

Л.М. Тележенко, д-р техн. наук, проф. (ОНАХТ, Одеса)

О.В. Золовська, асп. (ОНАХТ, Одеса)

**РОЗРОБКА МОДЕЛІ ПРИСКОРЕНОГО ТЕСТУ ASLT
ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ
ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ
МОЛОЧНО-РОСЛИННОГО ДЕСЕРТУ**

Розглянуто питання можливості прогнозування терміну зберігання молочно-рослинного десерту. Наведено дані про дослідження впливу терміну зберігання на основні показники якості продукту.

Рассмотрен вопрос возможности прогнозирования срока хранения молочно-растительного десерта. Приведены данные об исследовании влияния срока хранения на основные показатели качества продукта.

The questions of possibilities predicting the shelf life milk plant dessert. Presents data on study the influence of storage time, on the basic parameters of the product.

Постановка проблеми у загальному вигляді. У наш час надзвичайно гостро стоїть питання харчування, і особливо збалансованого. Процесу харчування належить основна роль під час всмоктування, виведення, характері розподілу та накопичення нутрієнтів [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасний стан розвитку суспільства характеризується різким зниженням фізичної активності людини, збільшенням калорійності харчових продуктів і зростанням емоційно-стресових навантажень, що призводить до серцево-судинних захворювань, ожиріння, цукрового діабету і метаболічного синдрому [2].

Профілактика захворюваності серед населення шляхом оптимізації харчування в останнє десятиріччя спостерігається в низці економічно розвинених країн Європи, в США та Канаді. Актуальність цього питання підкреслюється прийняттям урядами низки країн Європи (Нідерланди, Норвегія, Данія, Іспанія, Фінляндія, Мальта) концепції харчування [1]. Керуючі організації та вчені України також не стоять осторонь політики харчування.

Незамінним атрибутом харчування є десерти. Із самого раннього дитинства людина починає знайомитись із солодощами та

десертними продуктами харчування, що триває впродовж усього життя.

Попит на десерти, як відзначають постачальники продукції, і ресторатори, неухильно зростає. Якщо раніше широкий асортимент десертів можна було зустріти тільки в кав'ярнях, то зараз десертні карти вводять у своє меню й інші заклади громадського харчування. На сучасному етапі розвитку солодкої продукції кожен ресторан, намагається запропонувати фірмові десерти [3].

Зважаючи на стрімке зростання різновидів і обсягів виробництва десертної групи продукції, є необхідним забезпечення їх безпеки. Безпечність десертів, насамперед, зумовлена дотриманням правил виготовлення та зберігання продукції, які обумовлено, в першу чергу, температурними режимами.

На сьогоднішній день вітчизняна харчова промисловість потребує теоретичних та експериментальних досліджень і розробок з моделювання терміну придатності та зберігання продуктів харчування [4].

Термін придатності продукту харчування, згідно з визначенням, прийнятим Британським інститутом досліджень у галузі харчових технологій, – це період часу, протягом якого харчовий продукт залишається безпечним; зберігає свої характерні органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні та функціональні характеристики; відповідає наведеним на етикетці даним про харчову цінність продукту під час його зберігання в запропонованих режимах [5-7].

Для обґрунтування та визначення терміну придатності молочно-рослинних десертів можна використовувати декілька методів [8]:

1. Традиційні дослідження протягом часу відповідно до нормативної документації.
2. Метод математичного моделювання зміни якості харчових продуктів.
3. Прискорений метод старіння, який дозволяє скоротити термін визначення придатності та спрогнозувати необхідні показники якості десерту.

Для накопичення експериментальних даних і оцінки терміну зберігання харчових продуктів широко використовуються наступні підходи [4]:

1. Оцінка терміну зберігання продуктів на основі опублікованих даних згідно з нормативами.
2. Використання даних про термін реалізації подібних продуктів.
3. Розгляд і аналіз претензій споживачів для виявлення існуючих проблем з якістю.

4. Прискорене тестування терміну зберігання (ASLT, Accelerated Shelf-Life Testing).

Модель прискореного тесту визначення терміну придатності ASLT, має наступний алгоритм рішення: отримання надійних даних про процес псування за короткий період часу, вибір моделі, метод прогнозування фактичного терміну придатності.

Найпростішим у концептуальному відношенні методом прискореного тестування терміну зберігання є метод початкової швидкості. Він дає можливість відстежити процес псування за допомогою аналітичних методів досліджень.

Мета та завдання статті. Мета даної роботи – розробка моделі прискореного тесту ASLT для визначення терміну зберігання молочно-рослинного десерту.

У роботі вирішувались такі завдання:

- розробити програму проведення прискореного тесту ASLT;
- визначити вплив умов зберігання на якість зразків молочно-рослинного десерту;
- розрахувати прогнозований термін зберігання для молочно-рослинного десерту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Тестування ASLT можливо застосувати до різних процесів втрати якості, або харчового псування, для якого відома адекватна кінетична модель. Процеси псування продуктів харчування виражені зміною таких показників якості, як: органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних та біологічних. Програма проведення досліджень зображена на рисунку 1.

Для прогнозування фактичного терміну зберігання молочно-рослинного десерту ми використали залежність процесу псування десерту від терміну та температури зберігання, базуючись на зміні органолептичних та мікробіологічних показників якості та зміні кислотності. Виготовлений десерт було поділено на зразки масою в 100 г, які під час зберігання піддавали зміні температури від 5° С до 15° С, з шагом у 5° С, та терміну від 12 до 48 год з шагом у 12 год.

Виготовлення та зберігання десерту проводили в однакових умовах змінюючи параметри зберігання згідно з встановленим планом, в умовах подібних для закладів ресторанного харчування.

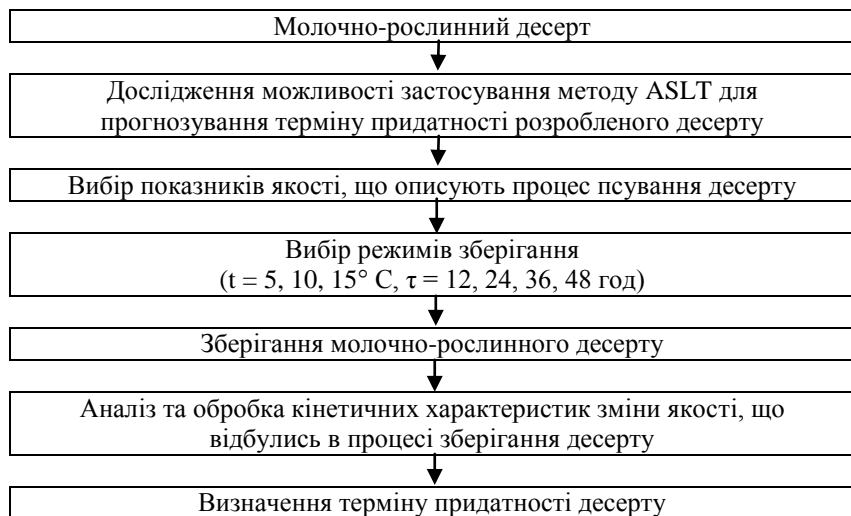


Рисунок – Програма проведення прискореного тесту ASLT для визначення терміну придатності молочно-рослинного десерту

Після закінчення запланованого терміну зберігання в заданих умовах у зразках десерту визначали та аналізували зміни показників якості [9]. Рецептурний склад десерту з додаванням цукатів та чуфи, які виготовлено за розробленими нами технологіями [10; 11], який було тестовано, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Рецептура на виробництво молочно-рослинного десерту (без урахування витрат)

№ з/п	Сировина	Маса сировини, г	Маса сировини, %
1	Нежирний кисломолочний сир (масова частка вологи 74,6%)	60,0	44,44
2	Фруктозний сироп (масова частка фруктози 50%)	30,0	22,22
3	Суше молоко (масова частка жиру 2,5%)	10,0	7,41
4	Желатин	2,0	1,48
5	Цукати з топінамбуру (50% добової потреби)	15,0	11,11
6	Подрібнена чуфа (50% добової потреби)	18,0	13,33
	Вихід десерту	135	100

Вплив умов зберігання на якість зразків молочно-рослинного десерту та результати досліджень під час зберігання представлені в табл. 2 та 3.

Таблиця 2 – Результати досліджень зберігання зразків десерту за різних температур терміном у 12 та 24 години

Показник якості	Початковий показник якості	Термін зберігання, год					
		12			24		
		Температура, °С			Температура, °С		
		5	10	15	5	10	15
Загальний органолептичний (норма 20 б)	20	20	20	20	20	19	18
Мікробіологічний (норма – дріжджі, КУО в 1 см ³ , не більш ніж 1*10 ³)	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	1*10 ²
Кислотність (норма 170...240° Т)	172	175	179	185	180	185	200

Таблиця 3 – Результати досліджень зберігання зразків десерту за різних температур терміном у 36 та 48 годин

Показник якості	Початковий показник якості	Термін зберігання, год					
		36			48		
		Температура, °С			Температура, °С		
		5	10	15	5	10	15
Загальний органолептичний (норма 20 б)	20	20	18	15	18	15	14
Мікробіологічний (норма – дріжджі, КОЕ в 1 см ³ , не більш ніж 1*10 ³)	< 30	1*10 ²	1*10 ³	1*10 ⁴	1*10 ³	1*10 ⁴	1*10 ⁵
Кислотність (норма 170...240° Т)	172	230	245	260	245	260	275

Основні компоненти, що зазнають змін харчової придатності у складі десерту під час зберігання це: кисломолочний сир, фруктозний сироп, цукати з топінамбуру, подрібнена чуфа.

Встановлено, що загальний органолептичний показник якості десерту під час зберігання протягом 12 годин при різних температурах не зазнав зміни. А протягом 24 годин зменшився на 1 та 2 бали при температурі 10 та 15° С відповідно. Протягом подальшого зберігання даний показник знижувався, окрім 36 годинного зберігання при температурі 5° С. Це свідчить про можливість подовження терміну зберігання дотримуючись температурного режиму на позначці 5° С.

Для контролю зміни показників якості десерту (А) було побудовано кінетичне рівняння, записане наступним чином:

$$\frac{dA}{d\tau} = kA^n, \quad (1)$$

де k – кінетична константа, τ – час зберігання, год.

Показник псування позначили (D) як:

$$dD = \frac{dA}{A^n} = kd\tau. \quad (2)$$

Отже, показник псування (D) у залежності від зміни показників якості має лінійну залежність

$$D - d_0 = kd\tau, \quad (3)$$

де d_0 – початковий рівень показників якості.

Термін зберігання продукту t_s визначали наступним рівнянням

$$t_s = \frac{D - d_0}{k}. \quad (4)$$

Кінетичні рівняння для оцінки терміну зберігання є специфічними для кожного виду досліджуваних харчових продуктів конкретних умов зовнішнього середовища. У кінетичну модель включено температуру, яка значною мірою впливає на швидкість реакцій, які відбулись після технологічної обробки. Серед математичних моделей, запропонованих для опису залежності швидкості зміни якості від температури, частіше використовують рівняння Арреніуса, отримане на основі основних положень термодинаміки і принципів статистичної механіки [4; 12].

$$k = k_A \exp\left\{\frac{-E_A}{RT}\right\}, \quad (5)$$

де k_A – константа рівняння Арреніуса;

E_A – додатковий енергетичний бар'єр, який повинен подолати параметр якості A для початку процесів псування продукту (ДЖ або кал/моль);

R – універсальна газова стала (1,9872 кал/моль*К або 8,3144 Дж/моль*К).

Для розрахунку кінетичних параметрів було обрано вид функції якості, для змін, що відбулись під час зберігання – першого порядку.

За даними табл. 2 та 3 будували графічну напівлогарифмічну залежність $\ln k$ від зворотного значення температури ($1/T$). Енергію активації розраховували за нахилом отриманої лінії ($-E_A/R$). Так як, процес псування десерту описується рівнянням першого порядку, то це дає змогу використовувати лінійну регресію при оцінюванні константи швидкості реакції k .

Згідно з рівнянням Арреніуса [13], було розраховано прогнозований термін зберігання для молочно-рослинного десерту:

$$\tau_x = \alpha \tau_f \exp\left[\frac{E}{R}\left(\frac{1}{T_x} - \frac{1}{T_f}\right)\right], \quad (6)$$

де τ_x , τ_f та T_x , T_f – термін та температура натурального зберігання та штучного дослідження відповідно;

α – тимчасовий коефіцієнт, враховуючий термін експериментального зберігання.

Висновки. На основі проведених досліджень було встановлено термін придатності десерту, який складає:

- при температурі зберігання 5° С протягом 36...40 годин;
- при температурі зберігання 10° С протягом 24...26 годин;
- при температурі зберігання 15° С протягом 12...18 годин.

Таким чином, розроблений нами алгоритм, за методом тестування ASLT, можна рекомендувати для прогнозування терміну придатності молочно-рослинного десерту.

Список літератури

1. Матасар І. Т. Харчування як один з найважливіших чинників, що впливає на стан здоров'я населення України в сучасних екологічних умовах / І. Т. Матасар // Проблеми питания и здоровье. – 1997. – № 1. – С. 22–29.
2. Полумбрик М. О. Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини: навч. посіб. / М. О. Полумбрик. – К. : Академперіодика, 2011. – 487 с.
3. Сучасні наукові напрями виробництва десертних страв [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <<http://diplomna5.com/ref-68636>>.
4. Стеле Р. Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание : навч. посіб. / под ред. Р. Стеле ; пер. с англ. В. Широкова под общ. ред. Ю. Г. Базарновой. – СПб. : Профессия, 2008. – 480 с.
5. Эрл М. Разработка пищевых продуктов : навч. посіб. / М. Эрл, Р. Эрл, А. Андерсон. – СПб. : Профессия, 2006. – 479 с.
6. Дидух Н. А. Новые решения в создании функциональных кисломолочных напитков / Н. А. Дидух, Г. В. Дидух // Молочное дело. – 2007. – № 1. – С. 36–37.
7. Дідух Г. В. Технологія питних молочних напоїв геродіетичного призначення / Г. В. Дідух, Н. А. Дідух // Молочное дело. – 2006. – № 9. – С. 44–46 ; № 10. – С. 44–45.
8. Изучение возможности применения метода ускоренного старения для прогнозирования сроков хранения безалкогольных бальзамов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://elib.altstu.ru/elib/books/Files/pv2007_03/pdf/184%20schk.pdf>.
9. Инструкция по микробиологическому контролю производства на предприятии молочной промышленности. – М. : Госагропром, 1988. – 122 с.
10. Голінська Я. А. Розробка технології виробництва цукатів із топінамбуру з додаванням лікарських рослин / Я. А. Голінська, О. В. Золовська // Зб. наук. праць молодих учених, асп. та студ. ОНАХТ. – Одеса, 2011. – Т. 2. – С. 120–121.
11. Золовська О. В. Технологія переробки чухи (земляного мигдалю) при виготовленні десертів / О. В. Золовська // Наукові здобутки молоді – вирішення проблем харчування людства у ХХІ столітті 78-ма Міжнар. наук. конф. молодих учених, асп. і студ., 2–3 квітня 2012 р. : програма і матеріали. – К. : НУХТ, 2012. – Ч. 1. – С. 45–46.
12. Arrenius S. About the reaction rate of the inversion of non-refined sugar at souring / S. Arrenius // Zeitschrift fur Physikalische Chemie. – 1889. – № 4. – P. 226–248.
13. Школьнікова М. Н. Товароведная характеристика безалкогольных бальзамов, производимых на основе природного сырья Алтая : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Школьнікова М. Н. – Новосибирск, 2006. – 159 с.

Отримано 30.10.2012. ХДУХТ, Харків.

© Л.М. Тележенко, О.В. Золовська, 2012.