

**Віктор ГУЦЬ,  
Анастасія ІВАНЮТА,  
Олена СИДОРЕНКО**

## **ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ СТРУКТУРОУТВОРЮВАЧІВ НА ОСНОВІ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ З ТОВСТОЛОБИКА**

*Досліджено закономірності змін якості структуроутворювачів під час зберігання. На основі кінетичної теорії моделювання встановлено гарантований термін зберігання структуроутворювачів на основі вторинної рибної сировини з товстолобика.*

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

*Гуць В., Иванюта А., Сидоренко Е. Прогнозирование качества структурообразователей на основе вторичного сырья из толстолобика. Исследованы закономерности изменения качества структурообразователей в процессе хранения. На основе кинетической теории моделирования установлен гарантированный срок хранения структурообразователей на основе вторичного рыбного сырья из толстолобика.*

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

**Постановка проблеми.** Тривале зберігання продукції завжди супроводжується втратами її якості та кількості, зниженням харчової цінності, зміною органолептичних властивостей. Саме тому актуальним є прогнозування змін якості харчових продуктів із метою встановлення гарантованого терміну їх зберігання. Цій проблемі та питанням моделювання якості харчових продуктів присвячено наукові праці *I. Saguy, A. Martinus, Van Boekel*, В. С. Гуця та О. А. Коваль [1–4].

Для визначення термінів зберігання структуроутворювачів доцільно використовувати методи математичного моделювання [5]. Ефективним є використання кінетичної теорії моделювання якості з урахуванням критичних параметрів оптимізації, що об'єднують в систему, яка найбільш повно описує зміни стану продуктів і характеризує їхню якість.

*Мета роботи* – прогнозування змін якості структуроутворювачів на основі вторинної рибної сировини з товстолобика.

**Матеріали та методи.** Об'єкти дослідження – структуроутворювачі на основі вторинної рибної сировини з товстолобика. Для їх виробництва використано голови, кістки та плавці, які піддавали термічній

обробці. Експериментально встановлено оптимальне співвідношення вторинної рибної сировини та води – 1 : 1.5, час термічної обробки – 2.5 год при температурі 85–100 °С. Із метою підвищення харчової цінності та драглеутворюючих властивостей в один із досліджуваних зразків додано сухий порошок із чорноморської водорості цистозіри. Отриманий рибний бульйон фільтрували та піддавали сублімаційній сушці.

Контролем обрано желатин харчовий фасований марки П-7, виготовлений Лисичанським желатиновим заводом.

Моделювання змін якості й прогнозування терміну зберігання структуроутворювачів виконано за методикою В. С. Гуця та О. А. Коваль [3; 4].

Для прогнозування якості структуроутворювачів під час зберігання визначено в драглях: міцність (методом встановлення максимального навантаження, необхідного для руйнування поверхні драглів [6]); температуру плавлення (встановленням температури переходу драглів у рідкий стан [6]); час розчинення (за ГОСТ 25183.3–82 [6]); прозорість (за власною запатентованою методикою на універсальному комп'ютерному приладі [7]); динамічну в'язкість (на віскозиметрі Штабінгера SVM 3000 [8]).

Усі показники визначено на початку та протягом 15 міс. зберігання з інтервалом у 3 міс.

**Результати дослідження.** У таблиці наведено показники якості контрольних і досліджуваних зразків драглів, виготовлених на основі сухих структуроутворювачів, та їхні оптимальні значення.

#### Значення показників якості структуроутворювачів у драглях

$$n = 5; p \leq 0.05$$

Показник	Оптимальні значення	Контроль	Структуроутворювачі на основі	
			вторинної рибної сировини	вторинної рибної сировини з цистозірою
Динамічна в'язкість, мПа·с	21	16±0.8	17±0.7	18±0.9
Час розчинення, хв	5	12±0.6	5±0.25	6±0.3
Міцність, Н	11	10±0.5	10±0.5	11±0.5
Прозорість, %	45	28±1.4	32±1.6	30±1.5
Температура плавлення, °С	32	27±1.3	30±1.5	31±1.5

На основі одержаних експериментальних даних розраховано їх відношення до можливих оптимальних значень.

Локальні показники якості розраховано за формулою:

$$P_1 = \frac{t_d}{t_{opt}}, \quad (1)$$

де  $P_1$  – локальний показник якості;

$t_d$  – величина показника досліджуваного зразка;

$t_{opt}$  – оптимальна величина показника.

За результатами локальних показників якості за визначеними характеристиками побудовано п'ятикутник якості (рис. 1). Відношення площ багатокутників, отриманих для кожного інтервалу часу зберігання, до площі багатокутника, побудованого за показниками оптимальних значень, обрано загальною характеристикою зміни якості продукту.

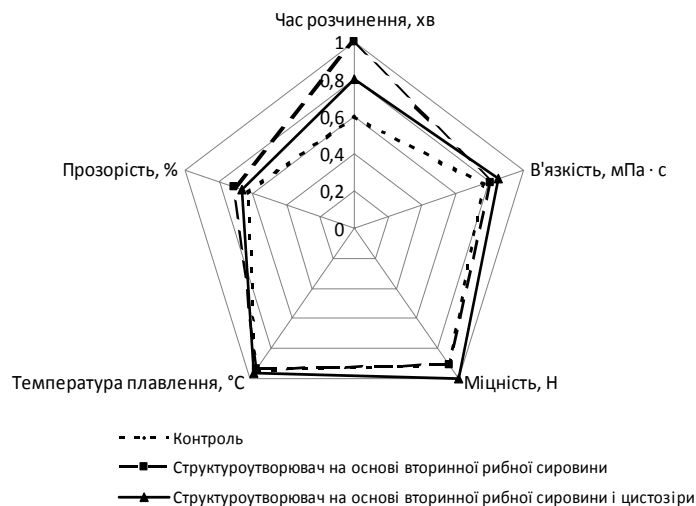


Рис. 1. П'ятикутник якості структуроутворювачів

Однією із значущих характеристик якості структуроутворювачів є динамічна в'язкість драглів. Цей показник в усіх зразках продукції після приготування перебував в допустимих межах (16–18 мПа·с) [6]. Динамічна в'язкість структуроутворювачів на основі вторинної рибної сировини протягом року зберігання залишалась у цьому інтервалі, а в подальшому знизилася до 13.9 мПа·с, що не відповідає встановленим нормам. У зразку із цистозірою динамічна в'язкість структуроутворювача становила 16.6 мПа·с через 12 міс., а наприкінці терміну зберігання зменшилася до 14.1. В'язкість контрольного зразка була найнижчою, відповідно 14.5 і 12.8 мПа·с (рис. 2).

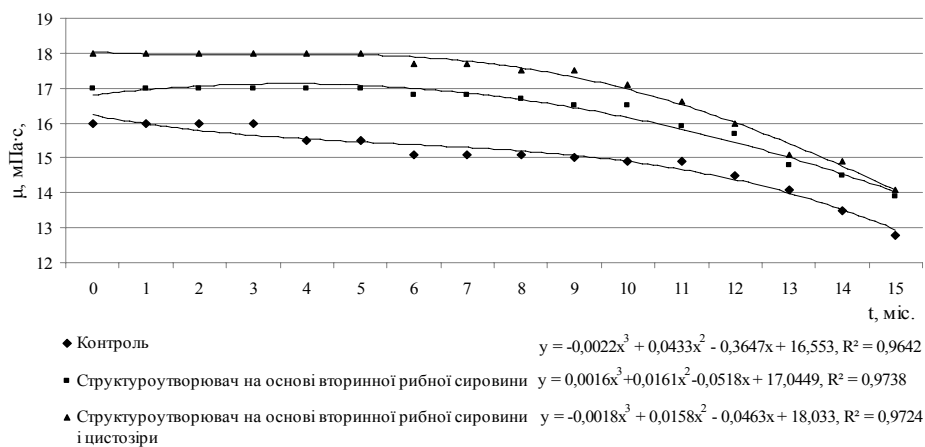


Рис. 2. Зміна динамічної в'язкості драглів із структуроутворювачів при зберіганні

Прозорість розчину структуроутворювачів характеризує ступінь їх забрудненості механічними домішками. Встановлено, що значення показника прозорості нових структуроутворювачів вище, ніж контролю. Протягом терміну зберігання прозорість всіх зразків коливалася в межах 27–30 %, що не досягає оптимальних значень (див. таблицю).

Визначено температуру плавлення контрольного зразка, яка виявилася найнижчою (27 °С), та структуроутворювачів на основі вторинної рибної сировини без цистозіри та з нею, які відповідно становили 30 і 31 °С. Під час зберігання відбувалося незначне зниження температури плавлення досліджуваних структуроутворювачів: на 2 °С – для нової продукції і на 5 °С – для контрольного зразка. Математичну обробку експериментальних даних проведено після 9 міс. зберігання, коли відбувалося помітне зниження значення показника (рис. 3).

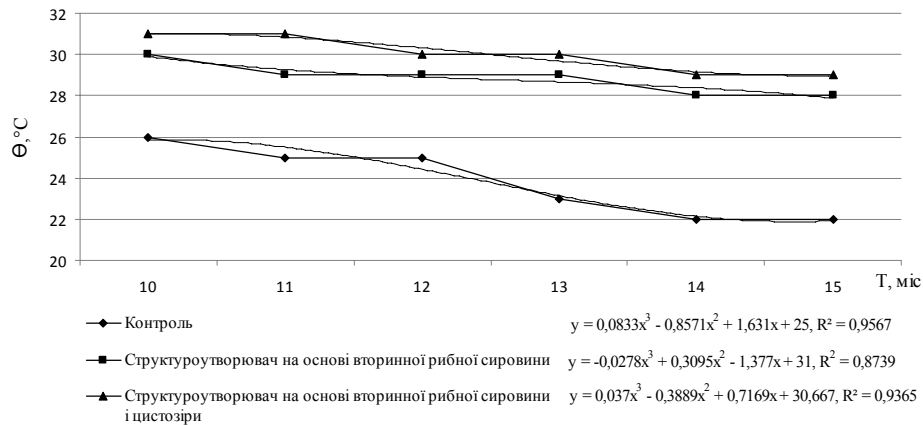


Рис. 3. Зміна температури плавлення драглів із структуроутворювачами при зберіганні

Показником якості структуроутворювачів є міцність драглів, що безпосередньо залежить від рН середовища. Найбільша міцність спостерігається в інтервалі рН 5–7. Математичну обробку експериментальних даних здійснено після 7 міс. зберігання, оскільки до цього часу міцність була незмінною (рис. 4).

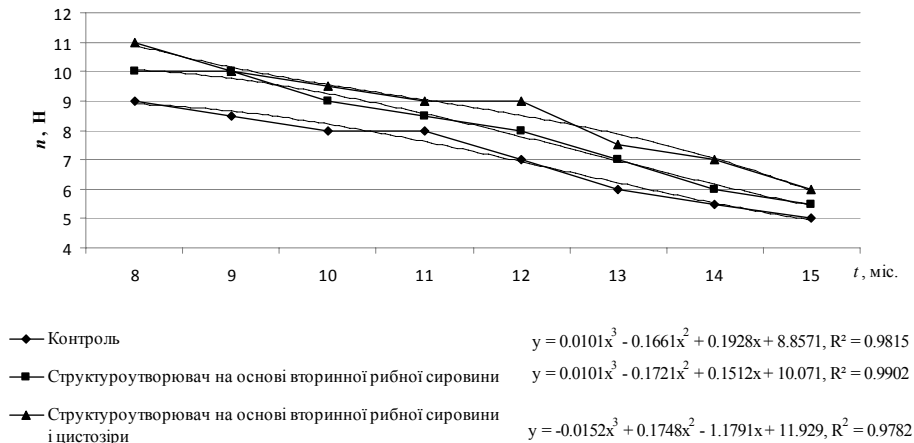
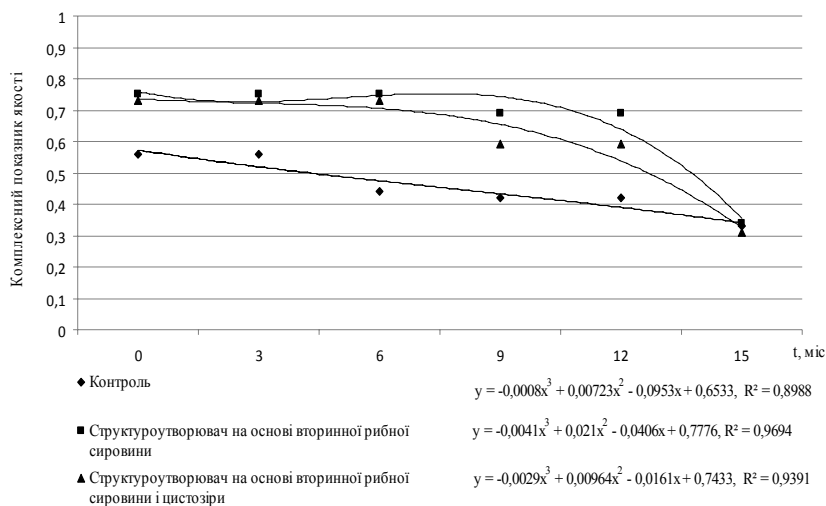


Рис. 4. Зміна міцності драглів із структуроутворювачами при зберіганні

Протягом 12 міс. зберігання міцність нових структуроутворювачів була в межах 8–11 Н, а в подальшому зменшилася до 6 і 5.5 Н відповідно у структуроутворювачах на основі вторинної рибної сировини з цистозірою та без неї. Міцність контрольного зразка становила 7 Н навіть через 12 міс., що недопустимо для використання. Подальше зниження міцності желатину спостерігалось до 5 Н після 15 міс. зберігання.

Розрахунок зміни показників якості структуроутворювачів після 15 міс. зберігання проведено за комп'ютерною програмою *Maple*, де враховуються значення:  $y_1$  – оптимальне;  $y_2$  – для контрольного зразка;  $y_3$  – для структуроутворювачів на основі вторинної рибної сировини;  $y_4$  – для структуроутворювачів із додаванням цистозіри. Максимальне значення локального показника якості – 1. Кількість задіяних факторів – 5 (час розчинення, динамічна в'язкість, міцність, температура плавлення, прозорість). Отримані профілографи якості показують закономірності зміни кожного показника під час зберігання (див. *рис. 1*).

На основі отриманих результатів побудовано графік залежності якості структуроутворювачів від тривалості зберігання (*рис. 5*), де показано зміну якості структуроутворювачів на кожному етапі зберігання відповідно до оптимальних значень. Проведені дослідження дають змогу встановити проміжки часу, в яких виявлено певні зміни якості та визначити швидкість процесів, які відбуваються в структуроутворювачах під час зберігання.



*Рис. 5.* Зміна КПЯ залежно від термінів зберігання

Закономірності зміни найвагоміших показників якості структуроутворювачів пов'язані переважно з процесами, які відбуваються під час гідролізу білків. Дегідратація молекул білків спричиняє порушення системи водневих зв'язків, вивільнення поверхневих ділянок макромолекул, що призводить до послаблення водневих зв'язків і відповідно сприяє зниженню в'язкості та міцності структуроутворювачів.

**Висновки.** Результати наукових досліджень свідчать про відсутність суттєвих змін якості структуроутворювачів на основі вторинної рибної сировини з товстолобика протягом 12 міс. зберігання при температурі  $22 \pm 2$  °С.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Saguy I.* Modeling of quality deterioration during food processing and storage / I. Saguy, M. Karel // *Food Technology*. — 1980. — N 2. — P. 34.
2. *Martinus A.* Kinetic Modeling of Food Quality: A Critical Review / A. Martinus, Van Boekel // *Food Science and Food Safety*. — 2008. — N 7. — P. 144—158.
3. *Гуць В. С.* Моделирование показателей качества пищевых продуктов и прогнозирование срока их годности / В. С. Гуць // *Упаковка*. — 2009. — № 3. — С. 30—34.
4. *Коваль О. А.* Кінетична теорія моделювання якості й прогнозування терміну придатності харчових продуктів / О. А. Коваль, В. С. Гуць // *Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки"*. — 2008. — № 2. — С. 67—74.
5. *Сидоренко О. В.* Наукове обґрунтування і формування споживних властивостей продуктів з прісноводної риби та рослинної сировини : дис. ... докт. техн. наук : 05.18.15 / захищена 04.12.2009; затв. 12.05.2010 / Сидоренко Олена Володимирівна. — К., 2009. — 327 с.
6. ГОСТ 11293–89. Желатин. Технические условия. — Введ. 1991—01—07. — М. : Изд-во стандартов, 2005. — С. 16—18.
7. Пат. 73282 Україна, МПК G01N 33/02. Спосіб визначення прозорості (каламутності) желейної продукції / Сидоренко О. В., Романенко Р. П., Туніцька А. О., Романенко О. В. ; заявник і патентовласник Київ. нац. торг.-екон. ун-т. — № u 2011 131150 ; заявл. 08.11.11 ; опубл. 25.09.12, Бюл. № 18. — 4 с.
8. Вискозиметр Штабингера SVM 3000. Инструкция по эксплуатации. Руководство № М/08-54. — М., 2011. — 124 с.

*Стаття надійшла до редакції 05.06.2014.*

#### *Guts V., Ivanyuta A., Sydorenko O. Forecasting quality of structure forming substances based on secondary raw material of silver carp.*

**Background.** Long-term storage of products is accompanied by loss of quality and quantity, reduced nutritional value, change in the organoleptic properties. It is important to predict changes in the quality of products in order to establish a guaranteed shelf life.

Effective is the use of the kinetic theory of modeling that takes into account critical parameters of optimization that are combined into a system that most fully describes the state changes and product quality.

The *aim* of the research is to predict changes in quality of structure forming substances based on silver carp secondary raw fish materials.

**Material and methods.** Objects of the research are structure forming substances based on silver carp secondary raw fish materials. Head, bones and fins were used for the production. Ratio of raw materials and water is 1 : 1.5, the heat treatment time is 2.5 hours with a temperature of 85–100 °С. Dry powder with Seaweed *Cystoseira Black Sea* was added to one of the samples. The fish broth was filtered and subjected to freeze drying.

Packed food gelatin T-7 made by Lysychanskyi gelatinous factory was selected as a control specimen.

Quality change modeling and shelf life prediction of structure forming substances were done by method of V. S. Guts and O. A. Koval [3; 4], using a computer program *Maple*.

To predict the quality of structure forming substances during storage in jelly the following points were defined: strength – by setting maximum load required to fracture surfaces of jelly [6]; melting point – setting the temperature at which jelly becomes liquid [6]; transparency – by own patented method with universal computer device [7]; dynamic viscosity – with the viscometer Stabinger SVM 3000 [8]; a dissolution time – according to GOST 25183.3-82 [6].

**Results.** Patterns of change of structure forming substances based on secondary raw fish were identified, the most important values of local parameters were calculated. A graph of the structure forming substances depending on the duration of storage was developed based on the results. Using computer software *Maple*, the changes in the structure forming substances quality indicators at every stage of storage to the optimal values are shown. The studies allowed set time intervals, which revealed some changes in the quality and determined the speed of the processes taking place in the structure forming substances during storage.

**Conclusion.** Thus, we have proved scientifically duration of shelf life of structure forming substances based on raw material of silver carp by the kinetic theory of quality modeling. Guaranteed shelf life of structure forming substances with temperature of  $22 \pm 2$  °C is 12 months from manufacturing date.

*Keywords:* structure forming substances, forecasting, quality, storage life, kinetic theory of modeling.

## REFERENCES

1. *Saguy I.* Modeling of quality deterioration during food processing and storage / I. Saguy, M. Karel // *Food Technology*. — 1980. — N 2. — R. 34.
2. *Martinus A.* Kinetic Modeling of Food Quality: A Critical Review / A. Martinus, Van Boekel // *Food Science and Food Safety*. — 2008. — N 7. — R. 144—158.
3. *Guc' V. S.* Modelirovanie pokazatelej kachestva pishhevyyh produktov i prognozirovanie sroka ih godnosti / V. S. Guc' // *Upakovka*. — 2009. — № 3. — S. 30—34.
4. *Koval' O. A.* Kinetychna teorija modeljuvannja jakosti j prognozuvannja terminu prydatnosti harchovyh produktiv / O. A. Koval', V. S. Guc' // *Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky"*. — 2008. — № 2. — S. 67—74.
5. *Sydorenko O. V.* Naukove obg'runtuvannja i formuvannja spozhyvnyh vlastyvostej produktiv z prysnovodnoi' ryby ta roslynnoi' syrovyny : dys. ... dokt. tehn. nauk : 05.18.15 / zahyshhena 04.12.2009; zatv. 12.05.2010 / Sydorenko Olena Volodymyrivna. — K., 2009. — 327 s.
6. GOST 11293–89. Zhelatin. Tehnicheskie uslovija. — Vved. 1991—01—07. — M. : Izd-vo standartov, 2005. — S. 16—18.
7. Pat. 73282 Ukrai'na, MPK G01N 33/02. Sposib vyznachennja prozorsti (kalamutnosti) zhelejnoi' produkcii' / Sydorenko O. V., Romanenko R. P., Tunic'ka A. O., Romanenko O. V. ; zajavnyk i patentovlasnyk Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-t. — № u 2011 131150 ; zajavl. 08.11.11 ; opubl. 25.09.12, Bjul. № 18. — 4 s.
8. *Viskozimetr Shtabingera SVM 3000.* Instrukcija po jekspluatacii. Rukovodstvo № M/08-54. — M., 2011. — 124 s.