

УДК.664.64.014

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ТЕСТОПРИГОТОВЛЕНИИ

Янаков В.П., инженер

*Таврического государственного агротехнологического университета.*  
тел. (0691) 42-13-06

**Аннотация** - статья посвящена анализу интенсификации процесса тестоприготовления, что способствует повышению качества технологического процесса. Для решения этой проблемы необходимо всестороннее рассмотрение путей сокращения времени обработки теста и способов улучшения качественных показателей.

**Ключевые слова** - теория, эксперимент, контроль, тесто, качество.

**Формулировка цели статьи.** Целью данной статьи является установка тенденций улучшения тестоприготовления. В соответствии с поставленной целью были сформулированы соответствующие задачи:

- определить направления интенсификации приготовления теста;
- установить условия тестоприготовления в исследованиях;
- определить структуру анализа замеса и брожения теста;
- предложить пути решения исследования тестоприготовления.

**Постановка проблемы.** Современные тенденции тестоприготовления выдвигают необходимость решения значительных научных и научно-технических проблем, что охватывают сразу несколько областей знаний.

При разработке и внедрении их результатов в жизнь учитывается опыт решения больших технических заданий. Эти подходы досказывают, что решать научными методами наиболее эффективно удастся лишь в том случае, когда научно – исследовательские работы организуются другим методом, чем тот, который доньше считался стандартным. Все эксперименты рассматриваются по целостной схеме: идея; алгоритм; позитивные качества и недостатки, сфера целесообразного применения [1].

Теория эксперимента формирует приемы и способы оптимальной

организации при исследованиях. Применение этих подходов позволяет эффективно, с наименьшими расходами решать много практических важных заданий: построение по исследовательским данным математических моделей объектов и явлений, оптимизацию процессов, проверку разных предпосылок. Рассмотренные методы исследовательской оптимизации разделены на две группы: поисковые, основанные на предыдущем изучении экспериментальной модели объекта, и те, что описывают его поведение в области оптимума. Применяемый технический анализ осуществлялся для контроля качества продукции и хода технологического процесса: совокупность разных методов испытания, что применяются для определения соответствия начального сырья, материалов и готовой продукции установленным нормам, а также для контроля хода технологического процесса производства. Производственное оборудование отвечало требованиям ДСТУ и отраслевых правил [2].

*Анализ последних достижений.* Сухенко Ю.Г. характеризует — на основе условий работы и причин потери работоспособности деталей оборудования хлебопекарной промышленности. Основными причинами, которые приводят к их быстрому изнашиванию, являются высокая механическая и химическая агрессивность внешних сред и использование традиционных конструкционных материалов. Значительным фактором ресурсопоглащения является изнашивание рабочих органов. Рабочие узлы машин, обрабатываемые вещества и технологические жидкости образуют сложные динамические системы, закономерность трения и интенсивность изнашивания [3].

Дашкевич А.О. отмечает — эффективность процесса перемешивания зависит от формы траектории движения рабочего органа. Расчет действия тестомесильной машины должен складываться — траектории движения точки, принадлежащей рабочему органу, так и определения кинематических (скорости и ускорения) и динамических характеристик работы тестомесильной машины. Это позволило осуществить шаг к установлению связи геометрических размеров тестомесильной машины с энергетическими характеристиками планетарного механизма, что дает возможность еще на стадии проектирования определять рациональные параметры [4].

Берник М.П. Сочетание вибрационного влияния со вращением месильных органов в деже создает зону интенсивного смешивания по всему рабочему объёму. Возможность перевода системы, что обрабатывается, в состояние виброкипения дает возможность в 10-15 раз увеличить частоту вращения рабочих органов без повышения температуры массы продукции, а кратковременность обработки и снижение мощности привода предопределяет снижение общих

расходов электроэнергии. Значительно сниженная затрата энергии (на 80 – 85 %) в процессе смешивания и себестоимость вибрационного смесителя [5].

**Материалы и методы исследований.** Материалы: тесто, тестомесильная машина. Методы исследований: технического анализа эффективности технологий; определение физико-механических показателей сырья; определение энергетических характеристик замеса теста; статистический анализ экспериментальных исследований замеса теста; компьютерный анализ крепких соединений.

**Основная часть.** Проблемы хлебопечения тесно связаны с качеством теста. Основным показателем тестоприготовления считается состояние производства и его качественный потенциал. Прогнозирование качества тестоприготовления основывается на выборе энергетического действия в ходе замеса теста. Эксперименты проводились на предприятиях малой мощности соответственно действующим нормам технологического процесса. Составы, производственные, вспомогательные и бытовые помещения обеспечивали: условия для сохранения сырья и готовой продукции, ведения технологического процесса, допустимые условия труда, необходимые бытовые условия. На предприятиях осуществлялся лабораторный теххимический контроль. Контроль на производстве начинался с сырья, что поступает на предприятие, воды, вспомогательных и тароупаковочных материалов. Они отвечали требованиям действующих стандартов, технических условий, медико-биологическим требованиям, имели гигиенические сертификаты или качественные удостоверения. Входному контролю подлежало все сырье, что поступило на предприятие соответственно перечню, в котором установлено, какое сырье по каким показателям подлежит контролю [6].

Как базовую модель за результатами анализа использования тестомесильных машин было взятой самую распространенную тестомесильную машину периодического действия Л4-ХТВ. Тесто замешивалось по стандартной технологии с учетом рецептуры хлеба. Время влияния на тесто и интенсивную обработку определялись соответственно разработанной методике проведения эксперимента. Месильный орган новой конструкции предлагается для замены используемых месильных органов, что выпускаются массово и взятых в расчетах как базовые. На основании испытаний, проведенных на ППСГ “Приморский”, НП “Квітень”, ОАО “МеЗТГ”, ПНВП “Кермек” предлагается модернизация тестомесильных машин, в которых используется спиралеобразный месильный орган [7].

Таблица 1 - Начальные значения

п/п	Показатели	Тестомесильная машина Л4-ХТВ с месильным органом		Отклонение параметров %
		базовым	новым	
1	Производительность, кг/г	550	550	-
2	Объем дежи, л.	140	140	-
3	Номинальная мощность повода/ траверсы, кВт.	1,5/0,37	1,5/0,37	-
4	Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м.	1245×850×1100	1245×850×1100	-
5	Масса, кг.	375	375	-
6	Обслуживающий персонал, чел.	1 істороб	1 істороб	-
7	Режим работы, смен в сутки	1	1	-
8	Стоимость тестомесильной машины, грн.	8625	8625	-

Таблица 2 - Технологические показатели

п/п	Показатели	Тестомесильная машина Л4-ХТВ с месильным органом		Отклонение параметров %
		базовым	новым	
1	Загрузка дежи мукой, кг, не более	50	50	-
2	Длительность процесса замеса теста, с.	240	200	-16,7
3	Общие потери компонентов от тестоприготовления %.	11,86	9,6	-2,26
4	Расходы муки, т.	6026	6777	+11,1
5	Расходы на муку, грн.	3,37	3,79	+12,5
6	Время брожения теста, год.	2,5	2,25	+11,1
7	Пористость %.	72	70	+2,9
8	Удельный объем .	273	269	+1,5
9	Выход хлеба %	135,0	137,3	+1,7

В основу позитивной модели поставленное задание

усовершенствования конструкции месильного органа тестомесильных машин периодического действия, в котором за счет конструкции месильного органа тестомесильных машин периодического действия обеспечиваются:

- равномерная загрузка мощности повода месильного органа путем выбора оптимального баланса силы трения теста;
- силы давления теста о месильный орган, силы адгезии, силы упругости и силы повода месильного органа;
- удачный баланс действующих моментов сил по сечению месильного органа.

За счет этого снижается затраты электроэнергии, повышается надежность привода месильного органа, одновременно сокращается время выпуска хлеба, созревания теста и опары, образуется тесто с более высококачественными показателями — все это дает снижение себестоимости готовых изделий. Полученный технический результат обусловлен соотношением всех выявленных новых признаков: формы пересечения, угла контакта, толщиной, длиной. Их совокупность показывает преимущества в качестве получаемой тестовой массы и снижения расходов энергии на единицу продукции [8].

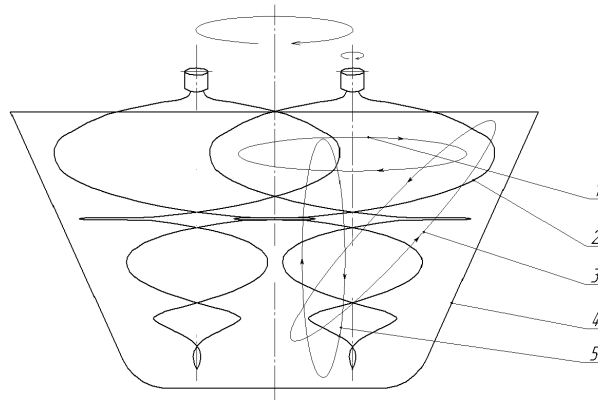


Рис. 1. Вид действия месильного органа новой конструкции на тесто: 1- смещение вдоль пересечения органа; 2 – месильный орган; 3 - движение теста вокруг спирали; 4 – дежа; 5 - движение теста сверху - вниз

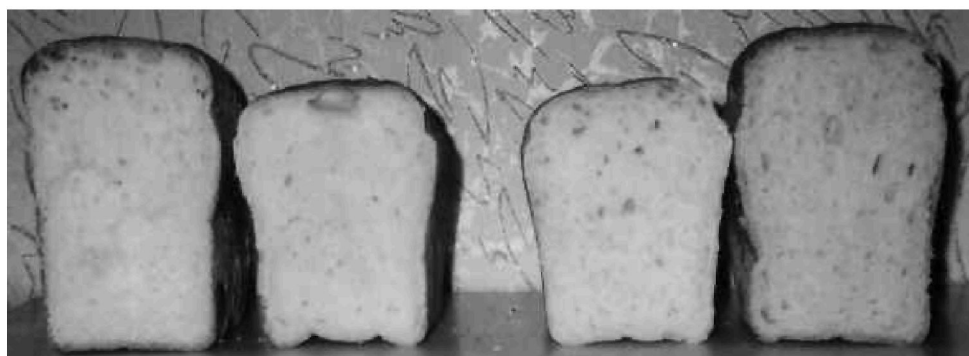
Установление эффективности базового и месильного органов новой конструкции возможно только путем проведения сравнительного эксперимента. Ввиду того, что для тестомесильной машины периодического действия конечным исходным продуктом является тесто, качественными показателями которого является “подъемная сила”, кислотность и объем теста, эти три взаимозависимых фактора в конечном итоге были взяты за основу для определения качества теста в завершающем процессе замеса

теста. Они дают возможность делать вывод об эффективности применяемых месильных органов. Результаты исследований приведены в табл.1-5.

Анализируя полученные результаты, можно прийти к таким выводам табл. 1-5:

Таблица 3 - Технические показатели

п/п	Показатели	Тестомесильная машина Л4-ХТВ с месильным органом		Отклонение параметров %
		базовым	новым	
1	Затрачиваемая мощность повода месильного органа на процесс замеса теста, кВт	1,5	1,4	-6,7
2	Геометрическая вместимость дежи, л, не менее.	140	140	-
3	Производительность тестомесильной машины, т/сутки.	11,65	12,4	+6
4	Количество приготовленного теста, т/сутки.	1,053	1,174	+11,5
5	Производительность по тесту, т/сутки.	13,2	13,7	+3,8
6	Обеспечиваемая суточная производительность печи, т/сутки.	25,2	28,2	+11,2



1

2

Рис. 2. Вырезки хлеба, приготовленного из теста, замешенного:

1 – месильным органом новой конструкции;

2 – базовым месильным органом

— из графика (рис. 3.), что отображает влияние предлагаемого

месильного органа, виден более быстрый рост кислотности по сравнению со стандартным месильным органом (график 3) на 0,75 ч. до оптимально допустимого значения 3 Н° и составляет 2,2 ч.;

— график (рис. 3.) показывает, что рост “подъемной силы” у месильного органа новой конструкции для данного типа теста выходит на 0,85 ч. раньше, чем у базового месильного органа (график 3);

— на графике (рис. 3.) изображен рост объема теста у предлагаемого месильного органа. Из анализа изменения графика видно, что объем теста достигает оптимального уровня в районе 2,2 ч., опережая при этом базовый месильный орган (график 2) на 10 %.

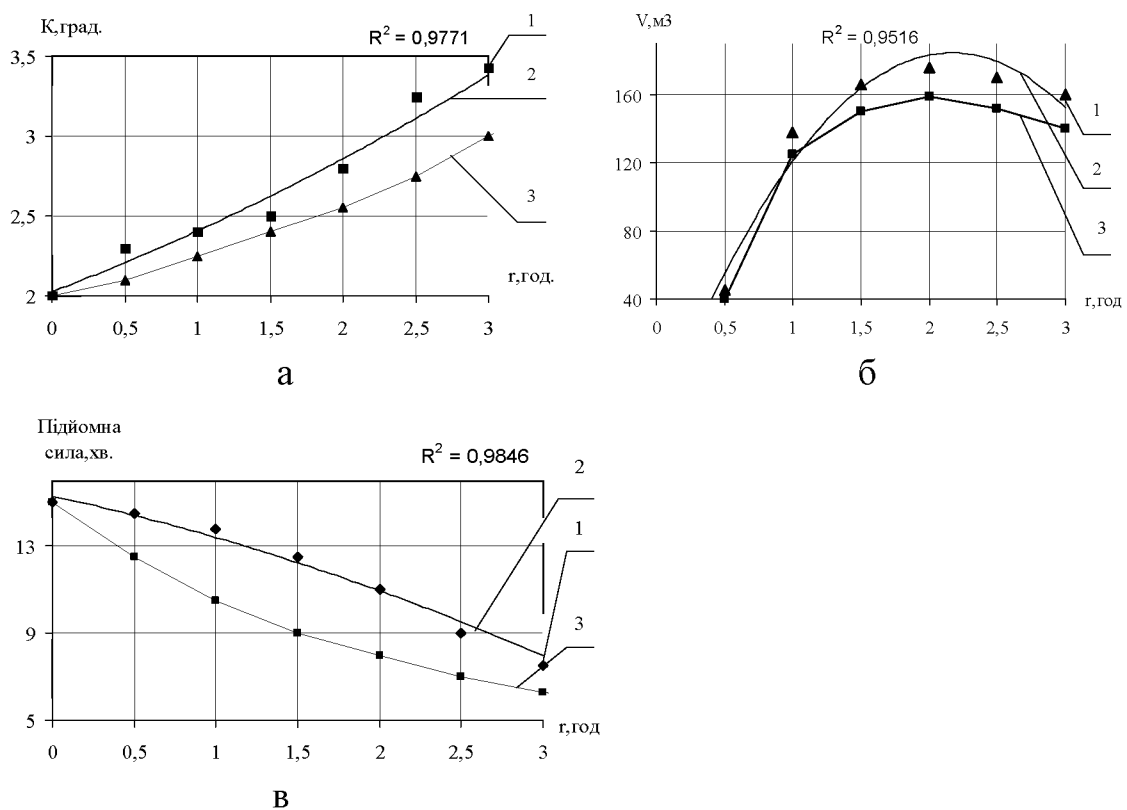


Рис. 3. Графики сравнительного эксперимента (по тесту):

а - изменение объема теста; б - изменение подъемной силы теста; в - изменение титрованной кислотности теста: 1 - месильного органа новой конструкции; 3 - базового месильного органа;

2а - аппроксимирована прямая  $y = 0,018x^2 + 0,173x + 1,013$  ;

2б - аппроксимированная прямая  $y = -23,25x^2 + 100,83x - 17,05$  ;

2в - аппроксимированная прямая  $y = -0,135x^2 - 0,818x + 7,652$

То есть во время замеса теста месильным органом новой конструкции технологические результаты, что дают возможность тесту созреть, достигаются на 0,5 ч. раньше, чем в случае применения

базового месильного органа [6,8].

Таблиця 4 - Показатели качества

Вид продукции.	Хлеб "Таврический" (массой 0,55 кг.)	
	Месильный орган новой конструкции.	Базовый месильный орган.
Показатели:		
1. Удельный объем $\frac{\text{см}^3}{100\text{г}}$ .	273	269
2. Пористость %.	72	70
3. Равномерность замеса.	Мелкая, однородная.	Мелкая, с наличием больших пор.

Таблиця 5 - Данные сравнительного эксперимента (по тесту)

№ п/п	Показатели		Длительность брожения, год.						
			0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
1	Объем	Месильный орган новой конструкции	-	45	138	166	176	170	160
2		Базовый месильный орган	-	40	125	150	159	152	140
3		Теоретический график - 2а	-	40	121	166	178	173	158
1	Подъемная сила	Месильный орган новой конструкции	15	14,5	13,8	12,5	11	9	7,5
2		Базовый месильный орган	15	12,5	10,5	9	8	7	6,3
3		Теоретический график – 2б	15	14	13	12	11	10	8
1	Кислотность	Месильный орган новой конструкции	2	2,3	2,4	2,5	2,8	3,25	3,43
2		Базовый месильный орган	2	2,1	2,25	2,4	2,55	2,75	3
3		Теоретический график – 2в	2	2,2	2,4	2,6	2,85	3,1	3,4

В результате практических исследований месильного органа новая конструкция достигнута высоких качественных характеристик теста.



Предложенные для дегустации образцы изделий имели приятный внешний вид, достаточно мягкую мякоть с мелкой равномерно-тонкостенной пористостью, гляцевую светло-коричневую корку, присущую данному виду хлебобулочных изделий, аромат и вкус без постороннего привкуса и запаха. Исследования показали, что применение научно обоснованного и разработанного месильного органа новой конструкции, при изготовлении хлеба "Таврический", способствует улучшению качества и увеличению выхода изделий.

Также использовался органолептический метод для оценки характеристики вкуса полученного хлеба. Экономический эффект от внедрения в технологический процесс достигается за счет создания оптимального перемешивания продукта в рабочем объеме подкатной дежи, в результате чего происходит равноценное смешивание ингредиентов с достаточно интенсивной обработкой всего объема массы, при низких в некоторой степени расходах приводной мощности и уменьшения энергозатрат.

**Выводы.** Рассматривая полученные результаты исследований, можно прийти к следующим решениям:

1. Установленные направления интенсификации приготовления теста. Их анализ дает возможность прийти к выводам — наука владеет широким спектром возможностей влиять на тесто в постуpie тесто приготовления.

2. Выявлено и показано многообразие научных взглядов на условия тестоприготовления. Интенсификация технологии тестоприготовления, дает возможность рационально получать тесто с высокими качественными показателями.

3. Дан анализ структуры рассмотрения замеса и брожения теста, во взаимосвязи с основными требованиями к тестоприготовлению. Разбор данного направления тестоприготовления выполнен на основе экспериментальных данных.

4. Полученные экспериментальные данные и условия достижения целесообразных параметров замеса теста при тестоприготовлении. Показанная взаимосвязь экспериментальных исследований и теории тестоприготовления.

#### Литература

1. Капица П.Л. Эксперимент. Теория. Практика: Статьи и выступления / П.Л. Капица И М.: Наука. Гл. ред. физ. - мат. лит, 1987. — 496 с.
2. Сирохман I.B. Качество и безопасность зерно мучных продуктов / И.В. Сирохман, Т.М. Лозова – К.: Центр учебной литературы, 2006. — 384 с.
3. Сухенко Ю.Г. Научно-прикладные основы повышения

долговечности деталей оборудования пищевых и переработочных отраслей АПК: автореф. дис. на соискание наук д-ра техн. наук: 05.05.09 “Машины пищевой, микробиологической и фармацевтической промышленности” / Ю.Г. Сухенко — К.: — 1999 — 37 с.

4. *Дашкевич А.О.* Геометрическое моделирование схем действия планетарных тестомесильных машин: автореф. дис. на соискание наук. канд. техн. наук: 05.01.01 – “Прикладная геометрия, инженерная графика” / А.О. Дашкевич — К., — 2008. — 20 с.

5. *Берник М.П.* Энергосохраняющий вибропривод нового смесителя для переработочных производств: автореф. дис. на соискание наук. канд. техн. наук: 05.02.03 - “Системы поводов” / М.П. Берник — К., — 2001. — 20 с.

6. *Пучкова Л.И.* Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства / Л.И. Пучкова — М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982. — 232 с.

7. *Красовский Г.И.* Планирование эксперимента / Г.И. Красовский, Г.Ф. Филаретов И Мн. Издательство БГУ им. В.И. Ленина, 1982. — 302 с.

8. *Павлоцкая Л.Ф.* Пищевая, биологическая ценность и безопасность сырья и продуктов его переработки: Учебник / Л.Ф. Павлоцкая, Н.В. Дуденко, В.В. Евлаш, — К.: ИНКОС, 2007. — 287 с.

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ В ТІСТОПРИГОТУВАННІ

Янаков В.П.

*Анотація* - стаття присвячена аналізу інтенсифікації процесу тестоприготування, що сприяє підвищенню якості технологічного процесу. Для вирішення цієї проблеми необхідне всесторонній розгляд шляхів скорочення часу обробки тесту і способів поліпшення якісних показників.

## COMPARATIVE EXPERIMENT IN TESTOPRYGOTOVLENYU

V. Yanakov

### *Summary*

The article is devoted to the analysis of intensification of process of testoprygotovlenyy, that is instrumental in upgrading technological process. For the decision of this problem it is necessary comprehensive consideration of ways of reduction of time of treatment of test and methods of improvement of high-quality indexes.