

УДК 658.562:339.142

Олена СИДОРЕНКО

МЕТОДОЛОГІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН ЯКОСТІ РИБНИХ ПРОДУКТІВ ПІД ЧАС ТОВАРОРУХУ

Надано концептуальні основи та результати аналітико-практичних досліджень методології прогнозування змін якості харчових продуктів із метою визначення раціонального терміну зберігання, гарантування стабільного рівня якості споживчих товарів під час товароруху та реалізації в торговельній мережі.

Ключові слова: прогнозування, якість, термін зберігання, кінетична теорія моделювання.

У сучасних наукових дослідженнях харчової та біологічної цінності продовольчих товарів особлива увага надається прогнозуванню змін якості. Це необхідно для встановлення тривалості зберігання, забезпечення гарантованого рівня якості під час товароруху та реалізації в торговельній мережі. Щоб спрогнозувати ці зміни, необхідно виділити групи факторів впливу при зберіганні об'єкта дослідження. До *першої* групи належать чинники, які впливають на стійкість продукту (хімічний склад, умови зберігання, вид тари тощо); *друга* група характеризує процеси, що протікають у продуктах (фізичні, фізико-хімічні, хімічні, біохімічні, мікробіологічні). Важливим етапом є вибір показників, які найбільш об'єктивно (або суб'єктивно) визначають зміну якості харчового продукту.

За оцінками експертів, існує понад 150 методів прогнозування змін якості продукції, однак на практиці використовуються 20–30 [1–3]. Для вибору методу прогнозування слід врахувати мету й завдання прогнозу; період, на який він формується; специфіку об'єкта прогнозування; види, повноту та вірогідність вхідної інформації та інші динамічні чинники.

Методи прогнозування повинні відповідати таким вимогам:

- поєднання суб'єктивної цінності й об'єктивної вагомості оцінок;
- чітке застосування оцінок, яке не допускає різних тлумачень щодо вибору методів;
- створення можливості накопичення статистичної інформації та її використання для прогнозування;
- відповідність і придатність вхідної інформації.

© Олена Сидоренко, 2012

Методи прогнозування динаміки якості товарів доцільно об'єднати в три групи:

1) *експертна оцінка* – узагальнення незалежних міркувань авторитетних експертів із приводу конкретної проблеми. Використовується для прогнозування явищ і тенденцій, про які відсутня достовірні інформация;

2) *екстраполяція* – уявний розвиток або розрахунок наявних тенденцій. Передбачається, що якісний характер взаємозв'язків і вплив факторів, характерних для дослідної системи, залишається незмінним;

3) *математичне моделювання* прогнозів на основі комплексного врахування характеристик дослідної системи.

Особливо ефективним є використання методів математичного моделювання [3]. Проте аналіз таких щодо змін якості харчових продуктів виявив їхню недосконалість. Основний недолік існуючих моделей прогнозування – відсутність концептуальних основ і науково обґрунтованих методологічних підходів до оцінки факторів, які впливають на зміну якості продукції, недостатній масив інформації щодо практично апробованої методології. Отже, проблема є *актуальною*, і вирішується в процесі прогнозування змін якості харчових продуктів, основним параметром зберігання яких є температура.

Мета дослідження – розробка концептуальних основ і наукове обґрунтування методології прогнозування змін якості харчової продукції.

Досконала модель прогнозування повинна містити всю інформацію про причини, які впливають на зміну якості продукту, але це неможливо. Також не існує універсальної моделі прогнозування зміни якості для всіх продуктів. Саме тому для кожного продукту має бути розроблена спеціальна модель або програма прогнозування якості [2].

При прогнозуванні стійкості продукту до зберігання необхідно експериментально виявити мінімальну кількість показників, які відображають основні зміни при зберіганні, та врахувати їх для знаходження загальних закономірностей. Оскільки псування продукції відбувається переважно під час її зберігання і є функцією часу, моделі мають будуватися за законами кінетики. Відповідно, надзвичайно перспективним, на нашу думку, є застосування кінетичного моделювання з урахуванням критичного параметра оптимізації [4].

Об'єкт теоретико-аналітичних досліджень – концептуальні основи методології прогнозування змін якості харчових продуктів. Для практичної апробації результатів теоретичних досліджень визначено об'єкт – нові види рибних і риборослинних продуктів функціонального призначення (паштети та заморожена заливна риба) на основі сировини: рибної – товстолобика (*Aristichthys nobolis Rich*) і білого амура (*Stenopharyngodon idella Val*); рослинної – аличі, кизилу,

буряку, моркви, цибулі гострої, петрушки листової, кропу; морських водоростей – морської капусти (*Laminaria saccharina*) та цистозіри (*Cystoseira crinita* Bory). Сировину обрано відповідно до визначених функціонально-технологічних властивостей [3; 5].

Використовуючи положення системно-комплексного методу стандартизації, теорії оптимізації та науки про харчування, а також враховуючи специфіку продуктів із водних біоресурсів і технологічних процесів їх виробництва, обґрунтовано п'ять конструктивних принципів формування якості продуктів із водних біоресурсів: збалансованість; адекватність; комплексність; системність; оптимальність [6]. Відповідно до аналітико-експериментальних досліджень процес оптимізації харчової та біологічної цінності рибних і риборослинних продуктів здійснено в чотири етапи: проведення оптимізації рецептур за основними органолептичними та фізико-хімічними показниками; визначення раціонального вмісту рослинних добавок; визначення оптимальних режимів теплової обробки; прогнозування змін якості та визначення термінів зберігання.

На підставі теоретичних і експериментальних досліджень розроблено схему моделювання функціональних композицій з метою прогнозування їхньої якості (рис. 1).

Моделювання змін якості й прогнозування терміну зберігання рибних і риборослинних продуктів виконано за методикою В. С. Гуць і О. А. Коваль [1; 4].

Для умов зберігання рибних і риборослинних паштетів модель спрощено і представлено у вигляді диференціального рівняння другого порядку:

$$-m_i \frac{d^2}{dt^2} y(t) + T \frac{d}{dt} y(t) = 0, \quad (1)$$

де $y(t)$ – параметр оптимізації – у цьому випадку кількість небілкового азоту, який накопичився в продукті за термін зберігання (t);

m_i – коефіцієнт вагомості впливу на термін зберігання дослідного показника;

T – факторний коефіцієнт (враховує умови зберігання та їх зв'язок зі швидкістю накопичення небілкового азоту).

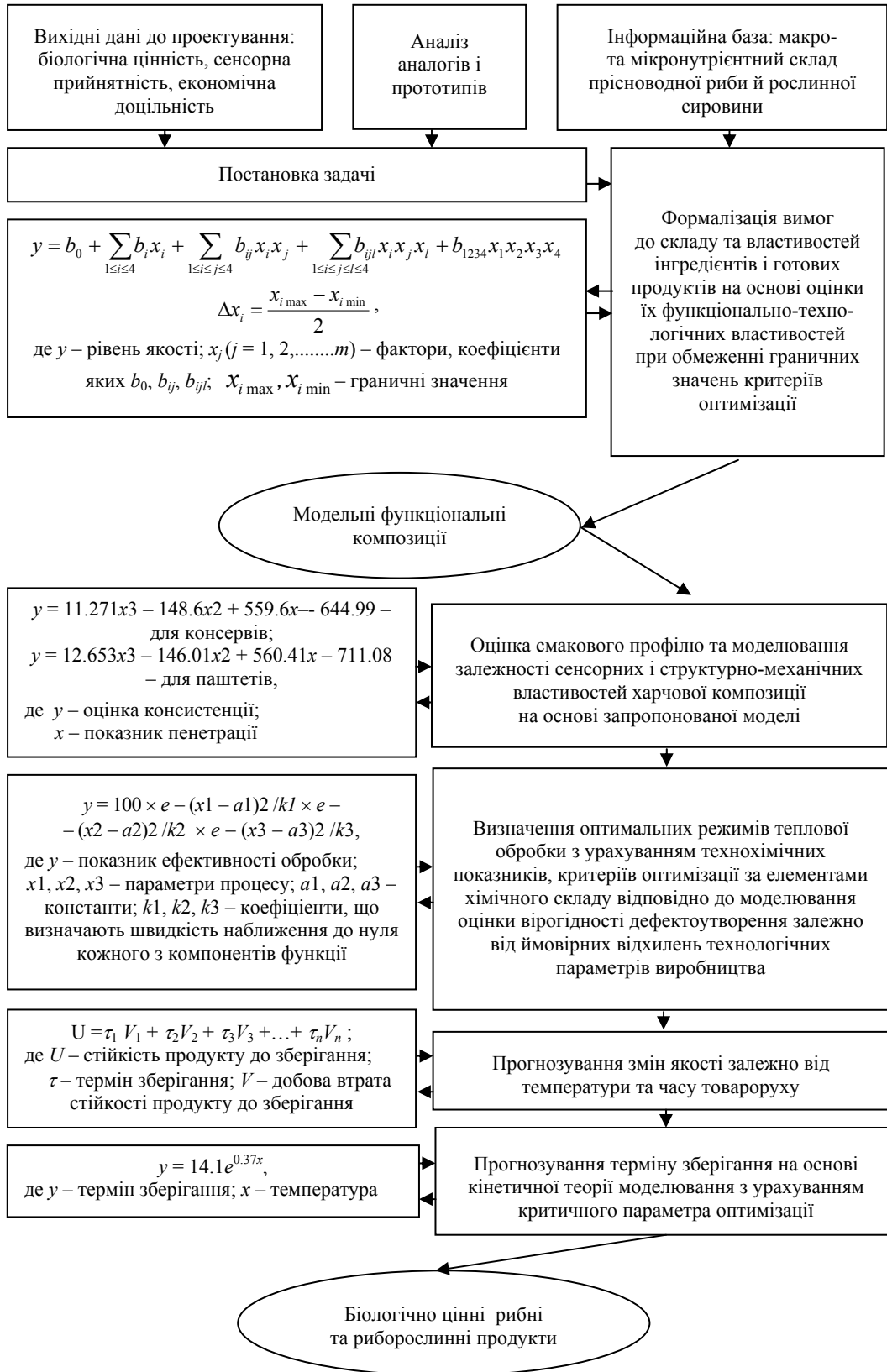


Рис. 1. Схема моделювання функціональних композицій та прогнозування змін якості рибних і риборослинних продуктів

Математичну модель, що описує зміни якості риборослинних паштетів і консервів під час зберігання та дає змогу прогнозувати оптимальний термін зберігання продукту, наведено на *рис. 2*.

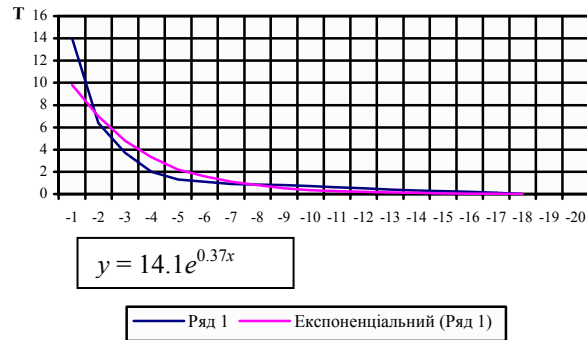


Рис. 2. Модель прогнозування термінів зберігання риборослинних паштетів

Для умов зберігання риборослинних паштетів модель спрощено та представлено у вигляді диференціального рівняння другого порядку (1).

Розв'язок рівняння (1) має вигляд:

$$y(t) = \frac{y_0 T - V_{OY} m_i + V_{OY} m_i e^{\frac{T t_2}{m_i}}}{T} \quad (2)$$

Провівши диференціювання, знайдено швидкість накопичення небілкового азоту:

$$\frac{d}{dt} y(t) = V_{OY} e^{\frac{T t_1}{m_i}} \quad (3)$$

Із рівняння (3) можна знайти тривалість зберігання продукту (t), коли кількість небілкового азоту досягне рівня y :

$$t = \frac{m_1}{T} \ln\left(\frac{yT - y_0 T + V_{oy} m_i}{V_{oy} m_i}\right) \quad (4)$$

Коли ГДК досягне $y = 0.4$, врахувавши значення $m_1 = 0.9$; $T = 14.1e^{0.37Q}$, де Q – температура ($^{\circ}\text{C}$), знайдено термін і рекомендовано умови зберігання риборослинних паштетів.

Для прогнозування стійкості та визначення основних факторів, які впливають на зміну харчової цінності замороженої заливної риби, досліджено характер зміни показників якості (органолептичних, хімічних, мікробіологічних і структурно-механічних) та закономірності їх протікання. Експериментально доведено найістотніші зміни структурно-механічних властивостей. Саме тому критичними контрольними

точками визначено коефіцієнти граничного навантаження та молекулярного зчеплення, що характеризують міцність желейної заливки [7].

Проте необхідно враховувати, що міцність структури заливки є узагальненою реологічною характеристикою, яка в приведених відносних одиницях характеризує консистенцію дослідного продукту та визначає здатність заливки чинити опір пластичній деформації та руйнуванню під дією навантажень. Вона дає можливість чисельно визначити та порівняти реологічні коефіцієнти, які характеризують структурно-механічні властивості заливної рибної продукції з рослинними добавками, визначені за допомогою різних приладів при певних умовах зберігання.

Якщо змінити умови дослідження (розміри та матеріал індентора, швидкість і глибину його занурення), то визначена різними методами міцність структури матиме відмінні чисельні значення, що відповідає реодинамічній теорії моделювання структурно-механічних властивостей в'язко-пружно-пластичних дисперсних систем. Основними постулатами цієї теорії є залежність отриманих чисельних значень від методів і умов проведення досліджень [1; 4].

Для об'єктивності прогнозування терміну зберігання рибної продукції встановлено, що доцільним є урахування міцності заливки як критичного параметра оптимізації, що визначався різними методами пенетрації: з використанням гравітаційного пенетрометра [8] та універсального комп'ютерного вимірювального приладу (УКВП) [9].

Результат досліджень – математичні моделі, які описують кінетику зміни критичного параметра оптимізації – міцності структури харчової продукції під час товароруху, – та дають змогу прогнозувати термін її зберігання:

$$F_0 = \frac{ds(t)}{dt} \eta + F_1,$$

де F_0 – міцність заливки визначена УКВП, Па;

$\frac{ds(t)}{dt}$ – швидкість занурення індентора, м/с;

η – коефіцієнт молекулярного зчеплення, Па·с;

F_1 – коефіцієнт граничного навантаження, Па.

$$F_{01} = e^{-\frac{\eta t}{m}} (V_0 \eta + F_1),$$

де F_{01} – міцність заливки, визначена гравітаційним пенетрометром, Па;

m – маса індентора, кг;

Проведений аналіз вказує на доцільність широкого застосування методів математичного моделювання на основі масиву даних товарознавчої експертизи, досліджень, досвіду при виробництві та зберіганні продукції. Прогнози, визначені шляхом моделювання, дають змогу оцінити зміну якості залежно від кожного динамічного фактора. Запропоновані моделі доцільно використовувати для харчових продуктів, основним параметром зберігання яких, є температура.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Гуць В. С.* Моделирование показателей качества пищевых продуктов и прогнозирование срока их годности / В. С. Гуць // Упаковка. — 2009. — № 3. — С. 30—34.
2. *Одоева Г. А.* Кинетика термического старения рыбных консервов и экспресс-метод определения сроков годности / Г. А. Одоева, М. В. Лукошкина : материалы IV междунар. конф. ["Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество"], (Калининград, 14–16 нояб. 2007 г.). — Калининград, 2007. — С. 32—35.
3. *Сидоренко О. В.* Наукове обґрунтування і формування споживних властивостей продуктів з прісноводної риби та рослинної сировини : дис. ... докт. техн. наук : 05.18.15 / Сидоренко Олена Володимирівна. — К., 2009. — 327 с.
4. *Коваль О. А.* Кінетична теорія моделювання якості й прогнозування терміну придатності харчових продуктів / Коваль О. А. Гуць В. С. // Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". — 2008. — № 2. — С. 67—74.
5. Пат. 46422 Україна, МПК⁵¹ A23B 4/06. Харчова стабілізаційна суміш для приготування замороженої заливної продукції із прісноводної риби / Орлова Н. Я., Сидоренко О. В., Москалюк Р. С. ; заявник і патентовласник Київ. нац. торг.-екон. ун.-т. — № u 2009 05532 ; заявл. 01.06.09 ; опубл. 25.12.09, Бюл. № 24.
6. *Sydorenko O.* Modeling of biologically valuable foodstuffs with predictable complex of positive / O. Sydorenko, L. Berbenets, R. Moskalyk ; Proceedings of the 17th IGWT Symposium and 2010 International Conference on Commerce ["Facing the Challenges of the Future: Excellence in Business and Commodity Science"], (Romania, 21–25 sept. 2010). — Vol. 1. — P. 584—589.
7. *Дончевська Р. С.* Формування споживних властивостей заморожених заливних продуктів із прісноводної риби : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Дончевська Раїса Степанівна. — К., 2011. — 155 с.
8. Пат. 14496 А Україна, МПК G01N 33/02. Спосіб визначення консистенції харчових продуктів / Гуць В. С., Коваль О. А., Сидоренко О. В., Тимофєєва О. В. ; заявник і патентовласник Київ. нац. торг.-екон. ун.-т. — № 200511305; заявл. 29.11.05; опубл. 15.05.06, Бюл. № 5.
9. ТУ У 32.3-30591280-001-2004 "Універсальний комп'ютерний вимірювальний прилад". Технічний паспорт. — Х. : ТОВ "ІТМ", 2005 — 18 с.

Стаття надійшла до редакції 10.07.2012.

Сидоренко Е. Методология прогнозирования изменений качества рыбных продуктов при товародвижении. Представлены концептуальные основы и результаты аналитико-практических исследований методологий прогнозирования изменений качества пищевых продуктов с целью определения рационального срока хранения, гарантирования стабильного качества потребительских товаров при товародвижении и реализации в торговой сети.

Ключевые слова: прогнозирование, качество, срок хранения, кинетическая теория моделирования.

Sydorenko O. Forecasting changes in fish products quality during goods turnovers . The aim of this investigation was to develop conceptual basis and scientific grounding of methodology of forecasting changes in foodstuffs quality.

The perfect model of forecasting must contain all the information about the reasons influencing changes in products quality but it is impossible. The commonly accepted model of forecasting changes in quality for all products is also impossible to create. That is why for each product a special model or program of forecasting quality must be developed.

In order to forecast a product stability it is necessary to find out experimentally a minimal number of indices reflecting main changes in products under storage. These indices must be taken into consideration to find common predictability. Considering the fact that product decay takes place mainly in storage and it is a function of time, models must be created under kinetic laws. Accordingly very promising to our mind is the use of kinetic modeling taking into account critical parameter of optimization.

The object of theoretical and analytical study is conceptual basis of the methodology of forecasting changes in foodstuffs quality.

Having applied the rules of systematic and complex method of standardization and the theory of optimization and science of nutrition and also taking into consideration specific character of water biological resources and technological processes of their production we reasonably determined five constructive principles of forming the quality of products from water biological resources: balance of components; adequacy; complexity; orderliness; optimization.

According to analytical and experimental study the optimization of nutritious and biological value of fish and plant products was carried out in two stages: optimization of the recipe by the main organic and leptic, physical and chemical indices; and the determination of the rational quality content of plant additives; choosing best temperatures; forecasting changes in quality and identification of storage terms.

The scheme of modeling functional compositions to forecast quality was formulated and realized on the basis of theoretical and experimental research. The conducted analysis points to the expediency of using the methods of mathematical modeling on the basis of the obtained in the result of commodity expertise data and also on the basis of research and experience in producing and storing products. Forecasts determined by modeling enable to assess quality changes depending on every variable factor. The offered models are worth using for foodstuffs, the main parameter of whose storage is temperature.

Key words: forecasting, quality, storage life, kinetic theory of modeling.