

# ІНФОРМАТИКА, ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ

УДК 681.513.54:664.64.016

**Паньков Д.В.**

Національний університет харчових технологій

**Кишенько В.Д.**

Національний університет харчових технологій

**Шаруда С.С.**

Національний університет харчових технологій

## АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ ХЛІБОПЕКАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА НА ОСНОВІ ПРИНЦИПІВ КВАЛІМЕТРІЇ

*У статті досліджуються методи підвищення якості хлібопекарської продукції на всіх стадіях виробництва та її атестації для реалізації споживачам за допомогою інтегрованої автоматизованої системи управління якістю продукції, в якій використані сучасні методи комп'ютерної кваліметрії.*

**Ключові слова:** хлібопекарське виробництво, управління якістю, автоматизована система, комп'ютерна кваліметрія.

**Постановка проблеми.** Комп'ютерні системи моніторингу та управління технологічними процесами стають предметом розумових зусиль фахівців у різних сферах виробничої діяльності. Оцінка якісного рівня продукції, комп'ютерна діагностика ведення технологічних процесів, комп'ютерні управляючі комплекси виробничих і бізнес-процесів, кваліметричні оціночно-інформаційні системи у сфері дії ергатичних і біотехнологічних систем, автоматизовані системи експертизи якості багатокомпонентних і композитних сполук тощо – приклади різних напрямів комп'ютеризації виробництва. Вихід на інтелектуальний рівень комп'ютерних кваліметричних технологій визначає необхідність нового етапу узагальнення методології кваліметрії, створення можливостей усвідомленого, наукового підходу в справі розроблення різного типу кваліметричних комп'ютерних систем, зокрема й експертних. Щодо сфери харчової промисловості, хлібопекарського виробництва також, така систематизуюча і методологічна робота вимагає подальшого

узагальнення методології кваліметрії та механізмів її трансформації до конкретних ситуацій оцінювання й систематизації оціночних завдань в управлінні хлібопекарським виробництвом, серед яких: завдання і ситуації оцінювання якості сировини, напівфабрикатів, готової продукції, ведення технологічних процесів на всіх стадіях виробництва, механізми атестації, сертифікації у сфері збуту хлібобулочних виробів.

**Аналіз досліджень і публікацій.** У наш час накопичений певний досвід створення комп'ютерних кваліметричних систем на базі непараметричної статистики; оцінки якості й ефективності ергатичних систем на основі застосування спеціально розроблених «структурних мов» і теорії марківських і напівмарківських процесів [1], оцінки якості біотехнічних систем із застосуванням арсеналу нечіткої кваліметрії [2]. Окремі аспекти управління якістю продукції висвітлено в працях закордонних і вітчизняних науковців: О. Томіліна [3], В. Новікова [4], В. Оскольського [5], А. Макеєнка [6], В. Літинської

[7], К. Кутаха [8], Г. Зайкіної [9], Н. Голомші [10], В. Артиша [11], А. Краснова [12] та ін. Однак недостатньо дослідженими залишаються чинники впливу на формування якості хлібопекарської продукції та шляхи вдосконалення технологічних процесів виробництва хлібобулочних виробів.

**Постановка завдання. Мета статті** – систематизувати чинники впливу на формування якості хлібопекарської продукції та обґрунтувати шляхи підвищення ефективності інтелектуального управління якістю на хлібокомбінаті. Якість як об’ємна, складна й універсальна категорія має багато особливостей і аспектів. Управління якістю в хлібопекарському виробництві потрібно розглядати як процес цілеспрямованих дій у системі хлібокомбінату для виявлення, забезпечення і підтримки необхідного заданого рівня якості хлібопекарської продукції, що виробляється. Автоматизована система управління якістю на хлібокомбінаті характеризується як сукупність взаємопов’язаних елементів автоматизованої системи якості, взаємодіючих за допомогою інформаційних і матеріально-технічних засобів. Цими основними елементами є завдання, функції, організаційні структури управління, методи управління тощо, взаємодія яких забезпечує виробництво хлібопекарської продукції відповідного рівня якості. Одержанню високих результатів через впровадження автоматизованої системи управління якістю на кожній стадії виробництва передусе добре організована робота: визначення потреб споживача; формування завдань на

кожній стадії виробництва у сфері якості; визначення та постачання ресурсів, необхідних для досягнення заданого рівня у сфері якості; застосування методів, за допомогою яких буде визначено ефективність і результативність кожного процесу виробництва; визначення засобів для усунення невідповідностей.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для успішної роботи підприємств на сучасному ринку наявність у них системи якості, що відповідає стандартам ISO серії 9000 [13], і сертифіката на неї може бути не зовсім достатньою, але необхідною умовою. Все частіше впроваджується система «тотального управління якістю» (Total Quality Management – TQM), яка є результатом поєднання східної та західної концепції щодо управління якістю продукції. Ця система загального управління, за якої політика управління якістю продукції, її забезпечення та підвищення мають велике значення в системі управління підприємством. Складовими елементами системи TQM є планування, аналіз оцінювання та контроль якості продукції, а також керування завданнями та вимогами [3]. Методичною основою є «петля якості». Петля якості – це концептуальна модель взаємозалежних видів діяльності, що впливають на якість на різних стадіях виробництва від визначення потреб до оцінки їх задоволення. Схематично «петля якості» зображена на рис. 1.

Динамічність вимог до якості на кожній стадії виробництва хлібопекарської продукції зумовлює



Рис. 1. «Петля якості» – етапи забезпечення якості хлібопекарської продукції

необхідність впровадження системного підходу до управління якістю як такого, що дозволяє враховувати взаємозв'язки між суб'єктами й об'єктами управління якістю, забезпечувати цілеспрямований вплив на характеристики продукції на кожній стадії виробництва та рівень якості. Тому актуальним завданням є обґрунтування структури автоматизованої системи управління якістю продукції на хлібокомбінаті для забезпечення виконання нею функціонального призначення [14]. Впровадження в хлібопекарське виробництво інтегрованих систем управління якістю на кожній

стадії виготовлення дозволяє підвищити якість продукції, конкурентоспроможність підприємства завдяки застосуванню системного і процесного підходів до автоматизованого управління підприємством. Інтегровану автоматизовану систему управління якістю продукції на кожній стадії виробництва варто розглядати як сукупність основних підсистем, які впливають на загальну ефективність системи і спрямовані на підвищення якості хлібопекарської продукції (рис. 2).

Інтегрована автоматизована система управління якістю продукції на хлібокомбінаті є



Рис. 2. Інтегрована автоматизована система управління якістю хлібопекарської продукції

автоматизованою системою, що об'єднує підсистеми управління якістю на кожній стадії виробництва. Основою є методи вимірювання якості праці та принципи управління якістю продукції на кожній стадії виробництва, які є базовими згідно з міжнародними стандартами ISO 9000:2009. Кожна підсистема, що охоплює ту чи іншу сферу управління якістю хлібопекарської продукції, покликана вирішувати поставлені задачі щодо формування якості праці та підвищення якості продукції. Доцільно виділяти такі підсистеми управління якістю на хлібокомбінаті, як: планування якості, формування та стимулювання якості праці, технічного оснащення виробничого процесу виготовлення продукції, інформації, контролю якості продукції, аналізу й оцінки якості праці та продукції.

Мета управління якістю хлібопекарської продукції полягає в такому виборі оптимальних значень окремих, узагальнених характеристик і інтегральних показників із відповідних допустимих множин, щоб критерій якості системи загалом мав найкраще значення. Водночас за ієрархічним принципом окремі характеристики безпосередньо входять як керовані параметри в узагальнені, узагальнені – як керовані параметри в інтегральні, а інтегральні – як керовані параметри входять в критерій якості функціонування системи загалом. Множини значень вагових коефіцієнтів окремих характеристик, значень самих характеристик визначаються за результатами кваліметричних експертиз.

У результаті анкетування експертів проведено ранжування за важливістю показників хлібопекарського виробництва та ступенем їхнього впливу на якість напівфабрикатів і продукції.

Обробка експертних даних проводилася за допомогою багатомірного шкалювання, ідея якого полягає в тому, щоб виробити порядок («шкалу») наступності характеристик, який більш точно відображає результати ранжування показників експертами. Позитивним моментом багатомірного шкалювання [15] є підсилення типу даних: якщо початкові оцінки мали порядкові властивості, то кінцеві шкали вже є інтервальними, тобто за рангового оцінювання «властивість А важливіша за властивість Б», а на основі побудови шкал є можливість сказати про те, що «властивість А важливіша за властивість Б на стільки-то одиниць».

Багатомірне шкалювання дозволяє здійснити пошук та інтерпретацію «латентних» (прихованих) змінних, що дає можливість пояснити схожість між об'єктами, які задаються точками в просторі ознак. Основна задача методу багатомірного шкалювання полягає в тому, щоб зменшити число чинників, що характеризують змінювання виробничих процесів під час управління ними (зменшення розмірності). Використання даного методу дозволяє проводити змістовний аналіз набору чинників, щоб визначити оцінку близькості та відмінності різних варіантів розвитку ситуацій [15].

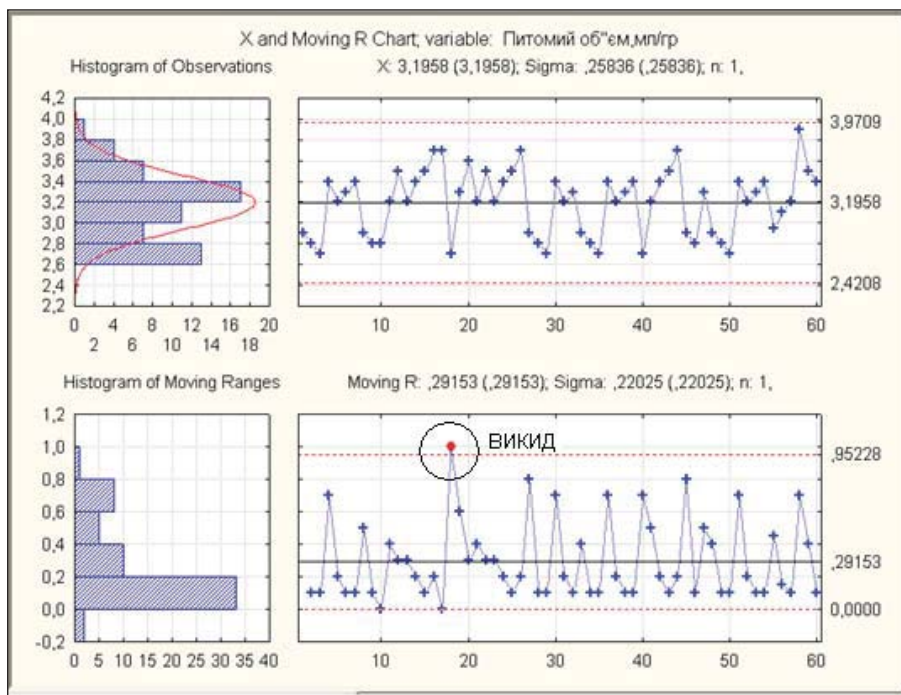


Рис. 3. Карти контролю якості готового продукту В. Шухарта

З використанням принципів кваліметрії були отримані комплексні показники оцінки якості продукції ( $K_1 - K_8$ ).

*Стадія підготовки сировини:*

$$K_1 = 0,263 F_6 + 0,109 \text{ВПЗ}_6 + 0,245 \text{Н}^{\text{АП}}_{\text{стисн.}} + 0,185 K_{\text{сир.кл.}} + 0,078 \Gamma_6 + 0,12 K_6. \quad (1)$$

*Стадія дозування сировини:*

$$K_2 = 0,446 \rho_{\text{др.}} + 0,387 \rho_{\text{с.р.}} + 0,167 W_6. \quad (2)$$

*Стадія замісу опари:*

$$K_3 = 0,098 W_{\text{оп.}} + 0,113 \rho_{\text{оп.}} + 0,145 \eta_{\text{оп.}} + 0,276 F_6 + 0,11 \rho_{\text{др.}} + 0,08 \rho_{\text{с.р.}} + 0,178 W_6. \quad (3)$$

*Стадія бродіння опари:*

$$K_4 = 0,098 W_{\text{оп.}} + 0,113 \rho_{\text{оп.}} + 0,11 G_{\text{др.}} + 0,086 \eta_{\text{оп.}} + 0,133 F_6 + 0,102 \rho_{\text{др.}} + 0,08 \rho_{\text{с.р.}} + 0,096 W_6 + 0,086 \text{ПС}_{\text{др.}} + 0,063 \Gamma_6 + 0,33 K_6. \quad (4)$$

*Стадія замісу тіста:*

$$K_5 = 0,098 W_{\text{т.}} + 0,348 I_{\text{з.т.}} + 0,145 \eta_{\text{т.}} + 0,163 C_{\text{з.т.}} + 0,11 \text{ВПЗ}_6 + 0,136 W_6. \quad (5)$$

*Стадія бродіння тіста:*

$$K_6 = 0,98 A_{\text{п.т.}} + 0,158 I_{\text{з.т.}} + 0,086 G_6 + 0,096 F_6 + 0,102 t_{\text{т.}} + 0,079 \text{ПС}_{\text{оп.}} + 0,017 p H_{\text{оп.}} + 0,107 K_{\text{оп.}} + 0,096 W_{\text{т.}} + 0,161 \Gamma_6. \quad (6)$$

*Стадія вистоювання тістових заготовок:*

$$K_7 = 0,201 \text{ПС}_{\text{т.з.}} + 0,213 \Phi_{\text{т.з.}} + 0,158 \tau_{\text{вист.}} + 0,143 \Pi_{\text{т.з.}} + 0,095 t_{\text{ш.в.}} + 0,087 W_{\text{ш.в.}} + 0,065 m_{\text{т.з.}} + 0,038 \eta_{\text{т.}} \quad (7)$$

*Стадія випікання хліба:*

$$K_8 = 0,176 \Pi_x + 0,183 K_x + 0,165 \Phi_x + 0,142 W_x + 0,211 t_{\text{ц.м.}} + 0,036 H_{\text{в.пр.}} + 0,087 \tau_{\text{вип.}} \quad (8)$$

де  $F_6$  – сила борошна, од. приладу;  $\text{ВПЗ}_6$  – водопоглинаюча здатність борошна,  $\text{см}^3/100$  г;  $\text{Н}^{\text{АП}}_{\text{стисн.}}$  – якість клейковини, од. пенетрометра;  $K_{\text{сир.кл.}}$  – кількість сирової клейковини, % до маси борошна;  $\Gamma_6$  – газотворююча здатність борошна,  $\text{см}^3 \text{CO}_2/100$  г;  $K_6$  – кислотність борошна, град.;  $\rho_{\text{др.}}$  – густина рідких дріжджів,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;  $\rho_{\text{с.р.}}$  – густина соляного розчину,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;  $W_6$  – вологість борошна, %;  $W_{\text{оп.}}$  – вологість опари, %;  $\rho_{\text{оп.}}$  – густина опари,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;  $\eta_{\text{оп.}}$  – реологічні властивості опари;  $G_{\text{др.}}$  – кількість дріжджів, г;  $\text{ПС}_{\text{др.}}$  – підйомна сила дріжджів, хв.;  $W_{\text{т.}}$  – вологість тіста, %;  $I_{\text{з.т.}}$  – інтенсивність замісу тіста;  $\eta_{\text{т.}}$  – реологічні властивості тіста;  $C_{\text{з.т.}}$  – спосіб замісу тіста;  $A_{\text{п.т.}}$  – питома робота замісу тіста,  $\text{кДж}/\text{кг}$ ;  $G_6$  – витрати борошна,  $\text{кг}$ ;  $t_{\text{т.}}$  – температура тіста,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $\text{ПС}_{\text{оп.}}$  – підйомна сила опари, хв.;  $pH_{\text{оп.}}$  – активна кислотність опари, од. pH;  $K_{\text{оп.}}$  – титрована кислотність, град.;  $\text{ПС}_{\text{т.з.}}$  – підйомна сила тістової заготовки, мм;  $\Phi_{\text{т.з.}}$  – формоутримуюча здатність тістової заготовки ( $H : D$ );  $\tau_{\text{вист.}}$  – тривалість вистоювання тістових заготовок, хв.;  $\Pi_{\text{т.з.}}$  – пористість тістової заготовки, %;  $t_{\text{ш.в.}}$  – температура в шафі вистою-

вання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $W_{\text{ш.в.}}$  – вологість у шафі вистоювання, %;  $m_{\text{т.з.}}$  – маса тістової заготовки, гр.;  $\Pi_x$  – пористість хліба, %;  $K_x$  – кислотність хліба, град.;  $\Phi_x$  – формостійкість подового хліба ( $H : D$ );  $W_x$  – вологість хліба, %;  $t_{\text{ц.м.}}$  – температура центра м'якуша,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $H_{\text{в.пр.}}$  – відносна пружність м'якуша, %;  $\tau_{\text{вип.}}$  – тривалість випікання тістових заготовок, хв.

Якість функціонування виробничих процесів оцінювалася статистичними методами контрольних карт Шухарта. За допомогою контрольних карт можна: перевіряти стабільність технологічних процесів, тримати на заданому рівні значення певних характеристик, своєчасно реагувати на небажану зміну перебігу технологічного процесу, перевіряти ефективність управляючих дій [16].

Статистичні методи, запропоновані В. Шухартом, дозволяють зосередити зусилля не на тому, як знайти і вилучити неякісний продукт до його відвантаження покупцю, а на тому, як збільшити вихід готових виробів найкращої якості. В. Шухарт запропонував класифікувати відхилення показника якості за двома видами: випадкові, зумовлені зазвичай великою кількістю різних випадкових чинників (коливання температури, вологості тощо), і не випадкові, викликані особливими причинами (наявність високої похибки вимірювального приладу, невідповідність сировини технічним умовам тощо). В. Шухарт запропонував за допомогою контрольних карт виявляти невідповідності відхилення і, як результат, особливі причини, що найбільше впливають на перебіг технологічних процесів.

Ефективність роботи створеної системи оцінювалася за допомогою карт контролю якості (рис. 3).

На X-карті відкладено середні значення вибірки даних для характеристики питомого об'єму готового продукту, оскільки відхилення відсутні, то технологічний процес проходив нормально.

Викид на R-карті говорить про вихід характеристики за мінімаксні значення. Отже, були допущені помилки під час управління технологічним процесом.

**Висновки.** У результаті дослідження встановлено, що однією з основних закономірностей управління якістю хлібопекарської продукції є залежність якості від безперервності контролю на всіх напрямках: вхідного контролю якості сировини, напівфабрикатів; контролю технологічного процесу виробництва; контролю готової продукції; контролю реалізації продукції після виходу її з виробництва. Для підвищення ефективності управління якістю на хлібопекарському підприємстві необхідно використовувати систему управління якістю TQM, яка дозволить вирішувати проблемні питання комплексно.

**Список літератури:**

1. Губинский А. Надежность и качество функционирования эргатических систем. СПб., 2006. 320 с.
2. Феоктистова Н. Модели количественного оценивания качества продовольственных товаров: монография. КГ, 2012. 158 с.
3. Томілін О. Впровадження системи управління якістю продукції на підприємствах. Наукові праці Полтавської держ. аграр. акад. Серія «Екон. науки». 2012. Вип. 1. Т. 2. С. 312–316. URL: <http://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/nppdaa/4.2/312.pdf>.
4. Новіков В. Система управління безпечністю харчових продуктів. Застосування методології «життєвих циклів». Стандартизація, сертифікація, якість. 2008. № 2. С. 50–52.
5. Оскольський В. Екологічно чисте виробництво: економічні та організаційні аспекти управління якістю продукції. Економіка України. 2013. № 11. С. 4–12.
6. Макеєнко А. Управління якістю і конкурентоспроможністю в аграрному секторі економіки країни. Агросвіт. 2013. № 12. С. 51–54.
7. Літинська В. Досвід з контролю якості та безпеки харчових продуктів. Стандартизація, сертифікація, якість. 2008. № 4. С. 59–63.
8. Кутах К. Впровадження системи управління якістю продукції на підприємствах. Технологический аудит и резервы производства. 2014. № 5. Т. 1. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/vprovadzhennya-sistemi-upravlinnya-yakistyuproduktsiyi-na-pidpriemstvah> (дата звернення: 05.11.2014).
9. Зайкіна Г. Удосконалення системи управління якістю і конкурентоспроможністю продукції підприємства. Агросвіт. 2014. № 11. С. 28–32.
10. Голомша Н. Економічна ефективність запровадження систем управління якістю в підприємстві. Економіка АПК. 2013. № 2. С. 71–76.
11. Артиш В. Формування менеджменту якості підприємств із виробництва органічної продукції. Економіка АПК. 2013. № 2. С. 68–71.
12. Информационные технологии пищевых производств в условиях неопределенности. Системный анализ, управление и прогнозирование с элементами компьютерного моделирования: монография / А. Краснов, О. Большаков, О. Красуля, Т. Шленская; под редакцией А. Краснова, О. Красули. М.: ВНИИМП, 2001. 497 с.
13. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT). К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 22 с.
14. Орлов П. Впровадження систем управління якістю: стан, проблеми, перспективи. Стандартизація, сертифікація, якість. 2013. № 6. С. 59–63.
15. Халафян А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд. М.: 000 «Бином-Пресс», 2007. 512 с.

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ  
ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ КВАЛИМЕТРИИ**

*В статье исследуются методы повышения качества хлебопекарной продукции на всех стадиях производства и аттестации для реализации потребителям с помощью интегрированной автоматизированной системы управления качеством продукции, в которой использованы современные методы компьютерной квалиметрии.*

**Ключевые слова:** хлебопекарное производство, управление качеством, автоматизированная система, компьютерная квалиметрия.

**AUTOMATED QUALITY MANAGEMENT OF BAKERY PRODUCTION  
ON THE BASIS OF PRINCIPLES OF QUALIMETRY**

*The article explores methods of improving the quality of bakery products at all stages of production and certification for sale to consumers with the help of an integrated automated product quality management system that uses modern methods of computer qualimetry.*

**Key words:** bakery production, quality management, automated system, computer qualimetry.