

УДК 664.64

Гуринова Т.А., канд. техн. наук, доц.,  
Самуйленко Т.Д.,  
Назаренко Е.А., канд. техн. наук, доц.

Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»,  
г. Могилев, Республика Беларусь,  
e-mail: mgup@mogilev.by, TataSam@tut.by

## СОХРАНЕНИЕ МИКРОФЛОРЫ ЖИДКИХ РЖАНЫХ ЗАКВАСОК В УСЛОВИЯХ ДИСКРЕТНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ХЛЕБОЗАВОДОВ

Gurinova T.A., Cand. Sci. (Tech.),  
Assoc. Prof.,  
Samuylenko T.D.,  
Nazarenko Ye.A., Cand. Sci. (Tech.),  
Assoc. Prof.,

Mogilev State Foodstuffs University, Mogilev,  
Republic of Belarus,  
e-mail: mgup@mogilev.by, TataSam@tut.by

## MICROFLORA PRESERVATION OF THE LIQUID RYE FERMENTS IN THE CONDITIONS OF THE DISCRETE OPERATING MODE OF BAKERIES

***Цель.** Исследование процесса культивирования молочнокислых бактерий и дрожжевых клеток жидких ржаных заквасок с завариванием части муки, используемых в технологии ржано-пшеничного хлеба, в условиях дискретного режима работы хлебопекарных предприятий.*

***Методика.** В процессе исследований были использованы методы анализа, общепринятые в промышленности, научных учреждениях Республики Беларусь.*

***Результаты.** На основании проведенных исследований было установлено влияние условий возобновления жидких ржаных заквасок с завариванием части муки на процесс роста, развития бродильной микрофлоры и накопление продуктов их метаболизма.*

***Научная новизна.** Разработана математическая модель в виде системы уравнений, описывающая технологический процесс приготовления жидкой ржаной закваски с завариванием части муки.*

***Практическая значимость.** Полученные результаты позволяют оперативно устанавливать оптимальные параметры приготовления жидкой ржаной закваски с завариванием части муки в постоянно изменяющихся условиях работы хлебопекарных предприятий.*

***Ключевые слова:** ржано-пшеничный хлеб, дискретный режим, жидкая ржаная закваска, молочнокислые бактерии, дрожжевые клетки.*

**Постановка проблемы.** Хлебобулочные изделия занимают важнейшее место в питании человека и составляют основу любого ежедневного рациона. Эта группа продуктов питания характеризуется относительно высокой пищевой ценностью, возможностью введения в рецептуру физиологически важных и функциональных компонентов.

Социальную значимость хлеба определяют также традиции и привычки населения страны, относительно низкая себестоимость в сравнении с другими продуктами питания, их доступность для всех групп населения, разнообразный ассортимент. Вследствие этого основной задачей, стоящей перед отраслью, яв-

ляется обеспечение населения качественной хлебобулочной продукцией в таком ассортименте и количестве, которые соответствовали бы его каждодневным запросам. Хлебопекарная отрасль наиболее восприимчива к рыночным изменениям и полностью зависит от колебаний спроса и предложения на этом рынке.

Статистические данные свидетельствуют о том, что доля ржано-пшеничных сортов хлеба на потребительском рынке на сегодняшний день составляет значительную долю от общего объема хлеба и хлебобулочных изделий, производимых в Республике Беларусь. Большинство белорусов отдают предпочтение ржано-пшеничным сортам хлеба, в частности, тем, которые произведены по традиционной технологии с использованием жидких ржанных заквасок с завариванием части муки (далее жидкие закваски). Этот выбор обусловлен их стабильно высокими потребительскими свойствами (ярко выраженным вкусом и ароматом), более полноценным химическим составом и длительным периодом сохранения свежести.

В то же время технологический процесс приготовления жидких заквасок требует строгого соблюдения технологических параметров и в особенности количества и регулярности внесения питательной смеси при возобновлении в условиях производственного цикла. При непрерывном режиме работы хлебопекарного предприятия, с достаточно постоянным объемом производимой продукции, названные параметры практически не изменяются. Поэтому процесс приготовления жидкой закваски и, как следствие, ее качество обеспечиваются единожды установленными режимами, обуславливающими стабильное качество готовой продукции.

Однако современное хлебопечение характеризуется ежедневно изменяющимися в широком диапазоне (до 40%) объемами производства, а также длительными перерывами в технологическом процессе, что предопределяет дискретный режим работы хлебопекарных предприятий.

В таких условиях хлебопекарные предприятия сталкиваются с проблемой сохранения микрофлоры используемых жидких заквасок в жизнеспособном состоянии. С этой целью проводятся дополнительные мероприятия, связанные с консервированием жидких заквасок, изменением параметров технологического процесса их приготовления (температуры и продолжительности), индивидуальными схемами их возобновления, основанными на варьировании количества подаваемой питательной смеси.

Следствием таких мероприятий являются значительные колебания получаемого количества жидкой закваски, возникновение нарушений в соотношении жизнеспособных клеток молочнокислых бактерий и дрожжей, нарушение процессов кислотонакопления и газообразования, в некоторых случаях гибель микрофлоры, что изменяет показатели качества жидких заквасок, теста и готовой продукции [1].

В связи с этим целью настоящих исследований является изучение культивирования молочнокислых бактерий и дрожжей жидкой закваски в условиях дискретного режима работы хлебопекарных предприятий.

**Результаты исследований и их обсуждение** Согласно технологическим инструкциям при приготовлении жидкой закваски в разводочном цикле исполь-

зуют чистые культуры дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* Л-1 в сочетании со смесью культур молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum*-30, *Lactobacillus casei*-26, *Lactobacillus brevis*-1, *Lactobacillus fermenti*-34 или сухого лактобактерина для жидких хлебных заквасок из этих же штаммов.

В производственном цикле жидкую закваску освежают через 3...5 часов брожения путем отбора 50% спелой закваски, которую используют на замес теста, а к оставшейся жидкой закваске добавляют равное количество питательной смеси для ее воспроизводства [2].

На первом этапе исследований изучали процессы, происходящие при брожении жидкой закваски. В исследованиях использовали жидкую закваску, приготовленную в производственных условиях хлебопекарных предприятий с влажностью 81,0-82,0%, кислотностью 8,6-9,0 град и подъемной силой 26-30 мин. В жидкую закваску вносили питательную смесь в количестве 50% по отношению к общему количеству получаемого полуфабриката. Брожение жидкой закваски осуществляли в лабораторном термостате при температуре 30°C в течение 300 мин.

Поскольку процессы, происходящие при брожении закваски, обусловлены состоянием микрофлоры, содержащейся в ней, то определялись микробиологические показатели качества (общее количество молочнокислых бактерий и дрожжевых клеток в 1 г полуфабриката) каждый час в течение всего времени брожения.

Результаты исследований представлены на рисунках 1-2.

Анализ результатов наблюдений за процессом брожения жидкой закваски показал, что при внесении питательной смеси при ее возобновлении в рассматриваемых условиях количество молочнокислых бактерий постепенно начинает увеличиваться и изменяется по зависимости близкой к линейной как показано на рисунке 1. Как видно из рисунка 2 процесс развития дрожжевых клеток близок к процессу развития молочнокислых бактерий.

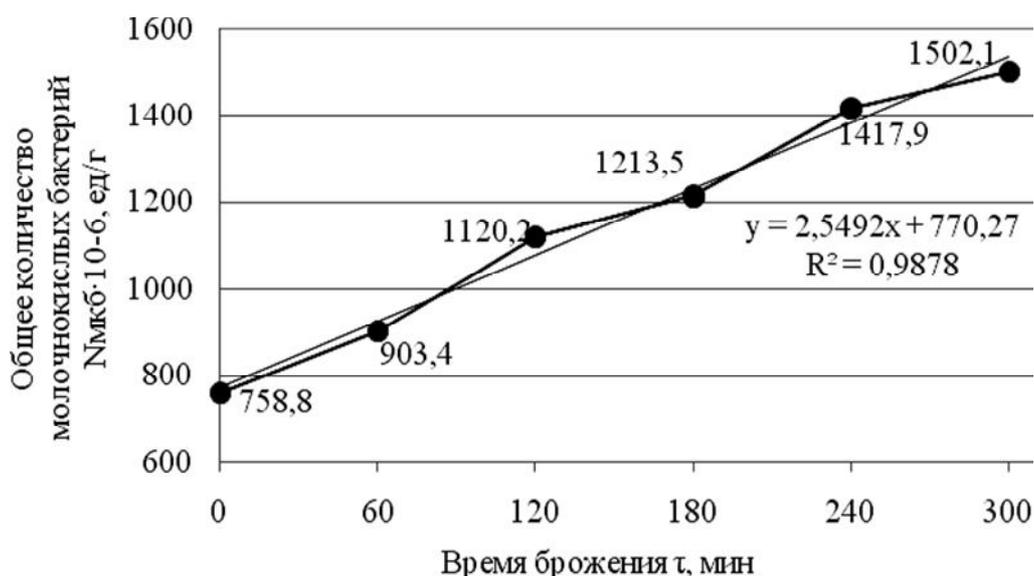


Рисунок 1 – Динамика роста общего количества молочнокислых бактерий в зависимости от времени брожения

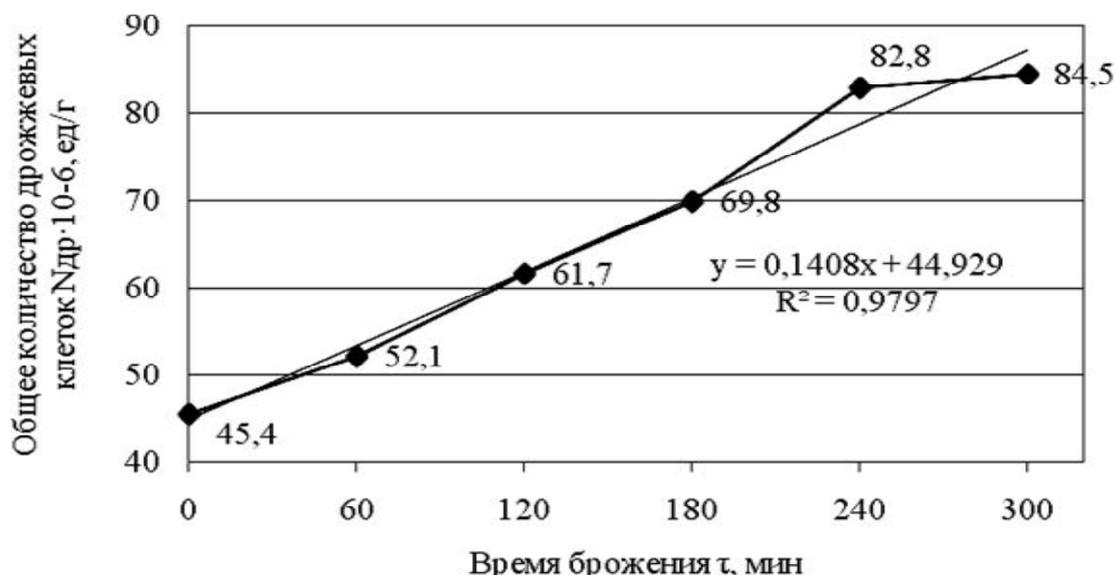


Рисунок 2 – Динамика роста общего количества дрожжевых клеток в зависимости от времени брожения

На первых этапах (до 240 мин брожения) размножение дрожжей идет активно за счет наличия естественных стимуляторов роста, присутствующих в жидкой закваске. К концу брожения (300 мин) размножение дрожжевых клеток замедляется, так как в массе жидкой закваски заканчиваются питательные вещества. При дальнейшем культивировании клетки начинают постепенно отмирать, а количество новых клеток уменьшается, что согласуется с известными данными, представленными в литературном источнике [3]. Соотношение молочнокислых бактерий и дрожжевых клеток в исследуемых образцах жидкой закваски колеблется в пределах от 1:16 до 1:18 в зависимости от времени брожения закваски. Это объясняется тем, что молочнокислые бактерии и дрожжи в жидкой закваске развиваются в условиях факультативного симбиоза. Молочнокислые бактерии нуждаются в присутствии дрожжей, так как последние стимулируют их развитие путем продуцирования витаминов, аминокислот, пуриновых и пиримидиновых оснований, что отражается на изменении их общего количества в процессе брожения жидкой закваски.

При изменении объема производимого ржано-пшеничного хлеба, согласно заявкам торговых организаций, количество жидкой закваски может сокращаться или, по мере необходимости, увеличиваться. Уменьшать или увеличивать количество закваски можно за счет количества подаваемой питательной смеси. Анализ работы хлебопекарных предприятий, действующих в постоянно изменяющихся условиях производства, показал, что на каждом из них разрабатываются и осуществляются индивидуальные схемы возобновления необходимого количества жидких заквасок, основанные на этом способе. Принципы составления таких схем носят субъективный характер.

Нестабильность технологических схем возобновления жидких заквасок приводит к значительным колебаниям получаемого количества жидкой закваски, что влияет на микробиологические показатели ее качества, обуславливает нерациональное использование сырьевых и материальных ресурсов. Все это не-

гativamente отражается на экономической эффективности работы предприятий хлебопекарной отрасли, качестве готовой продукции и требует объективного подхода к организации работы заквасочного отделения.

Реализация поставленной задачи возможна посредством внедрения автоматизированных систем управления на основе построения математических моделей технологического процесса и нахождения оптимальных вариантов их реализации, исключив влияние субъективных факторов.

При разработке математической модели с целью нахождения оптимальных параметров приготовления жидких заквасок при постоянно изменяющихся объемах производства ржано-пшеничного хлеба и статистической обработки полученных данных нами была использована универсальная статистическая графическая система STATGRAPHICS Plus 5.0.

В качестве факторов, влияющих на технологический процесс приготовления жидких заквасок, приняли количество питательной смеси  $S$  (в процентах), подаваемой на возобновление, продолжительность брожения закваски  $\tau$  (в минутах) и температуру брожения  $t$  (в градусах Цельсия). Критериями оценки влияния выбранных факторов использовались следующие показатели: общее количество молочнокислых бактерий  $N_{МКБ}$ , ед/г, и дрожжевых клеток  $N_{ДР}$ , ед/г.

Исходные данные были сформированы в виде рабочей таблицы 1, в которой показан порядок сбора экспериментальных данных и указана последовательность ввода значений исследуемого отклика.

Таблица 1 – Исходные экспериментальные данные

Образец	Соотношение компонентов, %		$\tau$ , мин	$t$ , °С	$N_{МКБ} \cdot 10^{-6}$ , ед/г	$N_{ДР} \cdot 10^{-6}$ , ед/г
	закваска	питательная смесь				
1	90	10	120	28	1395,8	83,2
2	90	10	300	28	1356,4	70,3
3	50	50	120	28	916,1	59,8
4	50	50	300	28	1455,3	83,1
5	10	90	120	28	327,6	18,2
6	10	90	300	28	1054,2	50,9
7	90	10	120	32	1498,4	86,1
8	90	10	300	32	1593,8	73,4
9	50	50	120	32	1184,2	62,4
10	50	50	300	32	1580,4	85,7
11	10	90	120	32	504,2	22,1
12	10	90	300	32	1213,7	53,7

Влияние каждого из названных факторов и их взаимодействие на микрофлору жидких заквасок графически отражает карта Парето, при помощи которой устанавливались незначимые коэффициенты, что позволило упростить первоначальный вид уравнения модели. Так пересечение стандартизированных эффектов вертикальной линии, которая представляет собой 95% доверительную

вероятность, означает, что влияние факторов на функцию отклика статистически значимо.

По результатам проведенного анализа критериев оценки был осуществлен перевод управляемых факторов в стандартизированный масштаб, а также была проведена статистическая обработка экспериментальных данных. Получены уравнения регрессии (1)-(2), адекватно описывающие зависимость микробиологических показателей качества жидких заквасок от объема выпускаемой продукции и режима работы хлебопекарных предприятий в постоянно изменяющихся условиях производства.

$$N_{МКБ} \cdot 10^{-6} = 65,094 - 8,083 \cdot S + 0,203 \cdot \tau + 47,319 \cdot t - 0,104 \cdot (S)^2 + 0,048 \cdot S \cdot \tau, \quad (1)$$

$$N_{ДР} \cdot 10^{-6} = 67,608 - 0,244 \cdot S - 0,065 \cdot \tau - 0,009 \cdot (S)^2 + 0,003 \cdot S \cdot \tau, \quad (2)$$

где  $N_{МКБ}$  – общее количество молочнокислых бактерий, ед/г;

$N_{ДР}$  – общее количество дрожжевых клеток, ед/г;

$S$  – количество подаваемой питательной смеси на возобновление, %;

$\tau$  – продолжительность брожения, мин;  $t$  – температура брожения, °С.

Представленная система уравнений дает возможность определять оптимальные технологические режимы приготовления жидких заквасок в постоянно изменяющихся условиях работы хлебопекарных предприятий.

Для более наглядного представления о влиянии переменных факторов на функцию отклика были построены поверхности отклика, позволяющие проанализировать влияние факторов в различном сочетании на микробиологические показатели качества жидких заквасок (рисунки 3, 4).

Уравнения регрессии и их графическая интерпретация дают возможность в конечном итоге варьировать технологические параметры приготовления жидких заквасок с целью получения полуфабриката с оптимальными показателями качества, предусмотренными технологией приготовления ржано-пшеничных изделий. За счет внесения количества питательной смеси можно регулировать время брожения закваски, то есть степень ее готовности.

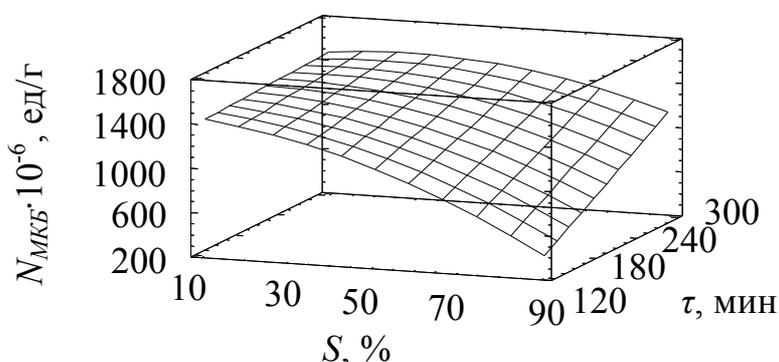


Рисунок 3 – Влияние переменных факторов на функцию отклика для общего количества молочнокислых бактерий

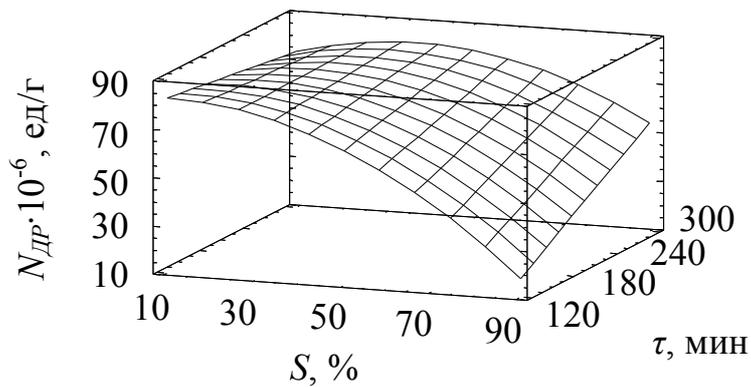


Рисунок 4 – Влияние переменных факторов на функцию отклика для общего количества дрожжевых клеток

**Заключение.** В ходе исследований были изучены микробиологические показатели качества жидких заквасок с завариванием части муки в интервалах рекомендуемых технологическими инструкциями температур, времени приготовления и в варьировании количества подаваемой при возобновлении питательной смеси.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что условия возобновления жидких заквасок оказывают значительное влияние на процесс роста, развития молочнокислых бактерий и дрожжевых клеток и накопление продуктов их метаболизма.

С целью оперативного установления оптимальных параметров приготовления жидких заквасок с завариванием части муки в постоянно изменяющихся условиях работы хлебопекарных предприятий была разработана математическая модель в виде системы уравнений.

#### Список литературы / References:

1. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства / Л.Я. Ауэрман. – СПб.: Профессия, 2009. – 415 с.  
Auerman, L.Ya. (2009), *Tekhnologiiia khlebopekarnogo proyzvodstva* [Technology of breadmaking], Professiiia, St.-Petersburg, Russia.
2. Сборник технологических инструкций для производства хлебобулочных изделий. – М.: Прейскурантиздат, 1989. – 495 с.  
*Sbornik tekhnologicheskikh instruktsiy dlia proizvodstva khlebobulochnykh izdeliy* (1989) [The collection of technological instructions for manufacture of bakery products], Preyskurantizdat, Moscow, Russia.
3. Афанасьева О.В. Микробиология хлебопекарного производства / О.В. Афанасьева. – СПб.: Береста, 2003. – 220 с.  
Afanaseva, O.V. (2003), *Mikrobiologiiia khlebopekarnogo proizvodstva* [Microbiology of of breadmaking], Beresta, St.-Petersburg, Russia.

**Мета.** Дослідження процесу культивування молочнокислих бактерій і дріжджових клітин рідких житніх заквасок із заварюванням частини борошна, використуваних у технології житньо-пшеничного хліба, в умовах дискретного режиму роботи хлебопекарських підприємств.

**Методика.** У процесі досліджень були використані методи аналізу, загальноприйняті в промисловості, наукових установах Республіки Білорусь.

**Результати.** На підставі проведених досліджень був установлений вплив умов поновлення рідких житніх заквасок із заварюванням частини борошна на процес зростання, розвитку бродильної мікрофлори й нагромадження продуктів їх метаболізму.

**Наукова новизна.** Розроблено математичну модель у вигляді системи рівнянь, що описує технологічний процес приготування рідкої житньої закваски із заварюванням частини борошна.

**Практична значущість.** Отримані результати дозволяють оперативно встановлювати оптимальні параметри приготування рідкої житньої закваски із заварюванням частини борошна в мінливих умовах роботи хлібопекарських підприємств.

**Ключові слова:** житньо-пшеничний хліб, дискретний режим, рідка житня закваска, молочнокислі бактерії, дріжджові клітини.

**Objective is** investigation of cultivation process of lactic bacteria and yeast plants contained in the liquid rye ferments, which are used in rye-white bread technology, in the conditions when the bakery plants have a discrete operating mode.

**Methods** is based on standard methods of analysis for industrial and scientific organisations of Republic of Belarus.

**Results.** On the basis of carried out investigation the influence of conditions of renewal of liquid rye ferments with brewing of portion of flour on process of growth, development of barmy microflora and accumulation of products of their metabolism has been established.

**Academic novelty.** The mathematical model in the form of system of equations describing technological process of preparation of liquid rye ferment has been developed for the first time.

**Practical importance.** The results of this work can be used for efficient determination of the optimum parameters of preparation of liquid rye ferment in variable operating conditions of the baking enterprises.

**Key words:** rye-white bread, discrete operating mode, liquid rye ferment, lactic bacteria, yeast plants.

Рекомендовано к публікації д-ром техн. наук, проф. Ивановым А.В.  
Дата поступления рукописи 14.02.2013 г.

УДК 664.2.031:664.29

Дейниченко Г.В., д-р техн. наук, проф.,  
Мазняк З.О., канд. техн. наук,  
Гузенко В.В., Лихобаба О.В.

Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків, Україна,  
e-mail: oborud.hduht@gmail.com

## ВИБІР СИРОВИНИ ТА СПОСОБУ ВИЛУЧЕННЯ ПЕКТИНОВИХ РЕЧОВИН

Deynichenko G.V., Dr. Sci. (Tech.), Prof.,  
Maznyak Z.A., Cand. Sci. (Tech.),  
Guzenko V.V., Lyhobaba A.V.

Kharkiv State University of Food Technology  
and Trade, Kharkiv, Ukraine,  
e-mail: oborud.hduht@gmail.com

## SELECTION OF RAW MATERIAL AND METHOD OF PECTINS EXTRACTION

**Мета.** Визначення найбільш раціонального виду пектиновмісної рослинної сировини та способу її переробки для забезпечення ефективного та безперервного вилучення пектину в умовах України.

**Методика.** У процесі досліджень використано новітні джерела інформації та сучасні методики з дослідження пектиновмісної сировини.