

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ТЕХНОЛОГІЙ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА КРИТЕРІЙ ОПТИМІЗАЦІЇ

Технологія кондитерських виробів, у тому числі борошняних кондитерських виробів, - це складна взаємопов'язана сукупність різних операцій і перетворень, призначених для перероблення великої кількості різноманітної сировини у певний вид готової продукції, якість якої повинна відповідати вимогам ДСТУ або технічним умовам (ТУ). Технологічні процеси виробництва борошняних кондитерських виробів (БКВ) характеризуються великою кількістю складних за своєю структурою потоків, які розгалужуються та поєднуються. Технологічний процес – багатомірний, дещо невизначений, має характерні зміни параметрів.

Виробництво БКВ потрібно організувати так, щоб при мінімальних сировинних, енергетичних і трудових затратах вихід продукції був найкращої якості. Це завдання може бути вирішене, якщо на кожній ділянці технологічного процесу будуть встановлені та забезпечені оптимальні умови. Теорія оптимізації належить до загальної теорії досліджування операцій, предметом якої є система. Система - це сукупність елементів, яка відрізняється двома особливостями. По-перше, сутність системи неможливо зрозуміти, розглядаючи лише властивості окремих елементів. Для системи має суттєве значення спосіб взаємодії елементів, що характеризує її структуру. По-друге, система функціонує обов'язково у взаємодії з оточуючим світом [1].

Спираючись на фундаментальні визначення загальної теорії систем, В.А. Панфілов [2] визначив п'ять характерних особливостей систем:

- наявність мети функціонування. Мета функціонування досягається шляхом вирішення ряду задач, розв'язання яких становить суть функціонування як всієї системи, так і окремих підсистем;
- наявність управління;
- система має визначену структуру і складається з підсистем, при цьому основним принципом виділення підсистеми є її цільове призначення; у підсистемі мета функціонування повинна відповідати меті функціонування всієї системи;
- ієрархічність будови системи. Це означає, що кожний елемент може розглядатися як система, але вищого порядку;
- наявність зміни стану елементів, але без зміни структури графа.

Виходячи з вище сказаного виробництво борошняних кондитерських виробів спеціального призначення (БКВСП) слід розглядати як велику технологічну систему. Виробництво БКВСП – це складні багатомірні технологічні процеси, які характеризуються випадковими показниками якості сировини (в умовах ДСТУ та ТУ) і жорстко нормованими показниками якості готового продукту (органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні, токсикологічні). Технологічний процес виробництва БКВСП – це сукупність послідовних або паралельних фізичних, хімічних, колоїдних, біохімічних, мікробіологічних, реологічних, тепломасообмінних процесів, які відбуваються на різних етапах переробки сировини в готову продукцію. Організувати виробництво БКВСП в оптимальних параметрах технологічного процесу можливо лише у разі системного підходу.

Мета функціонування великої системи виробництва БКВСП – це випуск конкурентноспроможної продукції, яка за своїм призначенням відповідає вимогам нутріціології до харчування людей різного стану здоров'я, віку, професійної діяльності, за показниками якості відповідає вимогам ДСТУ або ТУ до органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників, показників безпеки протягом гарантованого терміну зберігання та найкращим економічним показником. На Україні на сьогоднішній день ДСТУ на БКВСП не існує, тому розроблення такої нормативної документації є актуальним завданням.

Метою даної роботи є застосування системного підходу з метою визначення шляхів оптимізації технологій борошняних кондитерських виробів спеціального призначення.

Усі БКВСП ми поділяємо на прості (печиво, пряники, кекси) і складні (пряники, кекси, печиво з начинкою, торти і тістечка). Ми пропонуємо розроблення технологій БКВСП розглядати як велику технологічну систему, яку розподіляємо на наступні підсистеми. Аналіз технологій БКВСП як великої технологічної системи слід проводити на макро- та мікрорівні. На макрорівні проводиться аналіз взаємодії складових елементів системи між собою та оточуючим середовищем з метою встановлення значення оптимального фактора. На мікрорівні аналіз передбачає визначення взаємодії фізико-хімічних,

тепломасообмінних, мікробіологічних та інших процесів, що забезпечує оптимізацію технологічного процесу.

На рис. 1 наведена схема великої технологічної системи простих БКВСП (печива, кексів, пряників). Ця технологічна система складається з наступних підсистем: C_1 – розроблення оптимальних рецептурних композицій, склад яких максимально задовольняє вимоги нутріціології до харчових продуктів спеціального призначення; B_1 - приготування тістових мас, цільовою функцією даної підсистеми є визначення оптимальних параметрів замісу (температура, тривалість, інтенсивність); B_2 - формування тістових заготовок, цільовою функцією є якість відформованих заготовок (маса, форма, стан поверхні); B_3 – підсистема, яка пов'язана з процесом термообробки: випікання-охолодження пряників, кексів, бісквітів або випікання-сушіння-охолодження печива, цільовою функцією є найкраща якість готового виробу при мінімальних енергетичних витратах; підсистема A пов'язана з процесом пакування, цільова функція – вибір пакувального матеріалу та якість пакування, що забезпечує максимальне збереження якості готового продукту під час гарантованого терміну зберігання.

На рис 2 наведена схема великої технологічної системи виробництва складних БКВ, тобто виробництва БКВСП з начинкою. До цієї великої технологічної системи входять дві додаткові підсистеми – C_2 та B_4 . Підсистема C_2 , яку ми розглядаємо як головну підсистему, метою якої є розроблення рецептурного складу начинки, нутрієнтний склад котрої максимально задовольняє вимоги нутріціології і структурно-механічні властивості якої відповідають умовам формування. Підсистема B_4 – пов'язана з технологією приготування начинки. В цьому випадку підсистема B_2 – формування комбінованих тістових заготовок, метою функціонування якої є якість відформованих заготовок (маса, форма, стан поверхні та певний відсоток начинки).

Ефективність функціонування технологічної системи визначається найбільш економічним, якісним та інтенсивним перетворенням сировини у готовий продукт. Кількісно міру, яка визначає ступінь відповідності результатів функціонування системи цілям, поставленим перед нею, називають критерієм ефективності функціонування системи. При визначенні критерію ефективності функціонування системи ми виходили з того, що він має відповідати таким вимогам []:

- об'єктивно характеризував систему;
- мав прямий зв'язок з цільовим призначенням системи;
- був чутливим до змін основних параметрів системи;
- був достовірно простим, тобто таким, щоб був зрозумілим його фізичний зміст (фізична сутність) і була можливість його вичислити, проаналізувати;
- достатньо повно характеризував якість роботи системи.

Критерієм ефективності функціонування великої технологічної системи виробництва БКВСП є якість готової продукції, яка визначається за показниками, що наведено в ДСТУ або ТУ. Нами розроблено проект ДСТУ „Борошняні кондитерські вироби спеціального призначення” в яких визначено вимоги до органолептичних (P_1), фізико-хімічних (P_2), мікробіологічних (P_3) показників, показника безпеки (P_4) (вміст токсичних елементів) та вимоги до показника (P_5), який вказує на спеціальне призначення виробу (рис 3).

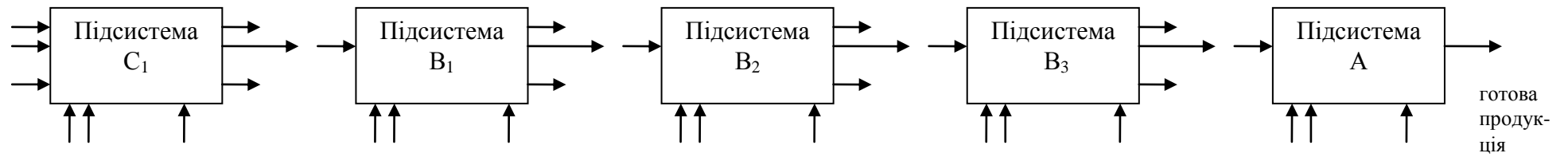


Рис. 1. Схема великої технологічної системи виробництва простих БКВСП,

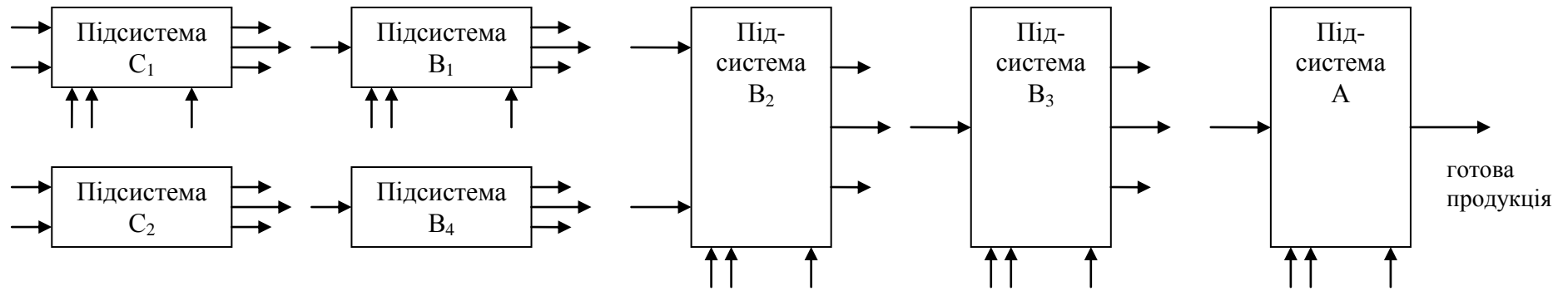


Рис. 2. Схема великої технологічної системи виробництва БКВСП з начинкою,

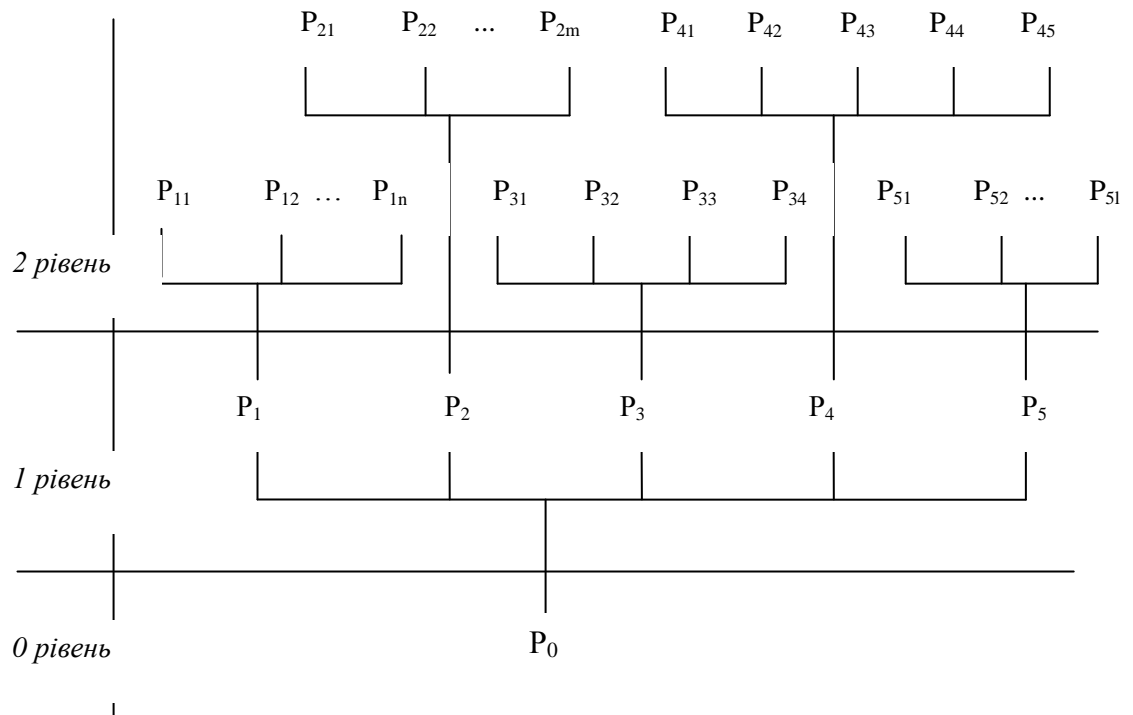


Рис. 3 Ієрархічне дерево властивостей БКВСП згідно проекту ДСТУ

На другому рівні показники диференціюються. Так, наприклад, для печива [3] органолептичні показники поділяють на такі, що характеризують смак (P_{11}), аромат (P_{12}), колір (P_{13}), стан поверхні (P_{14}), форму (P_{15}), вид у зламі (P_{16}); фізико-хімічні показники - на такі, що характеризують масову частку: води (P_{21}), загального цукру (P_{22}), жиру (P_{23}), лужність (P_{24}), масову частку золи (P_{25}), намокаємість (P_{26}); мікробіологічні показники (P_3) - на такі, що характеризують дозволена кількість мезофільноаеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (P_{31}), бактерій групи кишкової палички (P_{32}), патогенних мікроорганізмів, у т.ч. бактерій роду Сальмонела (P_{33}), пліснявих грибів (P_{34}); показники безпеки – показники допустимих рівнів вмісту токсичних елементів: свинцю (P_{41}), кадмію (P_{42}), миш'яку (P_{43}), ртуті (P_{44}), міді (P_{45}), цинку (P_{46}). Показник P_5 , який характеризує спеціальне призначення готового виробу, диференціюється на спеціальні показники. У виробках для хворих на цукровий діабет це показник глікемічності (P_{51}), вміст рослинних волокон (P_{52}); у виробках з статусом „функціональний харчовий продукт” – вміст гемового заліза, вміст йоду, кальцію та інших нутрієнтів за якими надається статус „функціональний харчовий продукт”; у виробках для хворих на целіакію вміст клейковини, який повинен дорівнювати нулю (повна відсутність клейковини); у виробках для хворих на фенілкетонурію – вміст амінокислоти фенілаланіну.

З врахуванням основних принципів кваліметрії ефективність великої технологічної системи БКВСП ми пропонуємо розраховувати за наступними формулами.

Згідно першого рівні властивостей

$$K_0^1 = M_1 \frac{P_1}{P_1^{\sigma}} + M_2 \frac{P_2}{P_2^{\sigma}} + M_3 \frac{P_3}{P_3^{\sigma}} + M_4 \frac{P_4}{P_4^{\sigma}} + M_5 \frac{P_5}{P_5^{\sigma}} \quad (1)$$

Згідно другого рівні властивостей

$$K_0^2 = M_1 \left(M_{11} \frac{P_{11}}{P_{11}^{\sigma}} + M_{12} \frac{P_{12}}{P_{12}^{\sigma}} + \dots + M_{1n} \frac{P_{1n}}{P_{1n}^{\sigma}} \right) + M_2 \left(M_{21} \frac{P_{21}}{P_{21}^{\sigma}} + M_{22} \frac{P_{22}}{P_{22}^{\sigma}} + \dots + M_{2m} \frac{P_{2m}}{P_{2m}^{\sigma}} \right) +$$

$$+ M_3 \left(M_{31} \frac{P_{31}}{P_{31}^{\sigma}} + M_{32} \frac{P_{32}}{P_{32}^{\sigma}} + M_{33} \frac{P_{33}}{P_{33}^{\sigma}} + M_{34} \frac{P_{34}}{P_{34}^{\sigma}} \right) + M_4 \left(M_{41} \frac{P_{41}}{P_{41}^{\sigma}} + M_{42} \frac{P_{42}}{P_{42}^{\sigma}} + M_{43} \frac{P_{43}}{P_{43}^{\sigma}} + M_{44} \frac{P_{44}}{P_{44}^{\sigma}} + M_{45} \frac{P_{45}}{P_{45}^{\sigma}} \right) +$$

$$+ M_5 \left(M_{51} \frac{P_{51}}{P_{51}^{\sigma}} + M_{52} \frac{P_{52}}{P_{52}^{\sigma}} + \dots + M_{5l} \frac{P_{5l}}{P_{5l}^{\sigma}} \right) \quad (2)$$

Значення коефіцієнтів вагомості M_{ij} ми пропонуємо визначати за умови, що $M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 = 1,0$. При виробництві БКВСП перевагу має коефіцієнт M_5 і його значення, на нашу думку, повинно бути не менше 0,35.

Значення базових зразків P_{ij}^6 повинні відповідати найкращім значенням конкретно для кожного виду БКВ. Органолептичні показники ми пропонуємо визначати за 5-ти бальною системою, тому $P_{11} = P_{12} = P_{13} = P_{14} = P_{15} = 5$ балів.

Нами запропоновано відповідно значення K_0^2 наступні оцінки: $K_0^2 = 0,9 \dots 1,0$ - оцінка "відмінно"; $K_0^2 = 0,75 \dots 0,89$ - оцінка "добре";

$K_0^2 = 0,50 \dots 0,74$ - оцінка "задовільно"; $K_0^2 \leq 0,49$ - оцінка "незадовільно".

На основі системного підходу розроблено технології печива, кексів, бісквітів спеціального призначення, які виготовлено з застосуванням цукру та цукрозамінників, аглютенного та безглютенного борошна. У нових виробках визначено харчову цінність за інтегральним скором, біологічну цінність за амінокислотним скором та розраховано показник глікемічності за методикою, що розроблена авторами сумісно з науковцями Національного університету харчових технологій та Інституту гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва. На розроблені нові вироби Дегустаційною комісією ЗАТ „Укркондитер” затверджено рецептури, технології пройшли промислово апробацію.

Література

1. Закгейм Л.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. – М.: Химия, 1982. – (серия «Химическая кибернетика»), 288с
2. Панфилов В.А. Оптимизация технологических систем кондитерского производства. –М.: Пищевая промышленность, 1980. – 247 С.
3. ДСТУ 3781-98 Печиво. Загальні технічні вимоги.