

УДК.664.64.014.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СУЧАСНИХ ТІСТОМІСИЛЬНИХ МАШИН**

Ялпачик Ф.Ю., к.т.н.,

Янаков В.П., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел/факс (06192) 421-306

Човпило А.П., інженер, головний конструктор

*ОАО "МеЗТГ"*

Тел/факс (06192) 420-451

**Анотація** — стаття присвячена аналізу можливості оперативного контролю якісних показників тіста на всіх етапах тістоприготування. Можливість оперативного контролю і корегування енергетичного впливу тістомісильних машин визначає напрямки їх вдосконалення і покращення процесу перемішування тіста.

**Ключові слова** — тістомісильна машина, контроль, енергія, прилад, технологія, тісто, хлібопекарна продукція.

*Постановка проблеми.* Ціна, асортимент, якість і рентабельність тіста, а також хлібопекарної продукції утворюються формуючими якість операціями. Однією із них у технології виробництва хлібопекарної продукції є заміс тіста. Можливість оперативного контролю, керування та коректування процесами перемішування, і визначає у підсумку ефективність виробництва тіста і хлібопекарної продукції.

На сьогоднішній час на харчовому ринку спостерігається негативна тенденція — скорочення об'ємів вживання хлібопекарної продукції. Аналіз технології виробництва тіста і хлібопекарної продукції виявив причини зниження якості:

- Стабілізація енергетичного впливу хлібопекарного і тістомісильного обладнання.
- Надмірне застосування синтетичних добавок, група Є.
- Відсутність широкого застосування інноваційних підходів при реалізації процесів перемішування тіста.

Системний аналіз тістоприготування ґрунтується на виборі варіантів енергетичного впливу тістомісильних машин і контролі

якісних показників тіста, що викликає зміни шаблону конструкції тістомісильних машин.

*Аналіз останніх досягнень.* Останні дослідження технологічного обладнання і застосованих технологій замісу тіста спрямовані на інтенсифікацію процесів перемішування і контролю якісних показників тіста та хлібопекарної продукції. Простежимо їх реалізацію.

У своїх дослідженнях Д.Ф. Фатихов і А.Н. Белехов вивчали організацію охорони праці при виробленні замісу тіста на тістомісильних машинах. Отримані дані за застосуванням норм виробничої санітарії, електробезпеки, екології, пожежної безпеки. Виявлені види і характеристики шкідливих виробничих факторів. У дослідженнях не висвітлено питання впливу інтенсифікації замісу тіста на санітарно-гігієнічні умови виробництва і фізіологічні особливості праці робітників [1].

Змішування сировини і отримання однорідних мас — один із напрямків досліджень А.І. Драгільова. У проведених дослідженнях був вивчений широкий спектр тістомісильних машин. Одержані дані щодо досягнень продуктивності тістомісильних машин безперервної дії

$$P = 3600Fv\rho\varphi, \quad (1)$$

де  $F$  — площа перетину отвору, через який виходить готова маса, м<sup>2</sup>;

$v$  — швидкість витікання готової маси, м/с;

$\rho$  — щільність готової маси, кг/м<sup>3</sup>;

$\varphi$  — коефіцієнт заповнення площі отвору витікаючою масою,  $\varphi = 0,4-0,95$ .

У дослідженнях не розглядалося питання оптимізації енергетичного впливу при замісі тіста [2].

Б.А. Хохлов, В.А. Єрмаков вивчали надійність і ремонтпридатність тістомісильних машин. Дослідження були спрямовані на організацію ремонту тістомісильних машин періодичної дії. Виявлені слабкі місця у ремонті сальникових з'єднань, черв'ячних пар і редукторів. Не розглядалися питання модернізації тістомісильних машин у ході ремонту й експлуатації [3].

Сформульовані напрямки новітніх досліджень технології виготовлення тіста і хлібопекарної продукції. Змога управління ходом процесу перемішування тіста у тістомісильних машинах визначається:

- організацією охорони праці;
- нормами виробничої санітарії;

- електробезпекою;
- екологічними нормами;
- пожежною безпекою;
- ремонтпридатністю;
- змогою модернізації;
- досягненням максимальної технологічної продуктивності.

*Формулювання мети статті.* Метою даної статті являється визначення можливості оперативного контролю і коректування енергетичного впливу тістомісильних машин. Ефективність процесів перемішування тіста визначає якість хлібопекарної продукції. Можливість визначити достатній рівень механічного впливу, максимально реалізувати якісний потенціал вихідних інгредієнтів і випустити належну хлібопекарну продукцію є важливою проблемою тістомісильних машин.

*Основна частина.* Аналіз технології виробництва тіста і хлібопекарної продукції дає змогу розкрити, що операція, яка формує якість виготовлення тіста, є визначальною ланкою, що утворює відмінні показники кінцевої продукції. Введення сучасних технологій замісу тіста залежить від радикального впливу на тісто енергопередаючого обладнання та передачі ним енергії тісту.

Контроль якісних показників тіста на всіх етапах тістоприготування дає змогу коректувати процеси перемішування. Коректування процесів перемішування, установлення досягнень необхідних технологічних показників тіста і визначає достатній рівень технічної реалізації хлібопекарного виробництва. Простежимо реалізацію рівня виробництва:

– Визначення кислотності тіста. Під час дозрівання тіста вимірювали зміни титрованої кислотності. Для встановлення величини титрованої кислотності й фізичних властивостей, визначення оптимального часу бродіння, щогодини із проміжками 0,5 год. брали проби тіста. Якість застосовуваного в дослідженнях борошна за вмістом клейковини, вологістю, кислотністю відповідає вимогам ДСТУ.

Комплекс приладів для виміру титрованої кислотності дає змогу точно визначити потрібні показники. Титровану кислотність визначали прискореним способом, титруванням 0,1н. розчину їдкою натрію за наявності фенолфталеїну за методикою, наведеною в інструкції до приладу. Готова продукція і хліб характеризуються такими показниками: питомий об'єм і пористість хліба, титрована кислотність і вологість м'якушки, органолептичні показники.

– Визначення вологості тіста після замішування та бродіння. Під час бродіння тіста вимірювали температуру й вологість. Паралельно для експериментального випікання відбирали тісто, що вистоювалося

у формовому зразку в термостаті при температурі 32 – 36 °С, до готовності у вистоювальному просторі, де підтримувалася необхідна температура й вологість. З використанням приладу ВНІХП–4 (сушильної електрошафи з терморегулятором Чижової) визначалася вологість, рис. 1,б.

Після замісу тісто помістили в термостат на період бродіння при температурі 32 °С, при цьому тісто обминали щогодини. Використовувався розрахунок і аналіз показників тістоприготування. Відповідно до вимог стандартів визначали основні фізико-хімічні показники хлібобулочної продукції: пористість, вологість, кислотність, органолептичні показники й питомий об'єм. Стандартним методом визначали вологість хліба відповідно до ДСТУ. При цьому використовували наважки по 5 г. Зважували на аналітичних вагах ВЛА–200г–М з точністю до 0,001 кг. Висушували наважки у ВНІХП–4 (сушильній електрошафі з терморегулятором Чижової). Застосовувалися засоби зважування, представлені на рис. 1.

Приведені засоби зважування дають змогу повноцінно провести метрологічне забезпечення технологічного процесу. Визначення вологості тіста дає змогу приблизитися до визначення якості сировини та напівфабрикатів.

– Визначення якості сировини та напівфабрикатів. Методи контролю якості готових виробів для оцінки якості виробів, що випускаються підприємством, використовують стандартні методи. Для більш повної і об'єктивної оцінки виробів, зокрема при проведенні науково-дослідних робіт, застосовують додаткові методи. Якість виробів встановлювалася у кожній партії на підставі лабораторного аналізу [5]. Співвідношення якісних і кількісних показників вихідних компонентів багато в чому визначає технологію замісу тіста, варіювання параметрів тіста під час обробки.

Застосовувана сировина й напівфабрикати відповідали вимогам ДСТУ:

- борошно пшеничне хлібопекарське першого гатунку;
- дріжджі сухі імпортного виробництва, дріжджі хлібопекарські пресовані;
- сіль кухонна харчова;
- вода питна;
- олія рослинна (для змащення форм).

Якість застосовуваного в дослідженнях борошна за вмістом клейковини, вологістю, кислотністю відповідає вимогам [6]. Якість борошна визначали за такими показниками: вологість, клейковина (якість і кількість), автолітична активність і газоутворення.

– Експериментальна перевірка якості дріжджів пресованих. Проводили у відповідності з вимогами ДСТУ щодо тривалості

підймання тіста й методом “кульки” щодо підйомної сили. Температуру напівфабрикатів вимірювали технічним термометром ТН-3 ДСТУ4-2001 зі шкалою 60 °С і точністю відліку до 1 °С [7]. Однорідність тіста оцінювали позиційним профілактометром УРЛ-Модуль1 за методикою, наведеною в інструкції до приладу, рис. 1.

Дріжджі й сіль зважували на аналітичних вагах ВЛА-200т-М з точністю до 0,001 кг., борошно й воду — на технічних вагах РН-10Ц13У з точністю до 0,01 кг. Розтяжність сирової клейковини тіста оцінювали лінійкою за ДСТУ 427-05. Температуру тіста під час замісу контролювали технічним термометром ТН-3 ДСТУ 4-2001 зі шкалою 60 °С і точністю відліку до 1 °С [6]. Якість тіста контролювали за такими показниками: технологічні показники (прилад ІДК-1), газоутворювальна здатність (прилад АГ-1 або прилад Яго-Островського).

З використанням приладу ВПХП-4 (сушильна електрошафа з терморегулятором Чижової) визначалася вологість, підйомна сила за методом “кульки”, титрована кислотність — прискореним методом титруванням 0,1 н. розчину їдкого натрію за наявності фенолфталеїну. Визначені показники якості сировини та напівфабрикатів дають змогу наблизитися до визначення якості готових виробів.

– Основні фізико-хімічні показники хлібобулочної продукції. Відповідно до вимог стандартів визначали основні фізико-хімічні показники хлібобулочної продукції: пористість, вологість, кислотність, органолептичні показники й питомий об'єм [7]. Виміри проводилися через 15–18 год. після виробництва хліба згідно із загальноприйнятою методикою за ДСТУ.

Стандартним методом визначали вологість хліба відповідно до ДСТУ. При цьому використовували наважки по 5 г. Зважували на технічних вагах РН-10Ц13У з точністю до 0,01 кг. Висушували наважки в ВПХП-4 (сушильна електрошафа з терморегулятором Чижової). Визначення якісних показників готової продукції не дає змоги комплексно оцінити переваги нововведень. Для досягнення цієї мети необхідна оцінка енергетичних характеристик замісу тіста.

Підаючи аналізу структуру приладів (рис. 1), можливо дійти до висновків — маємо імовірність достовірно встановити значення показників процесів тістоприготування. Розуміння економічної ефективності та якості процесів перемішування тіста за новітніми технологічними процесами має виразні утруднення, вони полягають у щільній взаємозалежності між якістю і економічною ефективністю замісу тіста.

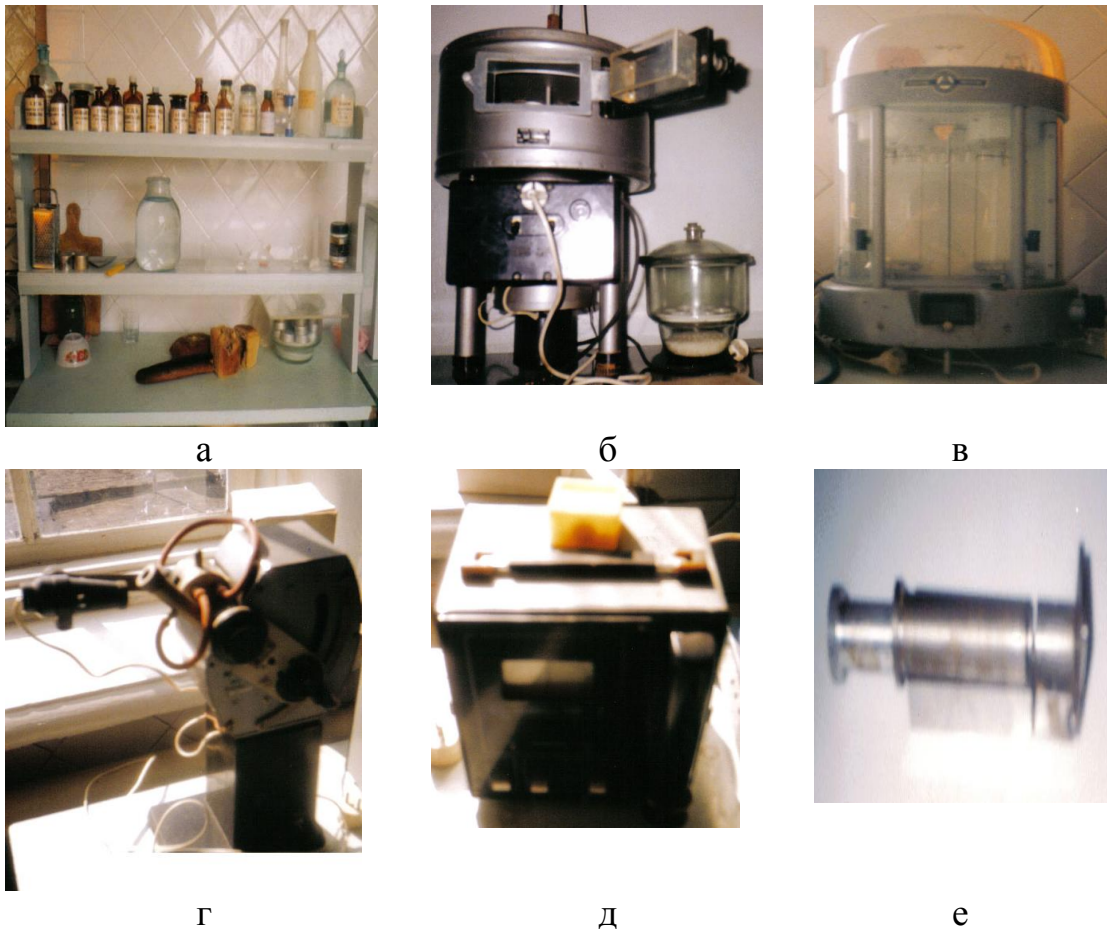


Рис. 1. Прилади для контролю процесів тістоприготування:  
а – прилади для виміру титрованої кислотності; б – ВПШП-4 (сушильна електрошафа з терморегулятором Чижової); в – аналітичні ваги ВЛА-200г-М з точністю до 0,001 кг.; г – позиційний профілактометр УРЛ-Модуль1; д – прилад ІДК-1; е – прилад Журавльова.

Вирішення питання контролю якісних показників тіста здійснюється при розробленні та запровадженні нових технологічних процесів перемішування тіста, які за особливостями не поступаються звичайним, але значно дешевші. Корегування перемішування тіста, визначення досягнень потрібних технологічних показників тіста і установлює достатній рівень. Цей підхід можливо реалізувати при об'єднанні в один ланцюг: прилад → методика → формула → розрахунок → тісто → технічна реалізація.

Розрахунок якісних показників тіста проводили за формулами:

- Кислотність кожного навішування муки ( $K_M$ ) в градусах кислотності визначали об'ємом 1 моль/дм<sup>3</sup> розчину гідроокису натрію для нейтралізації кислоти в 100 г муки за формулою 1.
- Вологість муки ( $W_M$ ) у відсотках обчислювали за формулою 2.

- Кількість сирої клейковини ( $K_K$ ), у відсотках обчислювали за формулою 3.
- Вміст сирої клейковини, виражений у відсотках до маси початкового продукту ( $B_K$ ), визначали за формулою 4.
- Кількість водорозчинних речовин в муці ( $BP_K$ ) в перерахунку на суху речовину у відсотках обчислювали за формулою 5.
- Пористість ( $\Pi$ ) обчислювали у відсотках за формулою 6.

$$K_M = \frac{V \cdot 100}{m_1 \cdot 10} \text{ або } K_M = V \cdot 2, \quad (1)$$

$$W_M = \frac{100(m_3 - m_2)}{m_3}, \quad (2)$$

$$K_K = \frac{m_K \cdot 100}{m_H}, \quad (3)$$

$$B_K = \frac{m_K \cdot 100}{10} = 10m_K, \quad (4)$$

$$BP_K = \frac{K_C \cdot 100}{(100 - W_m)}, \quad (5)$$

$$\Pi = \frac{V_X - m_B / \rho_M}{V_X} 100, \quad (6)$$

де  $1/10$  – коефіцієнт перерахунку 0,1 моль/дм<sup>3</sup> розчину луку на 1 моль/дм<sup>3</sup>;

$V$  – об'єм розчину гідроксиду натрію концентрацією 0,1 моль/дм<sup>3</sup> (з урахуванням поправочного коефіцієнту до титру гідроксиду натрію), використаний на титрування, см<sup>3</sup>;

$m_1$  – маса навішування продукту, г;

$m_2$  – маса навішування після висушування, г;

$m_3$  – маса навішування муки до висушування, г;

$m_K$  – маса сирої клейковини, г;

$m_H$  – маса навішування муки, г;

$K_C$  – кількість сухих речовин, %;

$W_m$  – вологість муки, %;

$V_X$  – загальний об'єм виїмок хліба, см<sup>3</sup>;

$m_B$  – маса виїмок, г;

$\rho_M$  – щільність безпористої маси м'якуша, г/см<sup>3</sup>.

Аналіз приведеної системи формул дає змогу дійти до висновку — вживання контролю якісних показників тіста у рішенні задач технологічного процесу перемішування тіста дасть змогу підвищити результативність і економічну ефективність хлібопекарної продукції, що випускається.

*Висновки.* Отримані дані досліджень вдосконалення технології хлібопекарної продукції, замісу тіста й теорії тістомісильних машин зумовлюють спроможність дійти до висновків:

Сформульовані сучасні напрямки досліджень процесів перемішування: організація охорони праці; норми виробничої санітарії; електробезпека; екологічні норми; пожежна безпека; ремонтпридатність; змога модернізації; досягнення максимальної технологічної продуктивності.

Визначені положення взаємозв'язку вживання контролю і корегування якісних показників тіста у рішенні задач технологічного процесу замісу тіста.

Визначені положення взаємозв'язку принципів результативності технологічного процесу замісу тіста, вони формуються технологічним ланцюжком: обладнання → процес, → технологія → товарознавство.

Дана оцінка технологічного ефекту від впровадження у процесі перемішування прогресивних методів контролю і корегування енергетичного впливу тістомісильних машин.

#### Література:

1. *Янаков В.П.* Обґрунтування параметрів і режимів роботи тістомісильної машини періодичної дії: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.12. — “Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв” / В.П. Янаков. — ДонНУЕТ., — 2011. — 20 с.

2. *Фатыхов Д.Ф.* Охрана труда в торговле, общественном питании, пищевых производствах в малом бизнесе и быту / Д.Ф. Фатыхов, А.Н. Бедехов. — М.: Изд. центр "Академия". 2000. — 224 с.

3. *Драгилёв А.И.* Технологическое оборудование предприятий кондитерского производства / А.И. Драгилёв — М.: Колос. 1997. — 432 с.

4. *Хохлов Б.А.* Ремонт и основы монтажа оборудования предприятий общественного питания и торговли / Б.А. Хохлов, В.А. Ермаков. — М.: Машиностроение. 1983. — 205 с.

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



6. Писаренко В.В. Основы технического анализа / В.В. Писаренко, Л.С. Захаров – М.: Выс. шк. 1972. – 280 с.
7. Процеси і апарати харчових виробництв. Лабораторний практикум: Навч. посіб / під ред. І.Ф. Манежика – К.: НУХТ, 2006. – 224 с.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕСТОМЕСИЛЬНЫХ МАШИН**

Ялпачик Ф.Ю., Янаков В.П., Човпило А.П.

*Аннотация* — статья посвящена анализу возможности оперативного контроля качественных показателей теста на всех этапах тестоприготовления. Возможность оперативного контроля и корректировки энергетического воздействия тестомесильных машин определяет направления их совершенствования и улучшения процесса перемешивания теста.

## **DEFYING TECHNICAL EFFICIENCY OF MODERN DOUGH MIXING EQUIPMENT.**

F.Yalpachik, V.Yanakov, A.Chovpilo

### **Summary**

The article analysis indicators that define quality of dough at all phases of dough preparation. The article goes into depth on monitoring and control procedure during the dough mixing. Ways of improvement for dough mixing process in mixing equipment are identified and new ways for improvement are suggested.