

**УДК 637.01**  
**МАТЕМАТИЧНО-АНАЛІТИЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПАШТЕТНИХ**  
**ПРОДУКТІВ**

**Гуць В.С.,**

*д.т.н., професор,*

*Київський національний університет культури і мистецтв,*

*м. Київ, Україна*

ORCID ID:0000-0003-3874-5609,

**Коваль О.А.,**

*к.т.н., доцент,*

*Національний Університет харчових технологій,*

*м. Київ, Україна*

ORCID ID: 0000-0002-9427-1842,

**Бондар С.В.,**

*науковий співробітник,*

*Інститут продовольчих ресурсів НААН,*

*м. Київ, Україна*

ORCID ID: 0000-0002-7038-9643

*Актуальність.* У сучасних умовах в суспільстві зростає попит на продукти з натуральних інгредієнтів, що характеризуються високою харчовою цінністю. До таких продуктів можна віднести м'ясні паштети якості яких залежить від рецептурних складових, технологічних процесів, обладнання і режимів його роботи. Для визначення споживчих характеристик харчових продуктів багатокомпонентного сировинного складу є органолептична оцінка, оскільки саме такі органолептичні показники, як зовнішній вигляд, смак, запах, колір і консистенція надають споживачеві загальне уявлення про їх якість.

При складанні рецептур, впровадженні інноваційних технологічних режимів і нового обладнання, є необхідність в визначенні та прогнозуванні якості харчових продуктів на всіх етапах виробництва і реалізації. Враховуючи це, та економічну доцільність застосування автоматизованих систем керування технологічними процесами, впровадженні інноваційних ресторанних технологій, виникає потреба в розробленні нового математично-аналітичного підходу до оцінки та прогнозування зміни якості м'ясних паштетів.

*Мета і методи дослідження.* Мета проведених досліджень полягала у розробленні методу моделювання стану матеріальної системи на основі диференціальних рівнянь кінетики біохімічних процесів, оцінюванні і прогнозуванні якості харчових продуктів, в тому числі отриманих з використанням м'яса механічно відокремленого. В основу методу математично-аналітичного оцінювання якості паштетних продуктів покладено модифіковані математичні моделі, диференціальні рівняння, візуалізація результатів дослідження у вигляді 3d графіків отриманих із застосуванням символічної комп'ютерної математики при аналізі результатів досліджень.

Якість нових м'ясних паштетних продуктів порівнювали з умовним оптимальним за якістю зразком, який відповідав максимальній бальній оцінці за основними органолептичними показниками та контрольним. Контрольний зразок паштету був виготовлений за класичною технологією та складовими згідно рецептури відповідно до ДСТУ 4424:2005, дослідні зразки за інноваційною технологією, яка передбачала додавання до основної сировини м'ясо птиці механічно відокремлене та подальшу обробку при температурі  $85 \pm 5$  °C впродовж 15 хвилин.

*Результати.* Проведено аналітичні дослідження методів оцінки стану матеріальних систем та запропоновано математичну модель прогнозування якості харчових продуктів. Наведено нові результати аналітичних і експериментальних досліджень якості м'ясних паштетних продуктів, які виготовлені за класичною рецептурою та з використанням м'яса птиці механічно відокремленого. Розроблено спосіб визначення коефіцієнтів, що входять у математичну модель оцінки якості м'ясних паштетних продуктів і їх аналітичного зв'язку з параметром оптимізації. Доведено доцільність впровадження сучасних комп'ютерних методів розв'язання і аналізу диференціальних рівнянь, графічного представлення результатів в форматі 3d, що значно розширюють можливості аналізу і оптимізації процесів, які мають місце в харчових технологіях. Результати проведених досліджень дають можливість виробляти запланованої якості харчові продукти, контролювати можливі зміни її при використанні різних добавок, здійснювати віртуальне проектування нових паштетних продуктів.

*Висновки та обговорення.* За результатами проведених експериментальних і теоретичних досліджень запропонована нова математична модель оцінки якості м'ясних паштетних продуктів у вигляді диференціального рівняння першого порядку. Його аналогом є рівняння рекомендовані для моделювання процесів біохімічної кінетики [1, стр.290]. Комп'ютерна програма [2, Goots, v., Yushchenko, n., & Kuzmyk, u. (2018)] математично-аналітичного дослідження запропонованої математичної моделі і розрахунку на її основі параметрів оптимізації якості матеріальної системи, дала можливість прогнозувати якість м'ясних паштетних продуктів за органолептичною оцінкою при використанні м'яса механічно відокремленого. За її допомогою, побудувавши 3d графіки, візуально встановлено вектор зміни якості продукту.

Проведена математично-аналітична оцінка якості нових паштетних продуктів засвідчила, що часткова заміна основної м'ясної сировини в паштетах виготовлених за класичною технологією та складовими згідно рецептури за ДСТУ 4424:2005 на м'ясо птиці механічно відокремлене, в цілому не знижує показників їх якості, та у деяких випадках показники органолептичної оцінки навіть вищі, ніж у контрольних зразків паштетів і наближаються до оптимальних. Експериментальними дослідженнями доведено, що паштетні продукти з використанням м'яса механічно відокремленого мають однорідну приємну пружну мазку структуру. У порівнянні, аналогічну консистенцію мають існуючі якісні паштетні продукти. Паштети, які виготовлені з використанням установки суміщення процесів подрібнення та термічної обробки Я5-ФЭА, слід вважати харчовим продуктом отриманим за інноваційною технологією.

Новий математично-аналітичний підхід до оцінки якості паштетних продуктів є перспективним при проектуванні нових кулінарних виробів в ресторанному бізнесі.

*Ключові слова:* паштетні продукти, математичне моделювання якості, 3d графіки.

### **Assessment of the quality of pate products**

#### **SUMMARY**

*Goots V.(Guts, Huts) Doctor of Technical Science, Full Professor,  
Kyiv National University of Culture and Arts,  
Kyiv, Ukraine*

ORCID ID:0000-0003-3874-5609,

*Koval O., Ph.D of Technical sciences, associate professor  
the National University of Food Technology  
Kyiv, Ukraine*

ORCID ID: 0000-0002-9427-1842,

*Bondar S., researcher,  
Institute of Food Resources of NAAS,  
Kyiv, Ukraine*

ORCID ID: 0000-0002-7038-9643

### **Mathematical-analytical assessment of the quality of potent products**

**Topicality.** In modern conditions in society, demand for products from natural ingredients is growing, characterized by high nutritional value. These products

include meat pots of which depends on prescription components, technological processes, equipment and regimes of its work. To determine the consumer characteristics of food products of a multicomponent commodity composition, an organoleptic score is an organoleptic score, since it is such organoleptic indicators, such as appearance, taste, smell, color and consistency provide a general idea of their quality.

When computing formulations, introducing innovative technological regimes and new equipment, there is a need for defined and forecasting food quality at all stages of production and implementation. Taking into account this, and the economic expediency of applying automated control systems for technological processes, introducing innovative restaurant technologies, there is a need to develop a new mathematical-analytical approach to evaluating and forecasting the quality of meat pastes.

**Purpose and research methods.** The purpose of the research was to develop a method for modeling the state of the material system based on differential equations of kinetics of biochemical processes, evaluating and forecasting the quality of food products, including those obtained using meat mechanically separated. The basis of the method of mathematical-analytical assessment of the quality of potent products is the modified mathematical models, differential equations, visualization of research results in the form of 3D graphs obtained with the use of symbolic computer mathematics in the analysis of research results.

The quality of new meat past products was compared with conditional optimal quality sample, which corresponded to the maximum score on the basic organoleptic indicators and control. The control sample of the past were made according to classical technology and components according to the formulation for DSTU 4424: 2005, experimental samples for innovative technology, which provided for the addition of poultry meat mechanically separated and subsequent treatment at a temperature of  $85 \pm 5$  °C for 15 minutes.

**The results.** Analytical studies of methods for assessing the state of material systems are carried out and a mathematical model for predicting food quality is proposed. New results of analytical and experimental studies of the quality of meat potent products, which are made according to the classical recipe and the use of poultry meat are mechanically separated. The method of determining the coefficients included in the mathematical model of quality of meat past products and their analytical connection with the optimization parameter is developed. The expediency of introducing modern computer methods for solving and analyzing differential equations, graphical representation of results in 3D format, which significantly expand the possibilities of analysis and optimization of processes that take place in food technologies has been proved. The results of the conducted researches give an opportunity to produce the planned quality of food products, to control possible changes in its use of various additives, carry out virtual design of new potent products.

**Conclusions and discussion.** According to the results of conducted experimental and theoretical studies, a new mathematical model for assessing the quality of meat potent products in the form of a differential equation of the first order

is proposed. Its analogue is equations recommended for modeling of biochemical kinetics processes [1, p.290]. Computer program [2, goot, v., Yushchenko, N., & Kuzmyk, U. (2018)] a mathematical-analytical study of the proposed mathematical model and calculation on its basis the parameters of optimization of the quality of the material system, made it possible to predict the quality of meat asphalt products by organoleptic score using meat mechanically separated. By its help, built 3D graphics, visually established a vector of product quality change.

The mathematical-analytical assessment of the quality of new potent products has been carried out that the partial replacement of the main meat raw materials in the pastes made according to classical technology and components according to the formulation for DSTU 4424: 2005 on the poultry meat mechanically separated, as a whole, does not reduce their quality indicators, But in some cases, the indicators of an organoleptic assessment are even higher than in the control samples of pots and are approaching optimal. Experimental studies have shown that past products using meat mechanically separated have a homogeneous pleasant elastic dimension structure. In comparison, similar consistency has existing high-quality potential products. Pates made using the I5-FEA heat treatment and thermal treatment plant combination and thermal processing processes should be weeded on an innovative technology.

A new mathematical analytical approach to assessing the quality of scales is promising when developing new culinary products in the restaurant business.

**Keywords:** Past products, mathematical modeling of quality, 3D graphics.

## **1.Актуальність проблеми**

### **General problems**

Існуючі кулінарні вироби на м'ясній основі з рослинними добавками, не завжди в повній мірі відповідають нормам здорового збалансованого харчування особливо для людей різних вікових груп і стану здоров'я. Виготовлені за інноваційною технологією нові, наближені за складом до ідеального за харчовою цінністю і органолептичною оцінкою паштетні продукти з добавками тваринного походження, ще не набули належного поширення. Їх технології потребують вдосконалення, виробничі процеси - дослідження та оптимізації, готовий продукт - прогнозованої якості.

У виробництві харчових продуктів, як правило, використовують різноманітні методи визначення якості і математичні відображення її комплексних оціночних характеристик у вигляді параметра оптимізації, рівнянь регресії, апроксимації функції та екстремумів графіків. Найбільш поширеною в харчових технологіях є бальна оцінка стану матеріальної системи. Вона дозволяє проводити відносні порівняння впливу на стан системи різних за природою факторів, встановити рівень часткової (за окремими показниками) або загальної (за комплексом показників) якості оцінюваної продукції і виразити її числовою величиною. Наприклад,

розглядати вплив різних за фізичною природою факторів, як тривалість процесу, концентрація речовини, температура, тиск та інші.

Для об'єктивного оцінювання за споживчими показниками якості паштетних виробів з використанням м'яса механічно відокремленого, актуальним є новий підхід в основу якого покладено метод комп'ютерного моделювання, аналіз бальної оцінки показників якості виробів, використання диференціальних рівнянь різних порядків, побудові 3d графіків для візуалізації, визначення екстремуму параметра оптимізації і спрощення оцінювання отриманих результатів завдяки можливості послідовного аналізу їх змінних анімаційних зображень.

Аналітичні дослідження методів аналізу якості харчових продуктів [4, Базарнова, Ю. Г., Бузова, Т. Е., Ишевский, А. Л., & Зюканов, В. М. (2004)...] свідчать, що якісними сучасними математичними моделями слід вважати такі, в основу побудови яких покладено диференціальні рівняння кінетики біохімічних процесів першого і другого порядків. Рівняння першого порядку простіші для аналітичних досліджень ніж рівняння більш вищих порядків, дають можливість описати стан продукту за попередньо визначеними органолептичними показниками якості, враховувати умови хімічних, біологічних, структурних та інших природних змін сировини, а також визначити вплив технологічних режимів виробництва, застосування нового обладнання та рецептури.

Традиційно м'ясні паштети оцінюють в основному за органолептичними показниками та харчовою цінністю після проведення лабораторних досліджень. Такий підхід до оцінювання і прогнозування якості нових продуктів не завжди забезпечує належну ефективність.

В ресторанному бізнесі, у зв'язку з існуючою необхідністю розширення асортименту, впровадженню інноваційних самостійно розроблених принципово нових технологій, впровадження моделювання стану харчових біологічних систем, методу математично-аналітичного оцінювання якості, (додала) є актуальною задачею оцінки та прогнозування якості паштетних продуктів.

## **2. Мета і методи досліджень**

### **Purpose and methods of research**

Мета досліджень полягала у розробленні нового методу моделювання стану матеріальних систем, математично-аналітичного оцінювання якості паштетних продуктів, отриманих з використанням м'яса механічно відокремленого, різних рецептур та технологічних режимів. Новий метод моделювання стану харчових продуктів з використанням програмного забезпечення в системі символічної комп'ютерної математики «Maple» дозволяє значно спростити, зробити більш досконалим контроль всіх етапів технологічного процесу. Застосування методу математично-аналітичного оцінювання якості - оцінити якість паштетних продуктів виготовлених за

інноваційною технологією, використання 3d графіків - розширити можливості аналітичних досліджень, оптимізації технологічних процесів.

Органолептичну бальну оцінку нових паштетів порівнювали з контрольним продуктом і умовним - оптимальним за якістю зразком, для якого показник якості параметр оптимізації відповідав, за основними органолептичними показниками, однієї з прийнятих в оцінюванні харчових продуктів бальних оцінок 5;9;15;30. Контрольний зразок паштету було виготовлено за класичною технологією та складовими згідно рецептури за ДСТУ 4424:2005. Дослідні зразки - за інноваційною технологією з основної м'ясної сировини і додаванням м'яса птиці механічно відокремленого в кількості від 25 до 45%, при температурі  $85 \pm 5$  °C впродовж 15 хвилин.

Об'єктом дослідження є математичне моделювання стану матеріальної системи, математично-аналітичний метод оцінки якості харчових продуктів, а предметом - показники сенсорної оцінки якості, коефіцієнти математичної моделі паштетних виробів, отриманих за різною рецептурою з використанням м'яса механічно відокремленого.

### **3. Результати дослідження**

#### **Results of research**

Підвищення рентабельності виробництва м'ясних продуктів можливе шляхом використання вторинних білкових ресурсів на харчові цілі, перш за все, шляхом розробки продуктів нового покоління з прогнозованою якістю та створення інноваційних технологій комбінованих м'ясо-рослинних систем з оптимальним вмістом білків, вітамінів, макро- і мікроелементів та інших важливих інгредієнтів [3, Коваль О.А. Якість м'ясної сировини / Мясной бізнес.-2002.-№6.-С.6-9].

Згідно з п. 5.51 ДСТУ 4424:2005, паштетом називають виріб пастоподібної консистенції з фаршу, виготовленого з вареної та (або) сирої м'ясної сировини з додаванням жиру, запечений в металевій формі або підданий термічному оброблянню та фасуванню. Технологія паштетів передбачає використання різних за своїми властивостями видів сировини тваринного і рослинного походження, що визначає різноманіття застосовуваних способів її обробки. Комбінуючи варіння, бланшування, пасерування, обсмажування, гомогенізацію та інші види термічного і механічного впливу, отримують ніжний однорідний продукт пастоподібної консистенції, що відрізняється приємним смаком та іншими високими сенсорними показниками. Згідно з розробленою співробітниками ІПР НААН технологічною інструкцією до ДСТУ 4432:2005, вищі сорти паштетів не передбачають використання у якості сировини свинячої шкурки, рубця і легень. Сучасній тенденції розширення виробництва харчових продуктів повної кулінарної готовності цілком відповідають різноманітні м'ясні паштети з свинини, яловичини, субпродуктів, м'яса птиці – висококалорійні дрібнодисперсні продукти з переважаючим вмістом м'ясної сировини.

При розробці рецептур м'ясних паштетів керуються наявністю м'ясної сировинної бази, доступністю і економічною доцільністю використання компонентів з великою кількістю білка, кальцію та інших важливих компонентів. В роботі використано результати експериментальних досліджень п'яти видів паштетів з включенням м'яса птиці механічно відокремленого в різному співвідношенні. Контролем був зразок паштету, виготовлений згідно з ДСТУ 4432:2005.[8, Бондар дис...2021р]

В рецептурах дослідних паштетів було використано м'ясо птиці механічно відокремлене, печінку курячу, рисове борошно. Ця сировина сприяє збалансованості м'ясних виробів за амінокислотним складом. В рецептуру дослідних зразків також входили такі традиційні інгредієнти, як цибуля пасерована, сало свиняче бланшоване, олія соняшникова, сіль, перець чорний, бульйон від бланшування сала тощо. Внесення м'яса птиці механічно відокремленого дозволяє збагатити продукт кальцієм, що, в свою чергу, сприяє підвищенню лужного середовища організму за рахунок зменшення рН і, цим самим, запобігає утворенню ракових клітин та пухлин в організмі людини.

Для математично-аналітичної оцінки якості паштетних продуктів з м'ясом птиці механічно відокремленим, було використано сенсорні оцінки якості паштетів. Вони підлягали подальшому аналітичному дослідженню у порівнянні з контрольним продуктом, що містив як м'ясну складову, тільки м'ясо куряче.

*Табл. 1. Рецептури паштету з використанням м'яса птиці механічно відокремленого [8]*

Компоненти	Зразки паштетів					
	Контроль	№1	№2	№3	№4	№5
М'ясо птиці механічно відокремлене	-	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0
М'ясо куряче	48,0	-	-	-	-	-
Рисове борошно гідратоване	-	11,0	10,0	9,0	8,0	7,0
Печінка куряча	25,0	21,0	22,0	23,0	25,0	24,0
Сало свиняче бланшоване	5,5	14,0	11,5	9,0	5,5	5,0
Цибуля ріпчаста	3,67	6,67	5,67	4,67	3,67	2,67
Олія соняшникова	4,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0
Сіль кухонна	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3



Перець чорний	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Бульйон від бланшування сала	12,0	15,0	14,0	13,0	12,0	11,0
Всього:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Для оцінки якості паштетів та прогнозування можливих її змін аналітично дослідили технологію м'ясних паштетів.

Існуюче виробництво паштетів включає наступні операції: підготування сировини та допоміжних матеріалів, бланшування, подрібнювання, приготування фаршу (обробка на кутері та на установці Я5-ФЭА), формування, нагрівання, охолодження, пакування та реалізацію. Завдяки використанню нового обладнання - установки Я5-ФЭА, в якій відбувається одночасно механічна та термічна обробки сировини, утворюється гомогенна однорідна маса. При одночасному подрібненні, перемішуванні, нагріванні відбувається зміна структури кісткової тканини. Це дозволяє отримати готові до вживання паштетні продукти з новою корисною складовою якості у вигляді хлориду кальцію - легко засвоюваної форми кальцію.

Враховуючи, що нові паштетні продукти будуть новим продуктом виготовленим за інноваційною технологією, є необхідність в визначенні і прогнозуванні їх якості. Новим методом прогнозування якості харчових продуктів є математичне моделювання з використанням сучасного комп'ютерного програмування і диференціальних рівнянь, які рекомендовано використовувати для дослідження стану біологічної матеріальної системи (1, Поперечний А.М., Потапов В.О., Корнійчук В.Г. Моделювання процесів ...2012.) Без математичного моделювання не можливо визначити оптимальні технологічні режими виробництва, прогнозувати харчову цінність, тривалість збереження, кінетику зміни показників якості нових готових до вжитку паштетних продуктів, створити систему автоматизованого проектування аналогів за функціональним призначенням (САПР), систему автоматизованого управління технологічним процесом (АСУТП).

Для математично-аналітичної оцінки якості харчових виробів при умові наявності в рецептурі добавок різної природи походження і різних технологічних режимів виробництва, використали приведені до безрозмірного виду характерні (притаманні) вибраній технології характеристики оптимізації та математичну модель у вигляді диференціального рівняння (Development of mathematic model of spiced sourmilk pastas quality / V. Goots, N. Yushchenko, U. Kuzmyk // Food and Environment Safety. – 2018. – № 2. P. 224–232.)

$$\frac{dy(c)}{dc} - ky(c)^n = 0, \quad (1)$$

де  $y$  – параметр оптимізації - показник стану продукту (бальна оцінка); коефіцієнти  $k$  і  $n$  - характеризують конкретні умови моделювання (вибрані методи і умови оцінювання, як окремих характеристик стану продукту, так і

самого продукту в цілому);  $c$  – відносний у порівнянні з максимально можливим показник за яким аналізується стан системи (розміри площ профілів якості, сума балів органолептичної оцінки продукту).

В рівняння (1) входять основні, приведені до безрозмірного виду показники стану паштетного продукту за окремими визначальними та притаманними йому характеристиками якості. Наближені за формою до рівняння (1) аналоги у вигляді диференціальних рівнянь першого і другого порядків, широко використовують при математичному моделюванні і аналізі механізмів перетворення дисперсних систем - зміни їх стану завдяки різноманітних хімічних, біологічних, фізичних впливів при проектуванні та виготовленні харчових продуктів з заданими властивостями (Базарнова Ю. Г. Возможности применения принципов химической кинетики для оценки качества пищевых продуктов /4, Ю. Г. Базарнова, Т. Е. Бурова, А. Л. Ишевский, В. М. Зюканов // Хранение и перераб. Сельхоз-сырья. — 2004. — № 11. — С. 33-36.).

Коефіцієнти в рівнянні (1) знаходили побудувавши профілі (багатокутники) якості, розрахувавши площі і виконавши їх аналіз за спеціальною методикою реалізованою комп'ютерною програмою на платформі символьної математики «Maple». Якість паштетного продукту і можливі зміни її дослідили використавши новий інтервально – параметричний метод аналізу графіків в 3d форматі. Для м'ясних паштетів характерними є величина коефіцієнта  $k:=2.60$ , максимальні величини параметрів оптимізації  $y_1:=5.0$ ,  $y_2:=15.0$ ,  $y_3:=30.0$ , інтервали зміни характеристик диференціального рівняння в межах  $n=0.99..1.7$  та  $c=0.5..1$ .

Враховуючи, що в харчових технологіях використовують різні бальні оцінки якості продукту, для побудови графіків використали п'яти, п'ятнадцяти, тридцяти бальні шкали оцінки параметра оптимізації  $Y$ .

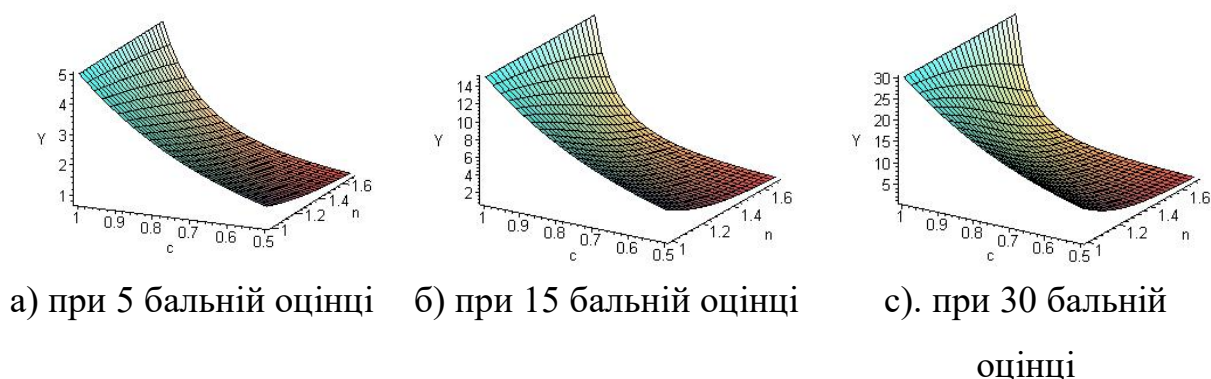


Рис.1. Оцінка параметра оптимізації  $Y$  якості м'ясного паштету визначена за математичною моделлю (1) залежно від величин характеристики  $c$  та показника степені  $n$

Приведений на графіку інтервал змін величин коефіцієнта  $c$  і показника степені  $n$  визначали, використавши результати аналітичних досліджень профілів якості [ 7].

Математична модель (1) є універсальною, дозволяє прогнозувати зміну якості продукту також за величинами характеристик  $n$  та  $k$ . (9-и бальна шкала оцінювання, Рис.2.).

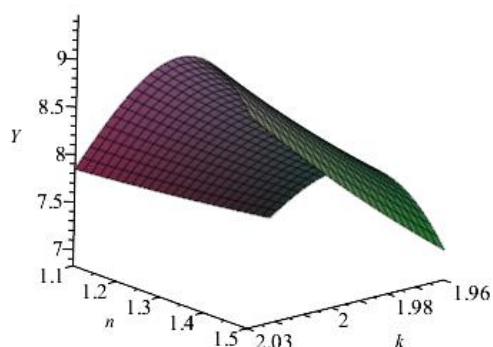


Рис.2. Графік в 3d форматі оцінки параметра оптимізації  $Y$  якості м'ясного паштету, визначена за математичною моделлю (1) залежно від величин характеристики  $k$  та показника степені  $n$ .

Величини характеристик  $n$ ,  $k$  та  $c$  і інтервали їх змін знаходили за результатами аналітичних досліджень профілів якості зразків м'ясних паштетів.

Результати бальної оцінки дослідних, контрольного та умовно оптимального зразків м'ясних паштетів представлено в таблиці 2.

Табл. 2. Органолептичні показники якості м'ясного паштету з використанням м'яса птиці механічно відокремленого та рисового борошна

Основні показники	Зразки паштетів						
	Оптимальний	Контроль	№1	№2	№3	№4	№5
Зовнішній вигляд	5,0	5,0	4,9	5,0	4,9	5,0	5,0
Вигляд на розрізі	5,0	4,8	4,8	4,7	5,0	4,9	4,9
Консистенція	5,0	4,9	4,8	4,8	4,7	5,0	4,8
Колір	5,0	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0

Смак	5,0	5,0	4,9	4,9	4,9	5,0	5,0
Запах	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Загальна оцінка	5,0	4,93	4,88	4,90	4,92	4,98	4,95

Аналіз експериментальних результатів органолептичного оцінювання якості м'ясних паштетів і результатів отриманих з використанням методу математично-аналітично оцінки і прогнозування якості, які представлено графічно, співпадають в межах менше одного порядку значень, що на даному етапі розвитку теорії моделювання якості харчових дисперсних систем є позитивним результатом. Він відкриває можливості вдосконалення запропонованої теорії моделювання якості будь яких харчових дисперсних систем.

Для м'ясних паштетів часткова заміна основної сировини на м'ясо птиці механічно відокремленого в цілому не знижує показників якості, а у деяких випадках вони навіть вищі, ніж у контрольного зразка і наближаються до оптимального. У контрольного зразка консистенція є щільною. Паштетні продукти з використанням м'яса механічно відокремленого теж мають однорідну пружну мазку структуру.

Додавання в паштет до 40 % м'яса механічно відокремленого не погіршує органолептичні показники готового продукту. Для окремих груп населення такий паштет набуває лікувально-профілактичних властивостей. Пояснюється тим, що кісткова складова м'ясної маси в процесі механічно-термічного оброблення в установці Я5-ФЭА подрібнюється, а її кісткова частина за присутності кухонної солі і під впливом температури оброблення в діапазоні 120-125 °С, переходить у легкозасвоювану форму кальцію - хлорид кальцію (7, Борсолук, Войцехівська, Вербицький, & Шелкова, 2019).

#### **4. Висновки та обговорення результатів**

##### **Conclusions and discussion of results**

При виробництві харчових продуктів, впровадженні інноваційних режимів і нового обладнання, є необхідність в застосуванні сучасного науково обґрунтованого підходу до моделювання і прогнозування якості. Важливою, в сенсі забезпечення належних споживчих характеристик паштетних продуктів, як продуктів багатокомпонентного сировинного складу, є органолептична оцінка, оскільки саме такі органолептичні показники продуктів, як зовнішній вигляд, смак, запах, колір і консистенція надають споживачеві загальне уявлення про якість продукту.

Введення до складу м'ясних паштетів натуральних компонентів з м'ясо-кісткової маси дозволяє не тільки додатково збагатити їх комплексом поживних речовин, але і впливати на споживчі властивості, тому для

удосконалення технології паштетних виробів прогнозування їх якості є актуальною задачею.

Додавання до складу м'ясних паштетів до 40 % м'яса механічно відокремленого не погіршує органолептичні показники готового продукту.

Запропонована математична модель біохімічної кінетики у вигляді

диференціального рівняння першого порядку  $\frac{dy(c)}{dc} - ky(c)^n = 0$  та

комп'ютерна програма її аналізу, дають можливість визначати і прогнозувати якість паштетних продуктів за органолептичними характеристиками при використанні м'яса механічно відокремленого. За їх допомогою можна побудувавши 3d графіки, амінаційне зображення яких допомагає візуалізувати результати дослідження якості продукту, прогнозувати зміну параметра оптимізації і на цій основі проектувати та виробляти нові продукти різної рецептури, технологічних режимів виробництва, використання нового обладнання.

Відхилення розрахункових за математичною моделлю величин параметра оптимізації  $Y$  якості контрольного зразка м'ясного паштету від отриманих за новою рецептурою параметрів оптимізації  $Y$  зразків паштетів з додаванням м'ясо птиці механічно відокремленого визначеного за аналізом площі профіля якості, було на рівні 20%. Цей результат є підтвердженням адекватності запропонованого методу математично-аналітичної оцінки якості паштетних продуктів при зміні їх рецептури.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Поперечний, А. М., Потапов, В. О., & Корнійчук, В. Г. (2012). Моделювання процесів і обладнання харчових виробництв: підручник. Київ: Видавництво навчальної літератури.
2. Goots, v., Yushchenko, n., & Kuzmyk, u. (2018). Development of mathematic model of spiced sour-milk pastas quality. *Food and Environment Safety Journal*, 17(2).
3. Коваль, О. А. (2002). Якість м'ясної сировини. *Мясной бизнес*, (6), 6-9.
4. Базарнова, Ю. Г., Бурова, Т. Е., Ишевский, А. Л., & Зюканов, В. М. (2004). Возможности применения принципов химической кинетики для оценки качества пищевых продуктов при хранении. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (11), 33-36.
5. Гуць, В. С., Сімахіна, Г. О., Солодко, Л. М. Вдосконалення теорії моделювання амінокислотного складу напівфабрикатів із зеленої маси рослин. // Наукові праці НУХТ. – 2017. –Том 23. - №4. – С. 244 – 251.)
6. Борсолюк, Л. М., Войцехівська, Л. І., Вербицький, С. Б., & Лизова, В. Ю. (2017). Дослідження фізико-хімічних і технологічних властивостей рослинної сировини у складі функціональних паштетних продуктів. *Продовольчі ресурси*, (9), 126-135.

7. Борсоліук, Л., Войцехівська, Л., Вербицький, С., & Шелкова, Т. (2019). Оцінювання органолептичних характеристик м'ясних паштетів функціонального призначення. *Збірник тез доповідей V міжнародної науково-технічної конференції „Стан і перспективи харчової науки та промисловості“*, 137-138.
8. Бондар, С.В., Технологія паштетних продуктів з використанням мяса птиці механічно відокремленого. Дис. К., Київ, 2021.

## REFERENCES

1. Poperechnyi, A. M., Potapov, V. O., & Korniiichuk, V. H. (2012). Modeliuvannia protsesiv i obladnannia kharchovykh vyrobnytstv: pidruchnyk. [Modeling of food production processes and equipment] Kyiv: Vydavnytstvo navchalnoi literatury. [in Ukrainian]
2. Goots, v., Yushchenko, n., & Kuzmyk, u. (2018). Development of mathematic model of spiced sour-milk pastas quality. *Food and Environment Safety Journal*, 17(2). [in English]
3. Koval, O. A. (2002). Yakist miasnoi syrovyny. [Quality of meat raw materials.] *Miasnoi byznes*, (6), 6-9. [in Ukrainian]
4. Bazarnova, Yu. G., Burova, T. E., Ishevskiy, A. L., & Zyukanov, V. M. (2004). Vozmozhnosti primeneniya printsipov khimicheskoy kinetiki dlya otsenki kachestva pishchevykh produktov pri khraneni. [Possibilities of applying the principles of chemical kinetics to evaluate the quality of food during storage] *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*, (11), 33-36. [in Russian]
5. Huts, V. S., Simakhina, H. O., & Solodko, L. M. (2017). Vdoskonalennia teorii modeliuvannia aminokyslotnoho skladu napivfabrykativ iz zelenoi masy rosllyn. [Improvement of the theory of modeling of amino acid composition of semi-finished products from green mass of plants]. [in Ukrainian]
6. Borsoliuk, L. M., Voitsekhivska, L. I., Verbytskyi, S. B., & Lyzova, V. Yu. (2017). Doslidzhennia fizyko-khimichnykh i tekhnolohichnykh vlastyvostei roslynnoi syrovyny u skladi funktsionalnykh pashtetnykh produktiv. [Investigation of physicochemical and technological properties of vegetable raw materials in the composition of functional pate products] *Prodovolchi resursy*, (9), 126-135. [in Ukrainian]
7. Borsoliuk, L., Voitsekhivska, L., Verbytskyi, S., & Shelkova, T. (2019). Otsiniuvannia orhanoleptychnykh kharakterystyk miasnykh pashtetiv funktsionalnoho pryznachennia. [Evaluation of the organoleptic characteristics of meat pies for functional purposes] *Zbirnyk tez dopovidei V mizhnarodnoi naukovotekhnichnoi konferentsii „Stan i perspektyvy kharchovoi nauky ta promyslovosti“*, 137-138. [in Ukrainian]
8. Bondar, S.V., Technology of Past Products using Meat Poultry Mechanically Separated. DIS. K., Kiev, 2021.