

УДК 664.165:664.66

Денисова Н. М., канд. техн. наук, доцент
Кузьменко Л. А., студентка

Чернігівський національний технологічний університет, den_7114@ukr.net

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЛАКТУЛОЗИ В ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОБНИЦТВА ДІАБЕТИЧНИХ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ**

Останнім часом виникла проблема, що пов'язана з якісними і кількісними змінами раціону харчування населення, та виникла внаслідок споживання надмірної кількості рафінованих та висококалорійних продуктів, бідних на рослинні білки, полі ненасичені жирні кислоти, харчові волокна, мінеральні речовини. З іншого боку найбільш розповсюдженими продуктами харчування є хлібобулочні вироби, в рецептурі яких є цукор. Тому актуальною проблемою є заміна сахарози в хлібобулочних виробах на цукрозамінники з поліпшеними показниками поживності [1].

Метою дослідження є вивчення впливу лактулози на технологічний процес і якість хлібобулочних виробів.

Експериментальна частина роботи виконана в лабораторних умовах на кафедрі харчових технологій Чернігівського національного технологічного університету. Дослідження щодо впливу добавки лактулози на формування якісних властивостей виробів з дріжджового тіста, їх органолептичних властивостей проводили за розрахованими рецептурами з різною кількістю добавки сиропу лактулози.

Для експериментальних досліджень використовували борошно вищого сорту вологістю – 14,5%. Вологість лактулози – 41%. Під час замісу дослідних зразків тіста додавали сироп лактулози у кількості – 2, 4, 6% до маси борошна. В якості контрольного зразку обрано вироби за стандартною рецептурою без внесення лактулози. Якість виробів оцінювали через 4 години після випікання. Контролювали основні параметри технологічного процесу та якість готових виробів. Отримані дані наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Зведені дані проведення дослідження якості тіста

Найменування показника	Контроль	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3
Дозування добавки, %	-	2%	4%	6%
Вологість тіста, %	43,0	42,2	40,0	38,8
Температура початкова, °С	38	33	38	36
Температура кінцева, °С	32	30	34	34
Кислотність початкова, град	1,1	0,9	1,1	1,3
Кислотність кінцева, град	2,0	2,2	2,3	2,6
Підйомна сила тіста, с	25	26	30	90
Органолептичні показники: колір	світлий	світло	світлий	світлий
смак	властивий даному виробу	присмак добавки не відчутний	більш виражений смак	трохи солонкуватий присмак
запах	без стороннього запаху	з незначним запахом добавки	добре виражений запах добавки	добре виражений запах добавки
консистенція	однорідна, еластична	однорідна, еластична	однорідна, еластична	однорідна, еластична

Тісто з лактулозою було більш еластичним, порівняно з контролем. Відзначено, що у разі внесення лактулози консистенція тіста послаблюється і тим більше, чим більше її внесено у тісто. При цьому у зразку тіста з внесенням 6% до маси борошна лактулози спостерігається погіршення адгезійних властивостей тіста.

Тривалість вистоювання тістових заготовок з лактулозою подовжується на 3-14 хв, порівняно з контролем, та зі збільшенням дозування.

На другому етапі досліджень визначено вологість, пористість, кислотність готових виробів, упікання та усихання виробів, кількість та якість сирової клейковини та якісні властивості напівфабрикатів за стандартними методиками [2], результати наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Якісні показники досліджуваних готових виробів

Показник	Контроль	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3
Процент дозування добавки, %	-	2%	4%	6%
Упікання, %	2,35	2,78	2,80	2,82
Усихання, %	0,96	1,07	1,25	0,5
Вихід, %	137,0	135,4	126,3	123,9
Вологість м'якушки, %	43,8	43,9	44,0	43,9
Кислотність м'якушки, град	1,7	2,1	2,0	2,0
Пористість м'якушки, %	66,3	67,9	68,4	68,6
Показник кришкуватості хліба, %	11,0	13,9	12,0	13,2
Кількість води, яку поглинає м'якушка хліба, %	263,9	243,6	245,6	244,0
Органолептичні показники: зовнішній вигляд	формовий	формовий	формовий	формовий
колір і стан поверхні	гладенька, світло-жовта	гладенька, світло-коричнева	гладенька, світло-коричнева	гладенька, світло-коричнева
колір і стан м'якушки	світла, пориста	світла, пориста	світла, пориста	світла, пориста
смак	властивий даному виробу	властивий даному виробу	властивий даному виробу	властивий даному виробу
запах	без стороннього запаху	без стороннього запаху	без стороннього запаху	без стороннього запаху

На основі отриманих результатів можемо зробити висновки, що при додаванні лактулози у кількості 4% спостерігається підвищення газоутворювальної здатності тіста, що позитивно впливає на показник пористості хліба. Також знижується кількість води, яку поглинає м'якушка хліба. При цьому хліб довше залишається свіжим.

Таким чином, добавка лактулози у різних кількостях не погіршує ні фізико-хімічних, ні смакових якостей хліба, може використовуватись для підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів, потребує перерахунку рецептур, дає можливість зменшити глікемічний індекс виробів та збільшити їх поживну цінність.

Список посилань

1. Калакура М. Цукрозамінники та підсолоджувачі у кондитерських виробках/ М. Калакура, В. Дорошович // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2007. – № 4. – с. 12-13

2. Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва / В. І. Дробот. – К.: Руслана, 1998. – 415 с.
УДК 66.023.2+66.026.2

Топоров А.А., канд. техн. наук, доцент
Третьяков П.В., канд. техн. наук, доцент

Донецкий национальный технический университет, г. Покровск, andrii.toporov@donntu.edu.ua

ОБОБЩЕННЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ХИМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

При проектировании химического оборудования актуальной остается задача оценки параметров безотказности и долговечности элементов. В этом случае конструктивные и технологические параметры рассматриваются как величины вероятностные, характеризующиеся законом распределения и рядом соответствующих статистик.

Важным этапом оценки безотказности работы оборудования являются определение и обоснование критериев работоспособности элемента, которые позволяют сформулировать условия его отказа. Для одного элемента таких критериев может быть несколько. В общем виде критерий работоспособности элемента можно представить как сопоставление действующего и допускаемого значения критериального параметра.

Рассмотрим два случая. В первом значении действующего критериального параметра x должно быть больше (меньше) допускаемого X (1), во втором – значение действующего критериального параметра x должно находиться в заданном диапазоне $[X_{\min}; X_{\max}]$ (2).

$$\text{Условие 1: } X > x. \quad \text{Условие 2: } x \in [X_{\min}; X_{\max}]. \quad (1)$$

Например, для условия 1: действующие механические напряжения должны быть меньше допускаемых; толщина стенки меньше критической; линейная деформация меньше допускаемой; для условия 2: значение концентрации вещества в реакторе должна находиться в заданных пределах; скорость движения рабочей среды должна находиться в заданных пределах и т.п.

Вероятность безотказной работы [1], т.е. выполнение условия 1, имеет вид:

$$R = P(X > x) = P(X - x > 0). \quad (2)$$

Тогда, при нормальном законе распределения допускаемого критериального параметра X и действующего критериального параметра x математическое ожидание M_ε и среднее квадратическое отклонение δ_ε случайной величины ε :

$$M_\varepsilon = M_X - M_x; \quad \delta_\varepsilon = \sqrt{\delta_X^2 - \delta_x^2}. \quad (3)$$

а вероятность безотказной работы можно выразить через ε , как:

$$R = P(\varepsilon > 0) = \int_0^\infty \frac{1}{\delta_\varepsilon \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon - M_\varepsilon}{\delta_\varepsilon} \right)^2} d\varepsilon = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_z^\infty e^{-\frac{1}{2} z^2} dz. \quad (4)$$

где z - нормированная случайная величина $z = (\varepsilon - M_\varepsilon) / \delta_\varepsilon$.

Вероятность безотказной работы можно найти при помощи функции стандартного нормального интегрального распределения $\Phi(z)$ [2]. Тогда формула (4) принимает вид:

$$R = 1 - \Phi\left(-\frac{(M_X - M_x) / \sqrt{\delta_X^2 - \delta_x^2}}{\delta_\varepsilon}\right) = 1 - \Phi(z). \quad (5)$$

где $\Phi(z)$ - функция стандартного нормального интегрального распределения.

Вероятность безотказной работы, т.е. выполнение условия 2, имеет вид: