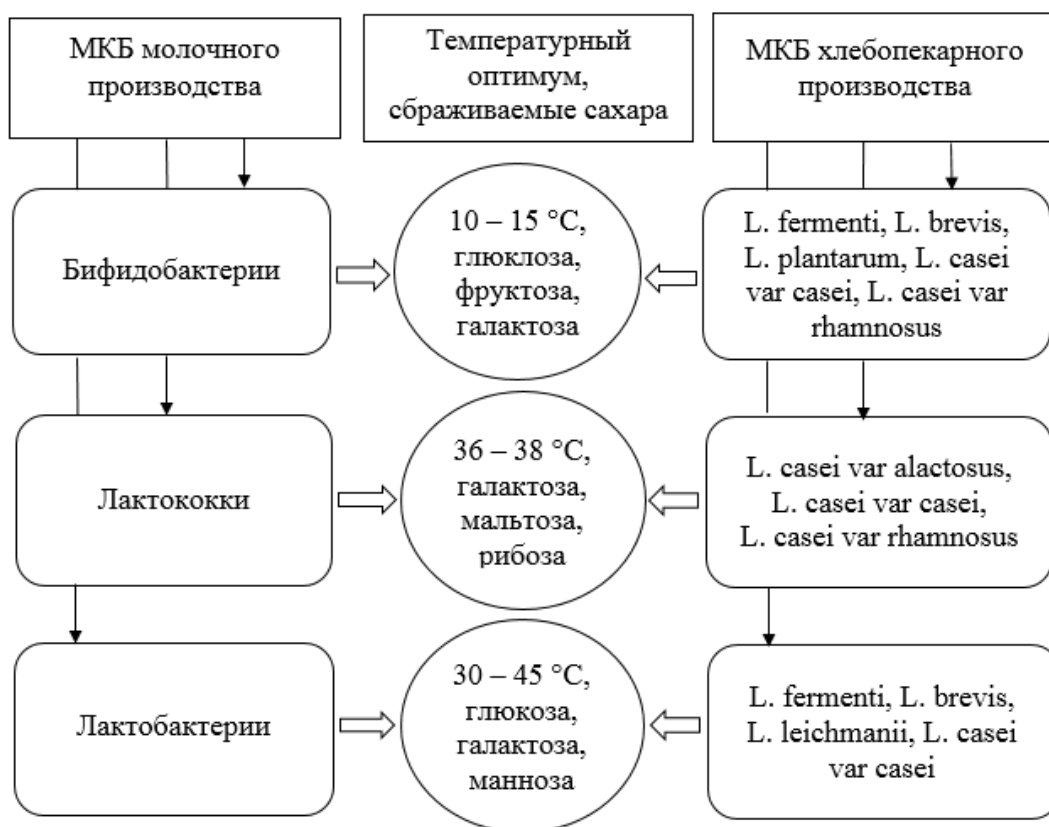


Рисунок 1 – Сравнительная характеристика молочнокислых бактерий, применяемых в хлебопекарном и молочном производстве

Анализ рисунка 1 показал, что требованиям технологического процесса получения хлебобулочных изделий отвечают такие виды МКБ, как лактококки и лактобактерии, что позволяет рассмотреть возможность их использования в хлебопечении.

Одним из определяющих параметров технологического процесса является кислотность. К определяющим факторам, влияющим на кислотонакопление, относятся температура и продолжительность процесса брожения. В связи с этим в исследовании рассматривали два температурных диапазона 28–32 °С и 40–45 °С, которые имеют место в технологии приготовления хлебобулочных изделий.

В качестве контроля использовали производственную КМКЗ, с периодом отбора каждые 8 ч. В качестве объекта исследования использовали две закваски, приготовленные на основе БК молочного производства. Для приготовления первой закваски использовали сухой БК, представленный микрофлорой *Lactococcus* ТВ–М (образец 1), выпускаемый Институтом мясо-молочной промышленности Республики Беларусь, для приготовления второй закваски – жидкий БК, представленный микрофлорой *Lactobacillus* sp.1 (образец 2), разработанный Институтом микробиологии НАН Республики Беларусь.

Активацию БК проводили путем их прогрева при температуре 28–32 °С и 40–45 °С в течение 10 минут. Сухой БК перед активацией смешивали с водой в соотношении 1:1.

Следующим этапом получения хлебопекарного полуфабриката явился процесс приготовления закваски на основе питательной смеси с внесением активированного БК и последующего брожения. Питательную смесь готовили из пшеничной муки 1 сорта и воды в соотношении, обеспечивающем влажность закваски 70 %.

Известно, что в процессе брожения происходит увеличение кислотности закваски, вызванное накоплением продуктов, имеющих кислую реакцию. Увеличение кислотности заква-

ски в процессе брожения происходит в основном в результате образования и накопления ряда кислот. Принято считать, что накопление в закваске молочной и уксусной кислот является результатом брожения, вызываемого гетероферментативными молочнокислыми бактериями.

В процессе брожения определяли титруемую кислотность каждый час в течение 24 ч.

Полученные результаты представлены в виде графиков на рисунках 2 и 3.

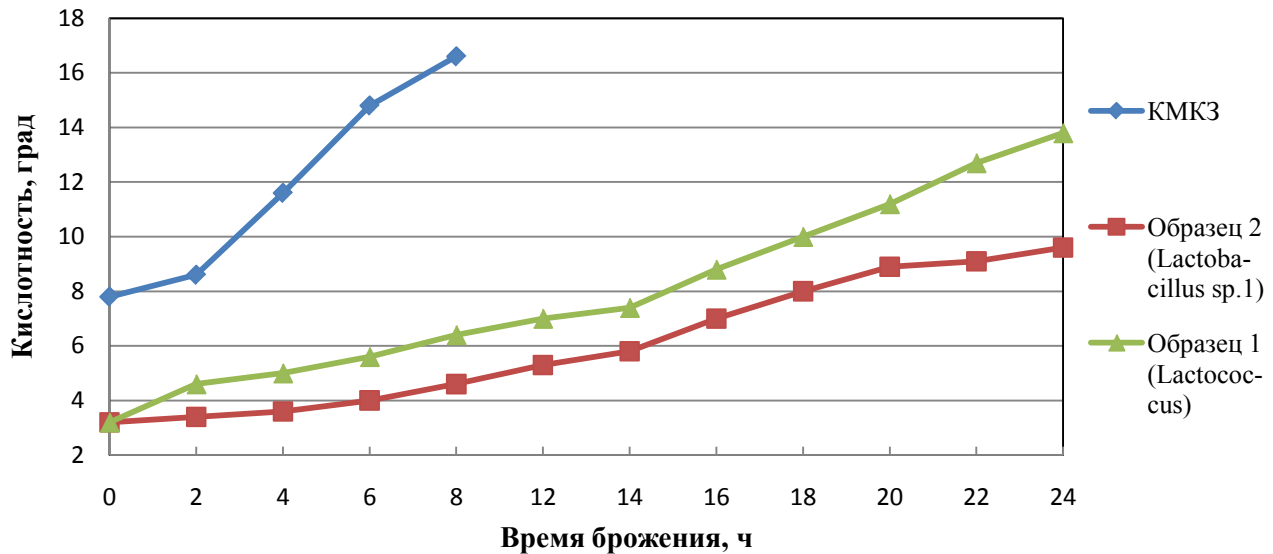


Рисунок 2 – Динамика кислотонакопления закваски при t=28–32 °C

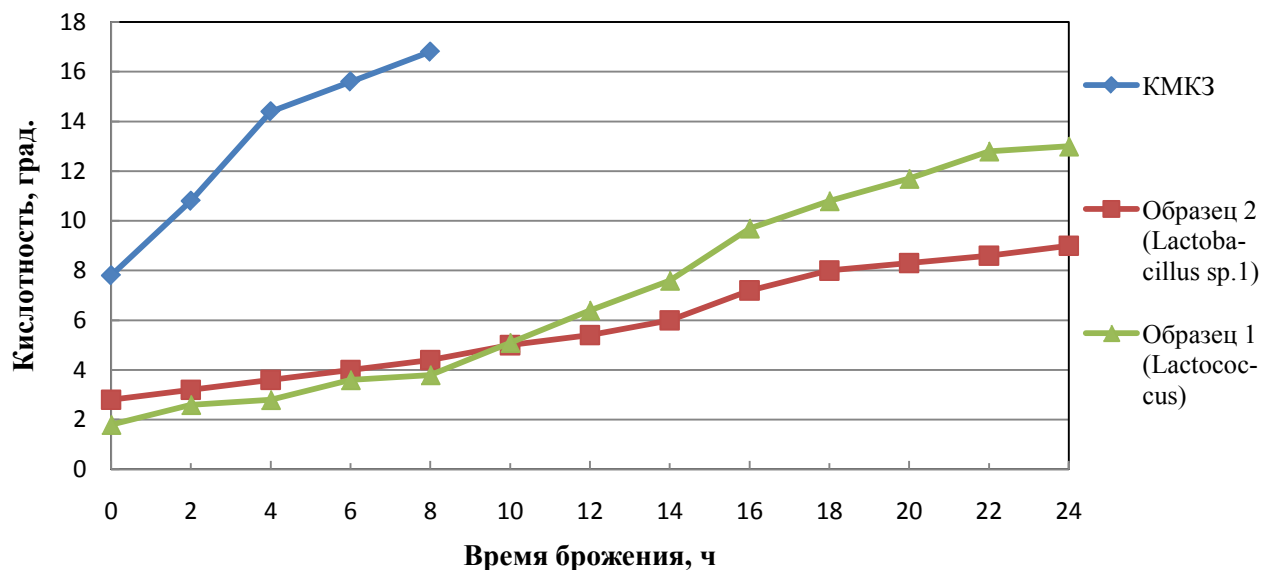


Рисунок 3 – Динамика кислотонакопления закваски при t=40–45 °C

Анализ информации, представленной на рисунке 2, показал существенные отличия показателей начальной кислотности исследуемых полуфабрикатов. Так, начальная кислотность производственной КМКЗ составляла 7,8 град, что в 2,4 раза выше кислотности полуфабрикатов, приготовленных на основе БК. Высокое значение начальной кислотности КМКЗ способствовало быстрому накоплению кислотности в течение 8 ч брожения, и через данный интервал времени кислотность КМКЗ составила 16,6 град, что соответствует требованиям технологических инструкций [3].

Процесс кислотонакопления в заквасках, приготовленных на основе БК, протекал значительно медленнее, и через 8 ч кислотность не превышала значения 6,4 град. После 14 ч брожения процесс кислотонакопления протекал более интенсивно. Уровня кислотности производственной КМКЗ образец 1 достиг только через 24 ч брожения (13,8 град), в то время как

кислотность образца 2 на данный промежуток времени составила 7,4 град. Данная динамика кислотонакопления в опытных образцах указывает на протекание последовательно 2-х циклов приготовления заквасок, первый из которых (до 14 ч брожения) можно охарактеризовать как разводочный, после 14 ч интенсивное кислотонакопление характерно для производственного цикла приготовления пшеничных заквасок.

Температурный диапазон 40–45 °С не оказал существенного влияния на конечное значение кислотности. В связи с этим для дальнейших исследований использовали температурный диапазон 28–32 °С как наиболее распространенный в технологии хлебопекарного производства.

Процесс кислотонакопления неразрывно связан как с жизнедеятельностью МКБ, так и с процессом их размножения, поэтому следующим этапом исследования явилось определение количества МКБ.

Для количественного подсчета микрофлоры исследуемых заквасок ссылались на метод количественного учета соотношения бродильной микрофлоры в заквасках (дрожжей и молочнокислых бактерий) по Бургвицу [4].

В заквасках, приготовленных на основе БК, анализ проводили в течение 24 ч. В КМКЗ количественный подсчет МКБ бактерий проводили каждые 2 ч в течение 8 ч брожения.

Результаты исследований представлены в виде диаграмм на рисунках 4–6.

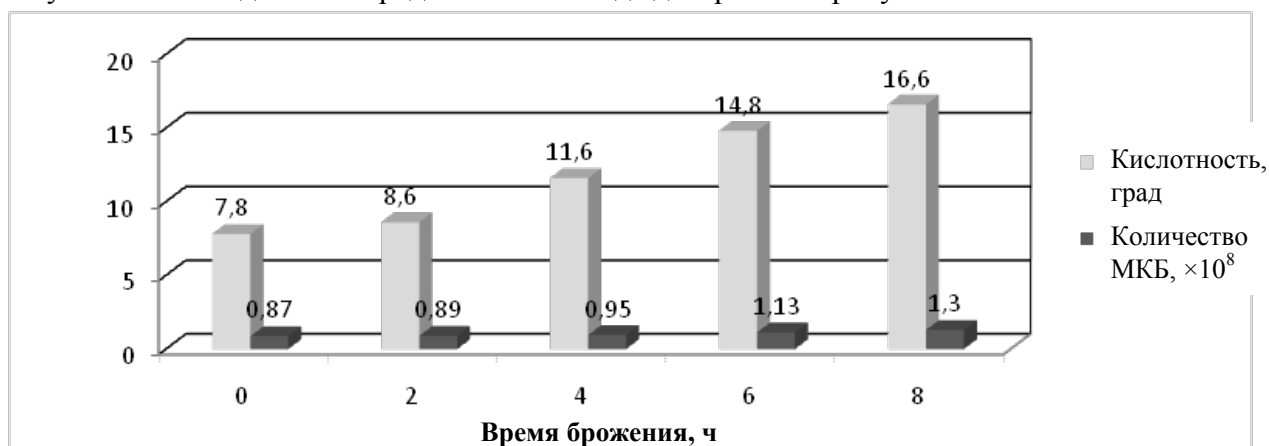


Рисунок 4 – Диаграмма изменения биотехнологических свойств КМКЗ

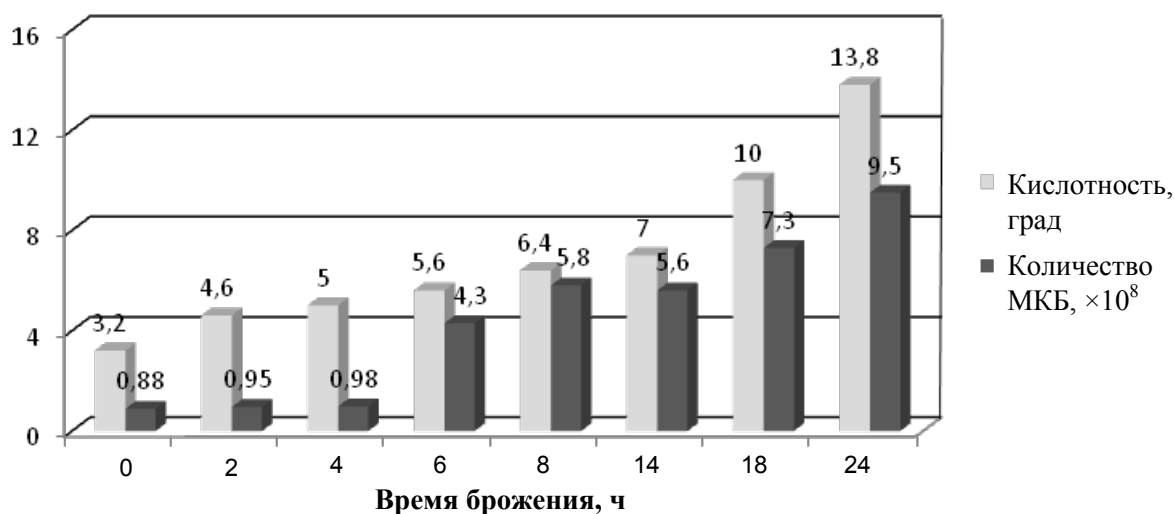


Рисунок 5 – Диаграмма изменения биотехнологических свойств закваски (образец 1)

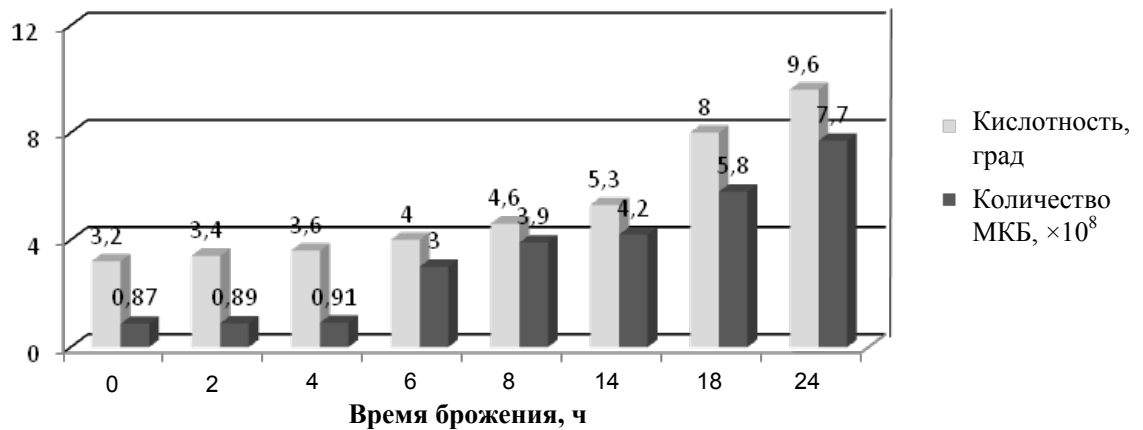


Рисунок 6 – Диаграмма изменения биотехнологических свойств закваски (образец 2)

Анализ представленных диаграмм показал, что на начальном этапе брожения опытные образцы имели практически одинаковое количество МКБ ( $0,87\text{--}0,88 \times 10^8$ ). В процессе брожения КМКЗ (рисунок 4) наблюдался незначительный рост количества МКБ при высоком кислотонакоплении. Количество МКБ на конец брожения по сравнению с первоначальным значением возросло в 1,5 раза.

Процесс роста биомассы в заквасках, приготовленных на основе БК, протекал более интенсивно, в образце 1 – в 10,8 раз, в образце 2 – в 8,9 раз, на фоне незначительного накопления кислотности.

Эта динамика объясняется тем, что в образцах 1 и 2 на начальном этапе процесса брожения МКБ только начинают адаптироваться к новым условиям жизнедеятельности, и рост микроорганизмов наблюдается в меньшей степени, в то время как в производственной КМКЗ активно происходит процесс брожения с выделением молочной кислоты.

Анализ динамики роста МКБ в образце 1 и образце 2 позволил выделить 3 последовательно протекающих этапа: адаптации (до 4 ч ферментации), размножения (с 4 до 14 ч) и брожения (с 14 до 24 ч).

### Заключение

В результате проведенных исследований показано, что оптимальной температурой брожения полуфабрикатов, содержащих бактериальный концентрат, является  $28\text{--}32\text{ }^\circ\text{C}$ . Рекомендуемого значения конечной кислотности (14–18 град) опытные образцы достигают через 24 ч брожения. При достижении данной кислотности количество молочнокислых бактерий в заквасках, приготовленных на основе бактериальных концентратов, значительно (в 8,9–10,8 раз) преобладает над количеством бактерий в концентрированной молочнокислой закваске. Выявлено 3 последовательно протекающих этапа жизнедеятельности микрофлоры бактериальных концентратов в мучных средах хлебопекарного производства: адаптации, размножения и брожения.

### Литература

- Афанасьева, О.В. Микробиологический контроль хлебопекарного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 143 с.
- Степаненко, П.П. Микробиология молока и молочных продуктов: уч. для вузов. – Сергиев Посад: ОАО «Все для Вас-Подмосковье», 1999. – 415 с.
- Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий. – Прейскурант издат., 1989. – 495 с.
- Методические указания по проведению санитарно-микробиологического контроля на хлебопекарных предприятиях/ сост. А.И. Старовойтова, А. И. Базан. – Минск, 2011. – 30 с.

Поступила в редакцию 20.12.2016